

FORMULARIO DE RESUMEN DE TESIS

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRAFICO DE TESIS

FACULTAD DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

ESCUELA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TÍTULO:

Propuesta de Mejora del Sensor de Giro de un Sistema de
Dirección Electroasistida comandado por un simulador de Módulo
Eléctrico montado sobre un Tablero Didáctico.

AUTOR(ES): Darío Avila, David Arias

DIRECTOR: Ing. Miguel Granja

ENTIDAD QUE AUSPICIO LA TESIS: Ninguna

FINANCIAMIENTO: SI NO: X **PREGADO:** X **POSGRADO:**

FECHA DE ENTREGA DE TESIS: 24 Febrero 2010

Día Mes Año

GRADO ACADÉMICO OBTENIDO:

Ingeniero en Mecánica Automotriz

No. Págs. 141 **No. Ref. Bibliográfica:** 10 **No. Anexos:** 6 **No. Planos:** 0

RESUMEN:

Uno de los mecanismos más importantes y conocidos del automóvil es el Sistema de Dirección, ya que el mismo se encarga de direccionar las ruedas delanteras del vehículo por medio de la acción que ejecuta el conductor en el volante para que el mismo tome la trayectoria deseada.

A través de la evolución del sistema se generaron varios dispositivos los cuales tuvieron como prioridad la seguridad y el confort del conductor, ya que en los primeros sistemas de la dirección era necesario realizar mayor esfuerzo físico para maniobrarla.

El proyecto realizado acerca del Sistema de Dirección Electroasistida tuvo como objetivo general proponer una mejora del sensor de torque de este tipo de dirección, ya que en sus primeros modelos hubo inconvenientes con dicho sensor, debido que el mismo tenía un desgaste prematuro y a su vez enviaba señales erróneas hacia el módulo electrónico del sistema.

Nuestra realidad fue cambiar todo el sensor, rediseñarlo y mejorarlo.

En la nueva era de la tecnología automotriz decidimos hacer algo innovador y práctico con el fin de que tanto nuestros compañeros como los docentes de la Universidad Internacional del Ecuador puedan darle un uso adecuado para la enseñanza, así facilitando el estudio de la dirección eléctrica en un futuro.

En el proyecto se realizó una investigación sobre toda la parte teórica que interviene en el sistema de dirección para poder recalcar las bases del tema tratado y a su vez enriquecer nuestros conocimientos, también se elaboró un estudio sobre el mejoramiento del sensor de giro de este sistema de dirección para corregir la falla antes mencionada.

Se diseñó el circuito eléctrico que va a conformar el nuevo sensor de giro donde su señal emitida se representa con un led testigo (luz intermitente).

También se elaboró un circuito para dar movimiento al motor eléctrico del sistema, probando la asistencia de la dirección y así, para facilitar la manipulación de la misma por medio de un interruptor de inversor de polaridad, es decir un interruptor de elevavidrios.

Se diseñó el tablero didáctico donde irá montado el proyecto con todos sus componentes eléctricos.

PALABRAS CLAVES:

Sistemas de Dirección, Dirección Eléctrica, Dirección Electroasistida, Sistemas Eléctricos de Dirección, Nuevas Tecnologías de Dirección, Dirección Electromecánica, Dirección Eléctrica Servoasistida, Nuevos Sistemas de Dirección, Mecanismos de la Dirección Eléctrica.

MATERIA PRINCIPAL: 1. Mecanismos del Vehículo.

MATERIA SECUNDARIA: 1. Electricidad Automotriz.

TRADUCCIÓN AL INGLES**TITLE:**

Proposal Improvement Rotation Sensor Management System
Electroasisted commanded by a simulator module mounted on an Electric
Teaching Board.

ABSTRACT:

One of the most important mechanisms and known of the car is the steering system, since it is responsible for directing the vehicle toward the driver where you want.

Through the evolution of the system several devices were generated which were a priority to safety and driver comfort as in the first systems of management was required more effort to maneuver it.

The project carried on Electroasisted Management System had like general mission to propose an overall improvement in torque sensor of this type of direction, since in its first models had problems with this sensor, because that it was premature wear and in turn sent wrong signals to the system's electronic module. Our reality was changing all the sensor, to redesign and improve it.

In the new era of automotive technology decided to do something innovative and practical in order that both our peers and the teachers of the International University of Ecuador to give an appropriate use for teaching, thus facilitating the study of electric steering in a future.

The project did research on all theoretical part involved in the management system to emphasize the foundations of the subject matter and in turn enrich our knowledge, also prepared a study on improving the rotation of this sensor system direction to correct the failure above.

Electrical circuit was designed which will shape the new rotation sensor where the signal emitted is represented by a witness led (flashing light).

Also developed a circuit for the electric motor to move the system, testing the direction and assistance so as to facilitate handling of it by means of a polarity reversal switch, ie switch rises glass.

The board was designed anger mounted tutorial on the project with all its electrical components.

KEYS WORDS:

Steering Systems, Electrical Management, Steering Electroasisted,
Electrical Systems Management, Steering New Technologies,
Electromechanical, Electrical Steering, New Steering Systems, Electric
Steering Mechanisms.

FIRMAS:

.....

DIRECTOR

.....

GRADUADOS

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

**Propuesta de Mejora del Sensor de Giro de un Sistema de
Dirección Electroasistida comandado por un simulador de
Módulo Eléctrico montado sobre un Tablero Didáctico.**

Darío Xavier Avila Ramírez

Patricio David Arias Aillón

Director: Ing. Miguel Granja

2010

Quito, Ecuador

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Darío Xavier Avila Ramírez y Patricio David Arias Aillón declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra exclusiva responsabilidad.

Firma del graduando

Darío Xavier Avila Ramírez

CI: 171481922-2

Firma del graduando

Patricio David Arias Aillón

CI: 1002210365

Yo, Miguel Granja, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, los señores, Darío Xavier Avila Ramírez y Patricio David Arias Aillón, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado

Ing. Miguel Granja

Director

A G R A D E C I M I E N T O

Agradecemos primeramente a Dios por acompañarnos en nuestras vidas y especialmente en toda nuestra carrera universitaria, ser nuestra fortaleza para lograr este proyecto con responsabilidad y con la mirada fija hacia nuestro objetivo.

También agradecemos a nuestros padres, hermanos y seres queridos por su apoyo incondicional en todo el proceso para la realización de nuestra tesis.

A nuestra prestigiosa universidad la cual nos acogió todos estos años y nos formó profesionalmente y como seres humanos. A nuestros queridos profesores los cuales fueron amigos en nuestras vidas y que ayudaron a realizar este sueño.

A nuestros queridos amigos Ing. Efrén Coello S. y Vladimir Basantes los cuales nos colaboraron practica y académicamente para la elaboración de este proyecto.

Darío X. Avila Ramírez

David Arias Aillón

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi padre el cual me motivó a ser un buen ser humano, responsable, humilde y profesional. Realizando las cosas con amor y tenacidad, impulsándome a ser mejor.

A mi madre que me dio la vida y me educó con amor y cariño para ser la persona que ahora soy, a mi hermano y cuñada que me alentaron a seguir con este proyecto con el fin de cumplir mi objetivo.

A mi novia Pame y sobrina Martina que con su amor y dulzura me llenaron de fuerzas para seguir adelante.

Darío X. Avila Ramírez

Yo dedico esto a mis padres y hermano por haberme apoyado a lo largo de mi vida, por enseñarme a ser una mejor persona con valores y principios, más que todo a ser un buen ser humano.

A mis abuelos que con su sabiduría me llenaron de enseñanzas, amor y dulzura dándome las fuerzas para seguir adelante.

A mis amigos que han estado apoyándome en todo momento en las buenas y malas, y más que todo que siempre estuvieron junto a mí.

David Arias Aillón

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I	1
1.INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Evolución del Sistema.....	2
1.2. LA DIRECCIÓN.....	4
1.2.1. ¿Qué es el Sistema de Dirección?.....	4
1.2.2. Características	6
1.2.3. Función del Mecanismo.....	9
1.2.4. Estructura de la Dirección.....	11
1.2.4.1. Tirantería de la Dirección	11
1.2.4.2. Amortiguadores de la dirección	13
1.2.4.3. Rótulas	13
1.3. TIPOS DE SISTEMA DE DIRECCIÓN	19
1.3.1. Sistema de Dirección en Paralelo.....	19
1.3.2. Sistema de Dirección para Acoplamiento de Piñón y Cremallera	20
1.3.2.1. Partes.....	21
1.3.2.2. Sistema de reglaje	23
1.3.3. Sistema de dirección de tornillo sin fin.....	24
1.3.3.1. Tipos	25
1.4. DIRECCIÓN HIDRÁULICA.....	28
1.4.1. Definición.....	28
1.4.2. Partes.....	29
1.4.3. Funcionamiento	32
1.4.4. Ventajas e Inconvenientes del Sistema de Dirección Hidráulica.....	35
1.4.4.1. Ventajas.....	35
1.4.4.2. Inconvenientes.....	36

CAPITULO II	37
2.DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	37
2.1. INTRODUCCIÓN	37
2.2. ELEMENTOS DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA.....	40
2.2.1. Parte Mecánica de la Dirección	40
2.2.2. Parte Eléctrica de la Dirección.....	42
2.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	44
2.3.1. Funcionamiento General	44
2.3.2. Funcionamiento de la Dirección al Parquear.....	45
2.3.3. Funcionamiento de la Dirección en Ciudad	47
2.3.4. Funcionamiento de la Dirección en Autopista	48
2.3.5. Funcionamiento de la Dirección en Retrogiro Activo	50
2.3.6. Funcionamiento Corrección de Marcha Recta	51
2.4. DIFERENCIAS ENTRE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA Y LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	53
2.4.1. Ventajas.....	57
2.4.2. Características Benéficas Ambientales.....	58
2.4.3. Problemas que se han detectado en el Sistema de Dirección Electroasistida.....	59
 CAPITULO III	 61
3.REDISEÑO DEL SENSOR DE GIRO	61
3.1. SENSORES	61
3.1.1. Elementos que intervienen en la parte eléctrica del sistema.....	63
3.1.2. Sensor de Torque	64
3.1.2.1. Partes.....	65
3.1.2.2. Estructura.....	67
3.1.3. Sensor del Régimen del Rotor	69
3.1.4. Sensor del Régimen del Motor.....	70
3.2. MOTOR ELÉCTRICO	71

3.2.1.	<i>Partes del Motor</i>	73
3.2.2.	<i>Tensión e Intensidad necesarias del motor de ayuda eléctrica</i>	74
3.3.	UNIDAD DE CONTROL PARA LA DIRECCIÓN.....	75
3.3.1.	<i>Curvas Características</i>	77
3.4.	TESTIGO LUMINOSO DE AVERÍAS	80
3.5.	ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA	81
3.6.	REDISEÑO DEL SENSOR DE GIRO	82
3.6.1.	<i>Partes</i>	83
3.6.2.	<i>Funcionamiento</i>	83
CAPITULO IV		85
4.	DESARROLLO DEL PROYECTO	85
4.1.	ELABORACIÓN DEL NUEVO SENSOR.....	85
4.1.1.	<i>Identificación y Despiece del Sistema</i>	86
4.1.2.	<i>Corte a lo largo de todo del Sistema</i>	89
4.1.3.	<i>Pintado y Armado final del Sistema</i>	93
4.1.4.	<i>Identificación del Sensor de Torque</i>	95
4.2.	CONEXIONES	101
4.2.1.	<i>Dimensiones</i>	108
4.2.2.	<i>Circuito Eléctrico</i>	109
4.2.2.1.	<i>Esquema Completo del Nuevo Sensor</i>	109
4.2.3.	<i>Funcionamiento</i>	110
4.2.4.	<i>Elaboración del Circuito Eléctrico</i>	111
4.2.5.	<i>Elaboración del Simulador de Modulo Eléctrico</i>	117
4.2.5.1.	<i>Esquema del Simulador de Modulo Eléctrico</i>	119
4.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO	121
4.4.	POSIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DE OTROS SENSORES	129

CAPITULO V	130
5.EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....	130
CAPITULO VI.....	133
6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
6.1. CONCLUSIONES	133
6.2. RECOMENDACIONES.....	135
BIBLIOGRAFÍA.....	137
ANEXOS.....	138

TABLA DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1.1 DIRECCIÓN	2
FIGURA 1.2 COCHE DE LOS AÑOS 30	2
FIGURA 1.3 AUTOMÓVIL DE LOS AÑOS 40 Y 50	3
FIGURA 1.4 ESQUEMA DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN	5
FIGURA 1.5 GEOMETRÍA DE LA DIRECCIÓN.....	8
FIGURA 1.6 SISTEMA DE DIRECCIÓN PARA EJE DELANTERO RÍGIDO	12
FIGURA 1.7 ELEMENTOS DE LA DIRECCIÓN CON BARRA DE ACOPLAMIENTO	13
FIGURA 1.8 ESQUEMA INTERNO DE LAS RÓTULAS DE DIRECCIÓN.....	14
FIGURA 1.9 FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO TELESCÓPICO DE LA COLUMNA DE DIRECCIÓN EN CASO DE IMPACTO	15
FIGURA 1.10 COLUMNAS DE DIRECCIÓN QUE CEDEN EN CASO DE CHOQUE.....	15
FIGURA 1.11 SISTEMA DE DIRECCIÓN Y SU COLUMNA DE DIRECCIÓN “PARTIDA”	16
FIGURA 1.12 SISTEMA DE DIRECCIÓN REGULABLE EN ALTURA.....	17
FIGURA 1.13 SISTEMA DE DIRECCIÓN EN PARALELO	20
FIGURA 1.14 MECANISMO DE DIRECCIÓN DE PIÑÓN Y CREMALLERA.....	21
FIGURA 1.15 DESPIECE DE UN MECANISMO DE DIRECCIÓN DE PIÑÓN Y CREMALLERA.	22
FIGURA 1.16 DISPOSITIVO DE REGLAJE DE HOLGURA DE CREMALLERA.....	23
FIGURA 1.17 SISTEMA DE REGLAJE DE LA DIRECCIÓN	24
FIGURA 1.18 DIFERENTES TIPOS DE MECANISMOS DE DIRECCIÓN	25
FIGURA 1.19 MECANISMO DE DIRECCIÓN DE TORNILLO SIN FÍN Y SECTOR DENTADO...	26
FIGURA 1.20 ESQUEMA BÁSICO DE UNA DIRECCIÓN ASISTIDA HIDRÁULICAMENTE	30
FIGURA 1.21 ESQUEMA PRINCIPAL DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA SERVODIRECCIÓN	31

FIGURA 1.22 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SERVODIRECCIÓN.....	31
FIGURA 1.23 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO SIN ACTUAR EN EL VOLANTE	32
FIGURA 1.24 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO CUANDO SE GIRA EL VOLANTE HACIA LA IZQUIERDA	33
FIGURA 1.25 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO CUANDO SE GIRA EL VOLANTE HACIA LA DERECHA.....	34
FIGURA 2.1 DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	39
FIGURA 2.2 PARTES MECÁNICAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	41
FIGURA 2.3 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PARTE ELÉCTRICA DE LA DIRECCIÓN ELECTROMECAÁNICA.....	43
FIGURA 2.4 FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN	45
FIGURA 2.5 FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN AL PARQUEAR	46
FIGURA 2.6 FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN EN CIUDAD	48
FIGURA 2.7 FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN EN AUTOPISTA	49
FIGURA 2.8 FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN EN RETROGIRO ACTIVO	51
FIGURA 2.9 FUNCIONAMIENTO CORRECCIÓN DE MARCHA RECTA.....	52
FIGURA 2.10 DIRECCIÓN HIDRÁULICA	54
FIGURA 2.11 CICLO DE FUNCIONAMIENTO	55
FIGURA 2.12 PARTES DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	55
FIGURA 2.13 DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA.....	56
FIGURA 2.14 CICLO DE FUNCIONAMIENTO	56
FIGURA 2.15 PARTES DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	57
FIGURA 2.16 BENEFICIOS AMBIENTALES	58
FIGURA 2.17 DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA (SENSOR DE TORQUE)	60

FIGURA 3.1 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PARTE ELÉCTRICA DEL SISTEMA	63
FIGURA 3.2 SENSOR DE TORQUE (POTENCIÓMETRO)	64
FIGURA 3.3 CARCASA DEL SENSOR.....	65
FIGURA 3.4 SENSOR DE POSICIÓN.....	66
FIGURA 3.5 SENSOR DE TORQUE DE LA DIRECCIÓN	67
FIGURA 3.6 ESTRUCTURA DEL SENSOR.....	68
FIGURA 3.7 MOTOR ELÉCTRICO.....	72
FIGURA 3.8 DESPIECE DEL MOTOR ELÉCTRICO	73
FIGURA 3.9 DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA (MOTOR)	74
FIGURA 3.10 UNIDAD DE CONTROL.....	75
FIGURA 3.11 MODULO ELECTRÓNICO DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	76
FIGURA 3.12 VISTA INTERNA DEL MODULO ELECTRÓNICO	77
FIGURA 3.13 CURVAS CARACTERÍSTICAS	79
FIGURA 3.14 TESTIGO DE AVERÍAS DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	80
FIGURA 3.15 ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA.....	81
FIGURA 3.16 PARTES DEL NUEVO SENSOR.....	83
FIGURA 3.17 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR	84
FIGURA 4.1 SISTEMA DE DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	86
FIGURA 4.2 DESPIECE DEL SISTEMA.....	86
FIGURA 4.3 SENSOR TIPO POTENCIÓMETRO	87
FIGURA 4.4 CARCASA DEL SISTEMA.....	87
FIGURA 4.5 RUEDA DENTADA	88
FIGURA 4.6 TORNILLO SINFIN	88
FIGURA 4.7 DESPIECE DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA.....	89
FIGURA 4.8 MOTOR ELÉCTRICO.....	89

FIGURA 4.9 ROTOR DEL MOTOR ELÉCTRICO	90
FIGURA 4.10 SEÑALIZACIÓN DEL CORTE	90
FIGURA 4.11 CORTE DE LA CARCASA	91
FIGURA 4.12 CORTE FINAL DE LA CARCASA	91
FIGURA 4.13 LIMADO DE LA CARCASA	92
FIGURA 4.14 PINTADO DE LA CARCASA DEL MOTOR ELÉCTRICO	93
FIGURA 4.15 PARTES INTERNAS DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA	93
FIGURA 4.16 VISTA GENERAL DEL TRABAJO REALIZADO	94
FIGURA 4.17 SENSOR DE TORQUE.....	95
FIGURA 4.18 EJE DE LA DIRECCIÓN MONTADO SOBRE ÉL LA RUEDA DENTADA Y EL SENSOR	95
FIGURA 4.19 VISTA SUPERIOR DE LA SENSOR DE TORQUE.....	96
FIGURA 4.20 CARCASA PARA USO DEL NUEVO SENSOR.....	96
FIGURA 4.21 PLACA DEL SENSOR	97
FIGURA 4.22 PARTES A UTILIZAR EN EL NUEVO SENSOR	97
FIGURA 4.23 LUGAR DONDE VA POSICIONADA LA PLACA DEL NUEVO SENSOR.....	98
FIGURA 4.24 MOTOR ELÉCTRICO DEL SISTEMA SIN SU EJE DE DIRECCIÓN	98
FIGURA 4.25 DESPIECE COMPLETO DEL SISTEMA CON LAS PARTES DEL NUEVO SENSOR	99
FIGURA 4.26 CARCASA DEL NUEVO SENSOR CON PERFORACIÓN	99
FIGURA 4.27 NUEVO SENSOR CON PERFORACIONES CON SU PLACA EN EL INTERIOR..	100
FIGURA 4.28 CONVERTIDOR DE TENSIÓN 7808.....	102
FIGURA 4.29 ESQUEMA CONVERTIDOR DE TENSIÓN 7808.....	103
FIGURA 4.30 TRANSISTOR NPN	104
FIGURA 4.31 LED INFRARROJO.....	105

FIGURA 4.32 FOTOTRANSISTOR Y SU ESQUEMA INTERNO.....	106
FIGURA 4.33 ANGULO DE RESPUESTA DEL FOTOTRANSISTOR.....	107
FIGURA 4.34 DIMENSIONES DEL FOTOTRANSISTOR (VISTA FRONTAL)	108
FIGURA 4.35 DIMENSIONES DEL FOTOTRANSISTOR (VISTA INFERIOR)	108
FIGURA 4.36 CIRCUITO ELÉCTRICO DEL NUEVO SENSOR	109
FIGURA 4.37 ESQUEMA GRÁFICO DEL NUEVO SENSOR.....	109
FIGURA 4.38 CIRCUITO DEL SENSOR EN PROTOBOARD.....	111
FIGURA 4.39 CIRCUITO DEL SENSOR REDUCIDO EN BAQUELITA.....	112
FIGURA 4.40 CIRCUITO DENTRO DE LA CARCASA DEL SENSOR CON FIBRA AISLADORA	112
FIGURA 4.41 POSICIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SENSOR.....	113
FIGURA 4.42 UBICACIÓN DEL LED EMISOR EN LA TAPA	113
FIGURA 4.43 DIODO EMISOR Y FOTOTRANSISTOR.....	114
FIGURA 4.44 CARCASA DEL SENSOR PINTADA CON SPRAY NEGRO	114
FIGURA 4.45 PROCESO DE PINTADO DE LA PLACA DEL NUEVO SENSOR	115
FIGURA 4.46 PLACA FINALIZADA Y MEJORAMIENTO EN LOS DETALLES DE PINTURA ...	115
FIGURA 4.47 FIJACIÓN DE LA PLACA EN EL EJE DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA....	116
FIGURA 4.48 ASEGURAMIENTO DEL LED EMISOR CON SILICONA	116
FIGURA 4.49 PRUEBAS ELÉCTRICAS DEL INTERRUPTOR INVERSOR CON UNA PUNTA LÓGICA.....	117
FIGURA 4.50 RELÉ DEL SIMULADOR DEL MODULO ELÉCTRICO	118
FIGURA 4.51 ESQUEMA DEL SIMULADOR DE MODULO ELÉCTRICO	119
FIGURA 4.52 INTERRUPTOR INVERSOR DE POLARIDAD	120
FIGURA 4.53 PLANCHA PARA FORMAR EL COSTADO DEL TABLERO.....	121
FIGURA 4.54 DOBLADO DE LA PLANCHA EN UNA PRENSADORA	122
FIGURA 4.55 SOLDADO DE LOS BORDES DE LA PLANCHA.....	123

FIGURA 4.56 FIJACIÓN CON SUELDA MIG DE LAS PATAS DE LA MESA EN LA PLANCHA	123
FIGURA 4.57 MESA PREVIO AL BAÑO DESENGRASANTE	124
FIGURA 4.58 MESA DESPUÉS DEL BAÑO DE FOSFATO	124
FIGURA 4.59 PINTADO DE LA MESA	125
FIGURA 4.60 MESA INGRESANDO AL HORNO	125
FIGURA 4.61 TABLERO FINALIZADO DONDE IRA MONTADO EL PROYECTO	126
FIGURA 4.62 FIJACIÓN DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA EN EL TABLERO	127
FIGURA 4.63 PERFORACIÓN EN EL TABLERO PARA COLOCAR EL SIMULADOR	127
FIGURA 4.64 PROYECTO FINALIZADO (VISTA FRONTAL).....	128
FIGURA 4.65 PROYECTO FINALIZADO EN PERSPECTIVA	128

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 DIFERENCIA ENTRE DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA Y LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	53
TABLA 3.1 TIPOS DE SENSORES ELÉCTRICOS	62
TABLA 4.1 SÍNTOMAS Y SOLUCIONES EN REMOTO CASO DE AVERÍA DEL SENSOR.....	110
TABLA 5.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA (MATERIALES DIRECTOS)	130
TABLA 5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA (MANO DE OBRA).....	130
TABLA 5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA (MATERIALES INDIRECTOS)	131
TABLA 5.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA (OTROS GASTOS Y TOTAL).....	131
TABLA 5.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA (VARIACIÓN GASTO REAL VS. PRESUPUESTO ESTIMADO)	131

SÍNTESIS

Uno de los mecanismos más importantes y conocidos del automóvil es el Sistema de Dirección, ya que el mismo se encarga de direccionar las ruedas delanteras del vehículo por medio de la acción que ejecuta el conductor en el volante para que el mismo tome la trayectoria deseada.

A través de la evolución del sistema se generaron varios dispositivos los cuales tuvieron como prioridad la seguridad y el confort del conductor, ya que en los primeros sistemas de la dirección era necesario realizar mayor esfuerzo físico para maniobrarla.

El proyecto realizado acerca del Sistema de Dirección Electroasistida tuvo como objetivo general proponer una mejora del sensor de torque de este tipo de dirección, ya que en sus primeros modelos hubo inconvenientes con dicho sensor, debido que el mismo tenía un desgaste prematuro y a su vez enviaba señales erróneas hacia el módulo electrónico del sistema. Nuestra realidad fue cambiar todo el sensor, rediseñarlo y mejorarlo.

En la nueva era de la tecnología automotriz decidimos hacer algo innovador y práctico con el fin de que tanto nuestros compañeros como los docentes de la Universidad Internacional del Ecuador puedan darle un uso adecuado para la enseñanza, así facilitando el estudio de la dirección eléctrica en un futuro.

En el proyecto se realizó una investigación sobre toda la parte teórica que interviene en el sistema de dirección para poder recalcar las bases del tema tratado y a su vez enriquecer nuestros conocimientos, también se elaboró un estudio sobre el mejoramiento del sensor de giro de este sistema de dirección para corregir la falla antes mencionada.

Se diseñó el circuito eléctrico que va a conformar el nuevo sensor de giro donde su señal emitida se representa con un led testigo (luz intermitente). También se elaboró un circuito para dar movimiento al motor eléctrico del sistema, probando la asistencia de la dirección y así, para facilitar la manipulación de la misma por medio de un interruptor de inversor de polaridad, es decir un interruptor de elevavidrios.

Se diseñó el tablero didáctico donde irá montado el proyecto con todos sus componentes eléctricos.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Historia

En los primeros vehículos el accionamiento de la dirección se hacía mediante una palanca o manubrio.

Posteriormente por razones prácticas se adoptó el volante redondo que hasta hoy conocemos, además se hizo necesario darle firmeza al sistema logrando cierta irreversibilidad, sobretodo cuando las ruedas chocaban contra un objeto sólido o ante las irregularidades del camino, que repercutían con violencia sobre el timón, haciéndole perder el rumbo al vehículo con gran facilidad, con los peligros consiguientes.

Adicionalmente el mover el volante debía ser una maniobra sencilla, y suave de ejecutar por lo cual se montaron los primeros sistemas de desmultiplicación, que aumentaban la suavidad de operación del sistema.

La mezcla de estas dos características necesarias, produjo a lo largo de su evolución hasta nuestros días, sistemas más suaves, precisos y sensibles para el conductor, que debe percibir a través de él, el camino por el que transita.

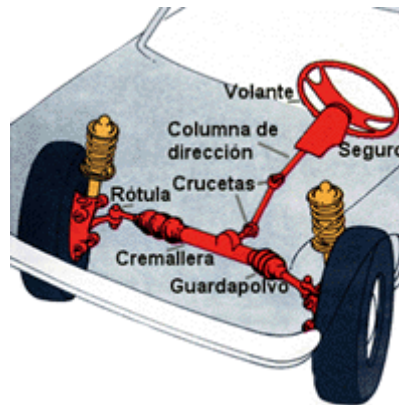


Figura 1.1 Dirección¹

1.1.2. Evolución del Sistema

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.



Figura 1.2 Coche de los años 30²

¹ <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/03/mecanica-del-automovil.html>

² <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/03/mecanica-del-automovil.html>

Con el paso de los años se adoptaron sistemas de 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.



Figura 1.3 Automóvil de los años 40 y 50³

³ <http://agaudi.files.wordpress.com/2007/10/cad55red1.jpg>

1.2. LA DIRECCIÓN

1.2.1. ¿Qué es el Sistema de Dirección?

La dirección es el sistema encargado de proporcionar el giro adecuado a las ruedas delanteras del automóvil mediante la acción que el conductor ejecuta sobre el volante para que tome la trayectoria deseada.

- La dirección debe reunir ciertas cualidades que permitan ofrecer:
- Una seguridad activa
- Una seguridad pasiva
- Comodidad
- Suavidad
- Precisión
- Facilidad de manejo
- Estabilidad

El sistema de dirección debe ser capaz de hacer retornar por sí mismo a las ruedas delanteras a la posición original de marcha recta al final de una curva. También se debe tener en cuenta los factores de peso del vehículo, así como la superficie de contacto de los neumáticos. Todas estas fuerzas de rozamiento necesitaran el desarrollo de diferentes mecanismos de dirección que permitan una conducción con las necesidades antes mencionadas.

Los instrumentos que intervienen en la dirección deben ser robustos en la construcción y con ajustes precisos. En caso de una colisión está establecido que adopte un cierto grado de deformidad toda la columna de la dirección para evitar mayores daños. También para una mejor adaptación a la altura de cada

conductor y mejorar así los aspectos de comodidad, es decir que se puede variar la posición de altura del volante según las necesidades.

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 directrices, el vehículo dispone de un mecanismo desmultiplicador, en los casos simples (coches antiguos), o de servomecanismo de asistencia (en los vehículos actuales).’⁴

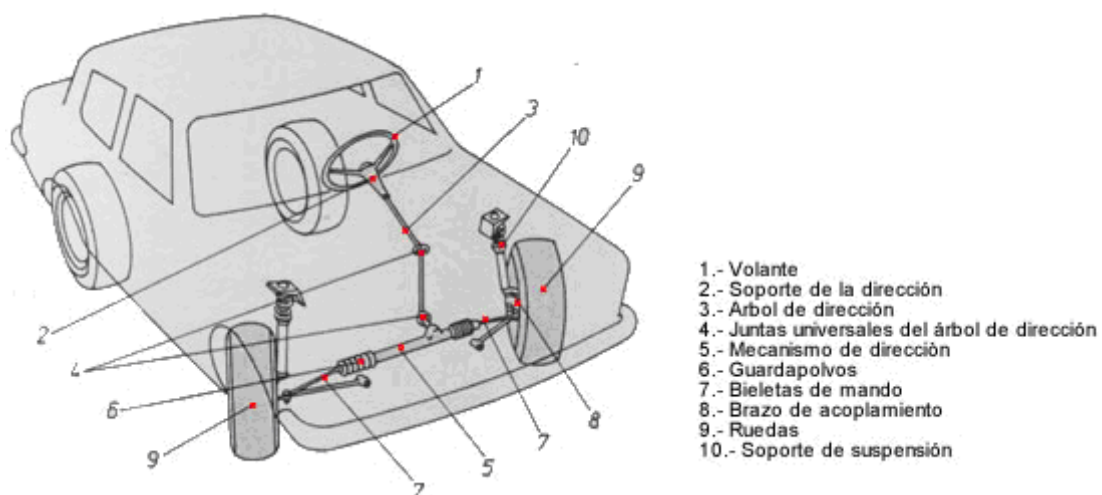


Figura 1.4 Esquema de Componentes del Sistema de Dirección⁵

⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

⁵ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

1.2.2. Características

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 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:

- Por excesivo juego en los componentes de dirección.
- 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.
- 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.
- El desequilibrio de las ruedas, 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.
- 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 ruedas pero, por el contrario, las oscilaciones que toman estas, debido a las incidencias del terreno, no deben ser 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 1.5), 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.

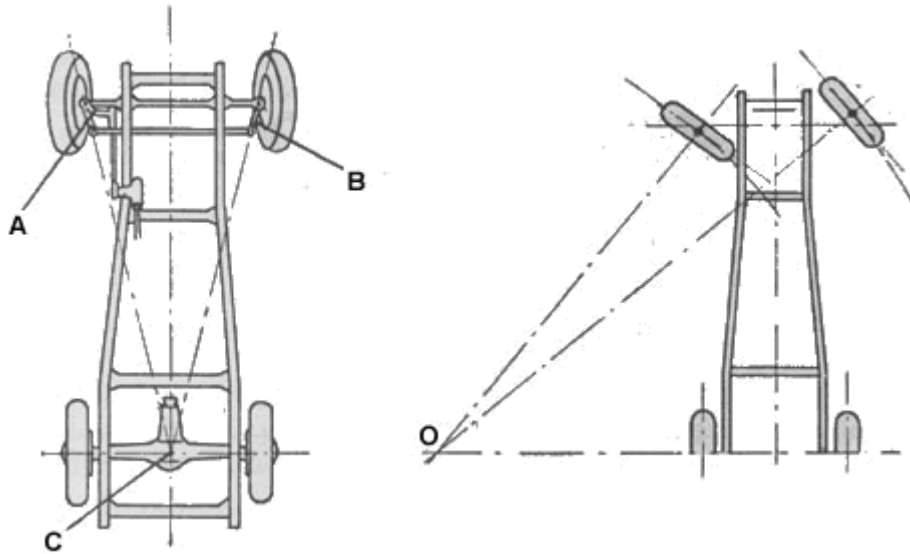


Figura 1.5 Geometría de la Dirección⁶

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

⁶ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

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 si el piso está mojado, caso en el que se puede producir el derrape en curvas cerradas tomadas a gran velocidad.

1.2.3. Función del Mecanismo

Para dirigir cualquier automóvil se emplea el volante, es el que orienta las ruedas delanteras en la dirección deseada. Las ruedas traseras siguen la trayectoria marcadas por aquellas. Serían muchos los inconvenientes que se plantearía en intentar dirigir al automóvil con las ruedas traseras. El principal de estos problemas sería la inestabilidad direccional.

Las bicicletas se dirigen directamente desde el manubrio. Pero en el automóvil, el conductor no tendría las fuerzas para orientar unas ruedas delanteras conectadas directamente al volante. Por esta razón la dirección debe incorporar un sistema de desmultiplicación y a veces un dispositivo de asistencia mecánica para ampliar el esfuerzo que realiza el conductor en el volante.

Cualquier mecanismo de dirección deberá ser preciso y fácil de manejar, y las ruedas delanteras tendrán que volver a su posición central al completar una curva. La dirección no debe transmitir al conductor las irregularidades de la carretera.

El soporte que aloja y soporta el eje de la dirección sirve con frecuencia para montar algunos otros mandos, como el mecanismo de cambio de velocidades, el de accionamiento de las bocinas y los interruptores de las luces.

El interruptor de cambio de luces generalmente se lo monta por detrás del volante, al igual de la palanca de mando de los limpiaparabrisas. Algunos modelos tienen una columna de dirección ajustable. La parte superior, a la que se conecta el volante, puede moverse telescópicamente y en algunos casos, puede colocarse en un ángulo adaptado a la altura y posición del conductor.

“Durante muchos años se han realizado numerosas investigaciones para proteger al conductor contra las lesiones que pudiera producirle el árbol de la dirección en caso de choque frontal. El árbol de la dirección puede diseñarse para que ceda al chocar el vehículo. Por ejemplo, en el sistema AC Delco, el árbol tubular esta formado por una rejilla metálica, que a pesar de ser resistente a la torsión, se pliega y absorbe la energía cuando se comprime el mismo. En otro tipo, el eje está dividido en secciones unidas entre si por juntas. Estas secciones no tienen un eje longitudinal común.”⁷

El volante presenta una parte central ancha y unos radio también anchos para distribuir la carga del impacto por todo el pecho del conductor. El volante puede también diseñarse para que ceda ante una carga determinada.

⁷ VEGA, José Luis, *El Libro del Automóvil*, séptima edición, México, Selecciones del Reader's Digest, 1980.

1.2.4. Estructura de la Dirección

Son necesarios varios componentes para que el conductor pueda transmitir a las ruedas el movimiento de giro del volante, los cuales pueden diferenciarse según el modelo del vehículo.

El mecanismo de la dirección es el que se encarga de desmultiplicar la fuerza ejercida por el conductor sobre el volante, transformando su movimiento en un movimiento de tracción o de empuje de las barras de acoplamiento.

Mediante la biela de mando de la dirección o cremallera de la dirección se transmite el movimiento transformado a la tirantería de la dirección. La misma que tiene la misión de transmitir el movimiento de salida del mecanismo de dirección hacia las ruedas.

Más adelante se aclarará cada una de las partes básicas antes mencionadas de los componentes del sistema de dirección.

A continuación se verán las principales partes que conforman la estructura de este sistema.

1.2.4.1. Tirantería de la Dirección

Es también llamado acoplamiento de la dirección, éste principal componente de la dirección según su tipo de montaje del eje delantero se utilizan:

- Barras de acoplamiento de una sola pieza accionados mediante bielas de mando de la dirección.
- Barras de acoplamiento de dos piezas accionado por biela de mando de la dirección.
- Barra de acoplamiento de dos piezas accionada por cremallera.
- Barra de accionamiento de tres piezas accionada mediante biela de mando de la dirección.

Aquí están dos tipos de tirantería antes mencionados:

- *Barras de acoplamiento de una sola pieza accionados mediante bielas de mando de la dirección.*- Se utiliza una barra de acoplamiento única (4) que va unida a los brazos de la rueda o brazo de la dirección (3) y a la palanca de ataque o palanca de mando (2).

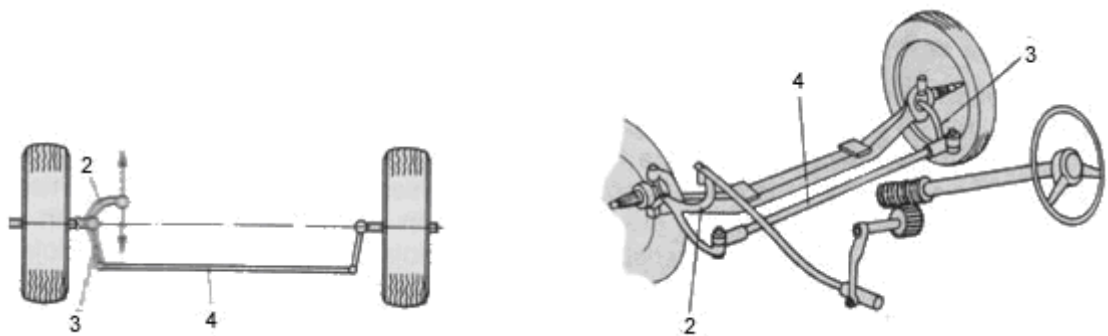


Figura 1.6 Sistema de Dirección para Eje Delantero Rígido⁸

⁸ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

- *Barra de accionamiento de tres piezas accionada mediante biela de mando de la dirección.*- 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.

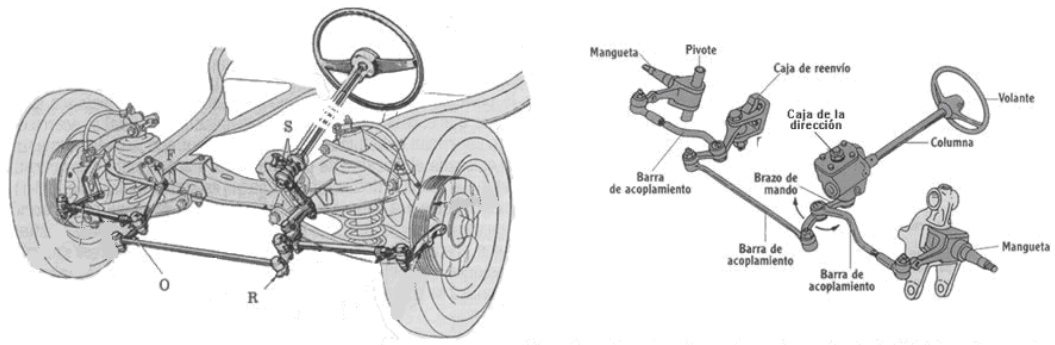


Figura 1.7 Elementos de la Dirección con Barra de Acoplamiento⁹

1.2.4.2. Amortiguadores de la dirección

Los amortiguadores de la dirección son amortiguadores de un solo tubo que cumplen con la función de eliminar movimientos bruscos de la dirección y evitar oscilaciones en las ruedas. Estos amortiguadores pueden montarse en cualquiera de los diferentes tipos de dirección.

1.2.4.3. 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 estanqueizado evita la pérdida de lubricante. La esfera interior, macho

⁹ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

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.

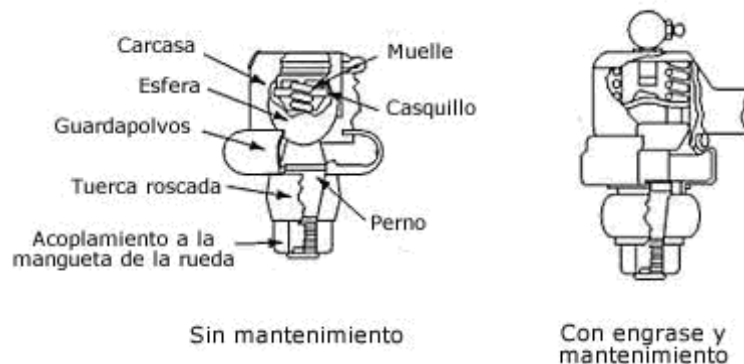


Figura 1.8 Esquema Interno de las Rótulas de Dirección¹⁰

Existen otras partes básicas del sistema de dirección que se van a detallar a continuación:

- Volante.- Es el que proporciona el medio para que el conductor haga girar el eje de dirección.
- Eje de la dirección.- Es el que transmite el movimiento giratorio del timón o volante a los engranes de la dirección.
- Columna de la dirección.- Es un elemento muy importante ya que es el que encierra y soporta el eje de la dirección. Y no solo eso, sino que se han utilizado varios métodos de seguridad para salvaguardar la vida del conductor. En la columna de la dirección se han montado desde hace muchos años dispositivos que permiten ceder al en caso de choque frontal del vehículo, pues en estos casos hay peligro de incrustarse el

¹⁰ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

volante en el pecho del conductor. Es frecuente utilizar uniones que se rompen al ser sometidas a presión y dispositivos telescópicos o articulaciones angulares que impiden que la presión del impacto se transmita en línea recta a lo largo de la columna.

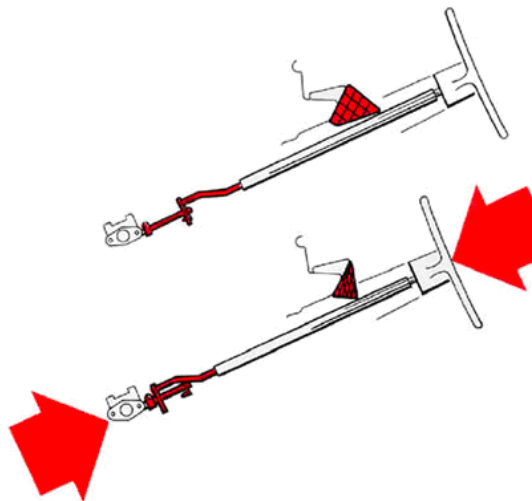


Figura 1.9 Funcionamiento del Dispositivo Telescópico de la Columna de Dirección en caso de Impacto¹¹

Aquí se presenta algunos tipos de medidas de seguridad que se han diseñado por algunos fabricantes.

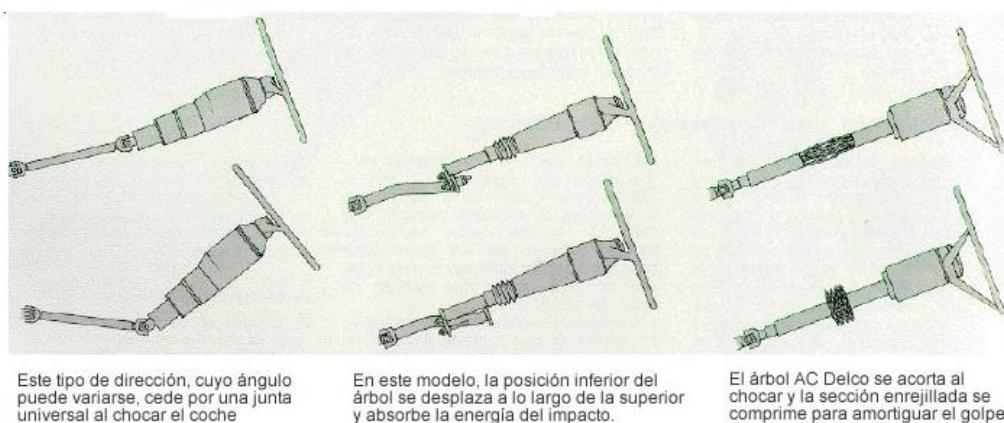


Figura 1.10 Columnas de Dirección que Ceden en caso de Choque¹²

¹¹ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

¹² <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

A continuación se muestra el despiece e implantación del tipo de dirección con un dispositivo telescópico o retráctil de la columna de la dirección. Donde, 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 (N), que en su unión a la cremallera están protegidas por el capuchón de goma o guardapolvos (O), evitando que tenga 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.

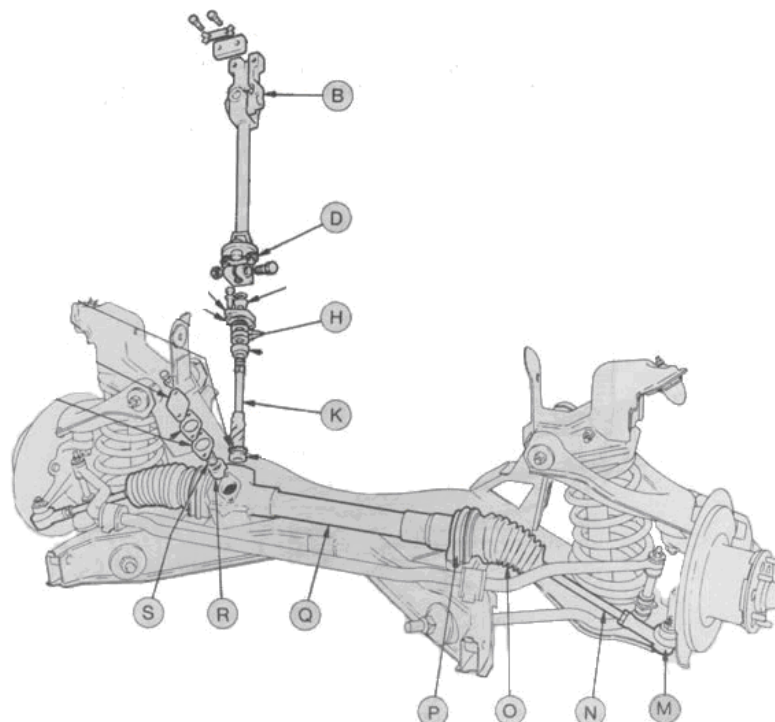


Figura 1.11 Sistema de Dirección y su Columna de Dirección
“partida”¹³

¹³ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

La columna de la dirección va partida, por las medidas de seguridad antes mencionadas, 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).

La mayoría de los sistemas de dirección posee también en su columna una palanca de reglaje, la misma que sirve para regular la altura de todo el sistema obteniendo un mayor confort y también para satisfacer las necesidades del conductor.

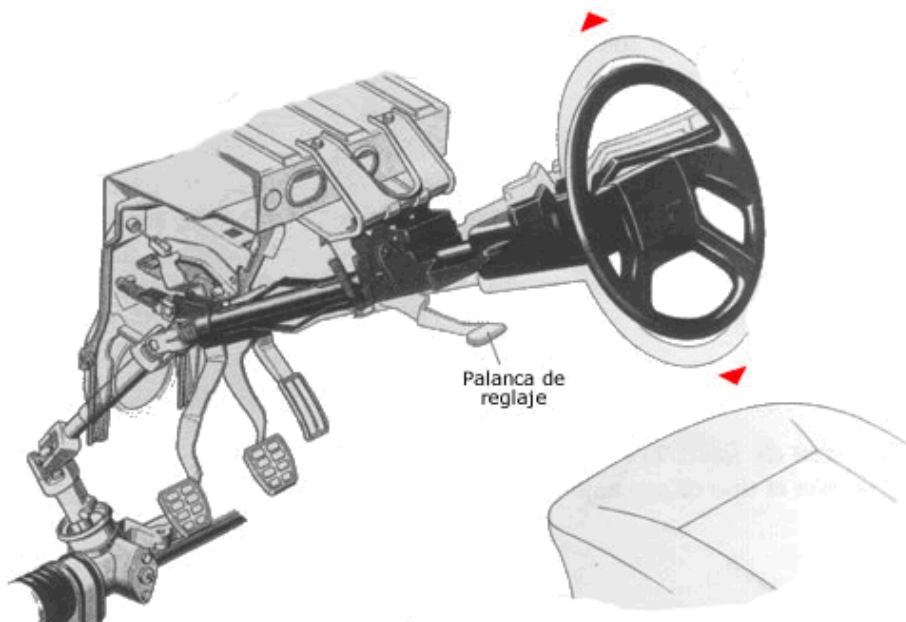


Figura 1.12 Sistema de Dirección Regulable en Altura¹⁴

¹⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

- Engranajes de la Dirección.- Es el encargado de convertir el movimiento giratorio del volante y del eje en movimiento lateral de los acoplamientos de la dirección, también proporciona reducción de engranes para reducir el esfuerzo de la misma.
- Brazos de la Dirección.- Son los que conectan el eje de la rueda y el acoplamiento o tirantería de la dirección y los dirige hacia adentro para proporcionar divergencia de las ruedas en los virajes.
- Módulo de Bolsas de Aire.- Actualmente casi todos los automóviles poseen un módulo que contiene una bolsa de aire o también llamado sistema Airbag. La cuál en una colisión, la bolsa de aire se despliega en forma automática y se infla limitando el movimiento evitando así las lesiones del conductor contra el volante. Lo cuál la bolsa de aire del conductor se encuentra ubicada en el volante. El sistema incluye el módulo de la bolsa de aire, los sensores de colisión, el accionador de la bolsa de aire y la alimentación de corriente.

1.3. TIPOS DE SISTEMA DE DIRECCIÓN

El vehículo se dirige por medio de una caja de reducción o desmultiplicador de fuerza y de un sistema de bieletas y palancas diseñadas para proporcionar al conductor control direccional con el mínimo esfuerzo.

El volante se une a un eje contenido en un tubo que le sirve de soporte y que se le conoce con el nombre de columna de la dirección. El eje se une al mecanismo de la dirección, que el mismo convierte el movimiento giratorio del volante en otro de vaivén en las articulaciones de las ruedas delanteras, y proporciona al conductor el efecto de amplificación que necesita para orientar las ruedas sin tener que realizar grandes esfuerzos. Durante muchos años se han usado muchos tipos de direcciones, entre los que se destacan son el de dedo y husillo, el de tornillo y tuerca con ruedas circulantes, etc.

A continuación detallamos los tipos de sistemas más relevantes que han pasado por la evolución de los mecanismos de dirección.

1.3.1. Sistema de Dirección en Paralelo

Este tipo de acoplamiento en paralelogramo usa dos varillas de articulación, un acoplamiento central y un brazo loco o inactivador. El brazo pitman o palanca de mando del engrane de la dirección y el brazo inactivador se conectan sobre los lados opuestos del automóvil. Los brazos fijan la articulación central a la estructura para que no se vea afectado por movimientos de la suspensión. El

movimiento hacia los lados está controlado por el brazo pitman y por el brazo inactivador. Las varillas se conectan desde el brazo de la dirección y el acoplamiento central. Poseen un extremo interno y externo en la varilla de articulación. Los extremos de bola del extremo de la varilla de articulación permiten un movimiento vertical de la rueda mientras se maneja.

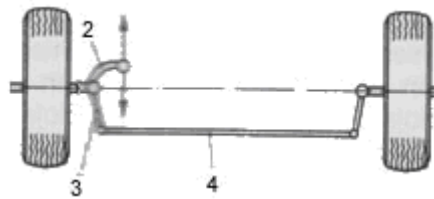


Figura 1.13 Sistema de Dirección en Paralelo¹⁵

1.3.2. Sistema de Dirección para Acoplamiento de Piñón y Cremallera

Esta articulación de piñón y cremallera es la modificación del acoplamiento en paralelogramo. El sistema de engrane de piñón y cremallera se monta a la estructura del vehículo para que no se mueva. La cremallera dentro del compartimiento se mueve longitudinalmente. Una varilla de articulación es mantenida por una conexión de tipo bola sobre cada extremo de la cremallera. Los extremos exteriores de las varillas de articulación se ajustan a los extremos de estas en los brazos de dirección. Las varillas de articulación sobre los engranajes se ajustan en el centro de la cremallera, más que en los extremos. Estos son llamados engranes de cremallera y de piñón de separación central.

¹⁵ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

Su principal característica es su sencillez del 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.

1.3.2.1. Partes

El mecanismo está constituido por una barra de cremallera (1) que se desplaza 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.

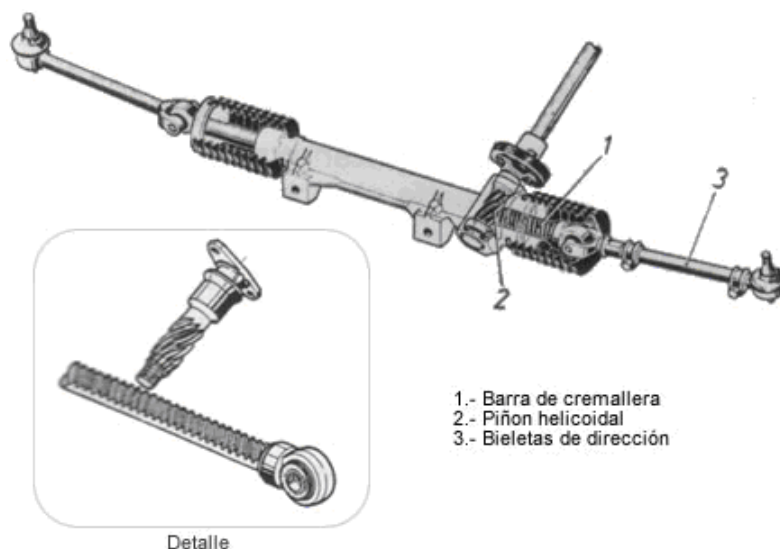


Figura 1.14 Mecanismo de Dirección de Piñón y Cremallera¹⁶

¹⁶ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

En la parte inferior se mostrará el despiece del sistema de dirección de piñón y cremallera, que consiste en una barra (6), donde esta 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).

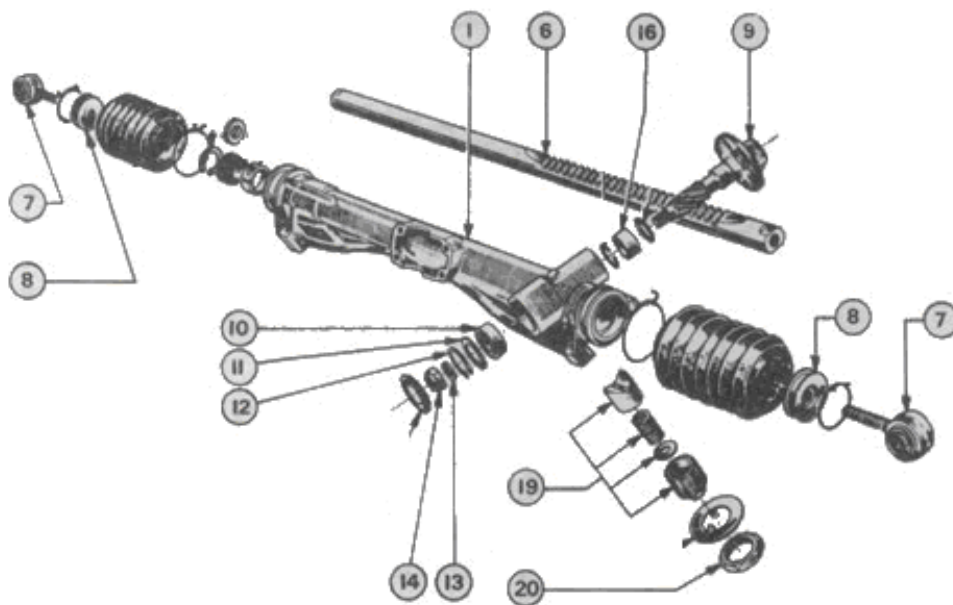


Figura 1.15 Despiece de un Mecanismo de Dirección de Piñón y Cremallera¹⁷

¹⁷ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

1.3.2.2. Sistema de reglaje

El reglaje para que se mantenga la holgura entre el piñón (1) y la cremallera (2), se la 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 siguientes figuras.

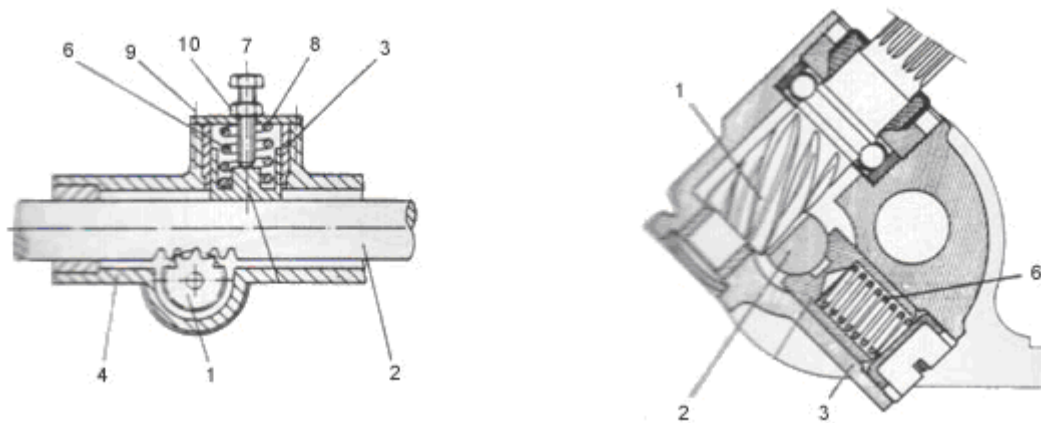


Figura 1.16 Dispositivo de Reglaje de Holgura de Cremallera¹⁸

A continuación se mostrará un esquema general del sistema de reglaje del acoplamiento de dirección de piñón y cremallera.

¹⁸ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

“Donde la rótula (B), es la que permite el movimiento ascendente y descendente de la rueda, donde su 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.”¹⁹

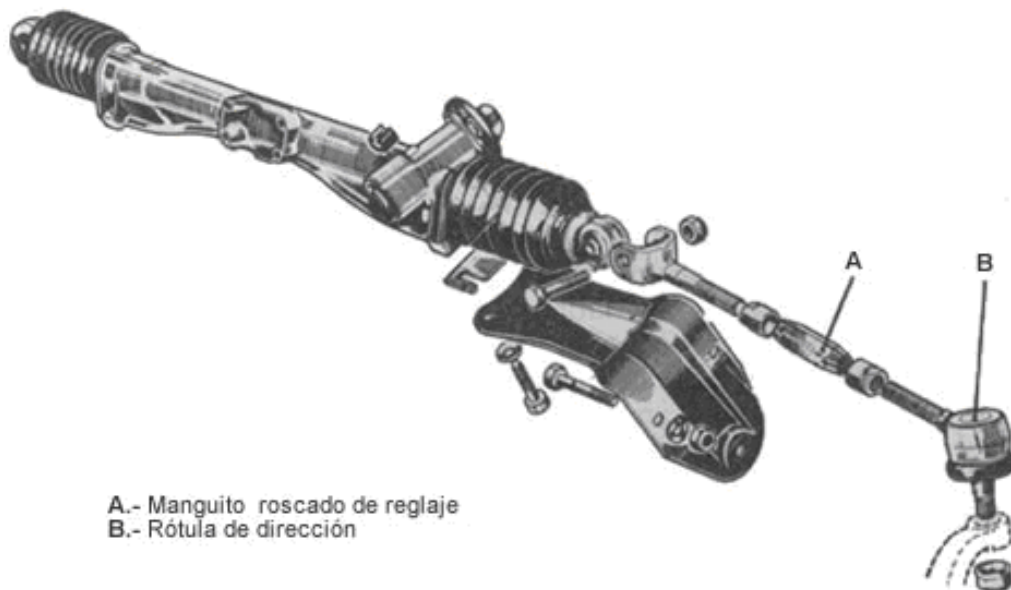


Figura 1.17 Sistema de Reglaje de la Dirección²⁰

1.3.3. Sistema de 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.

¹⁹ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

²⁰ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

1.3.3.1. Tipos

Los principales tipos de este sistema de dirección se los detallará en la siguiente lista:

- Sinfín cilíndrico y tuerca.
- Sinfín cilíndrico y sector circular.
- Sinfín y rodillo.

A continuación se muestra un esquema general de los tipos de dirección con el mecanismo sin fin antes mencionados.

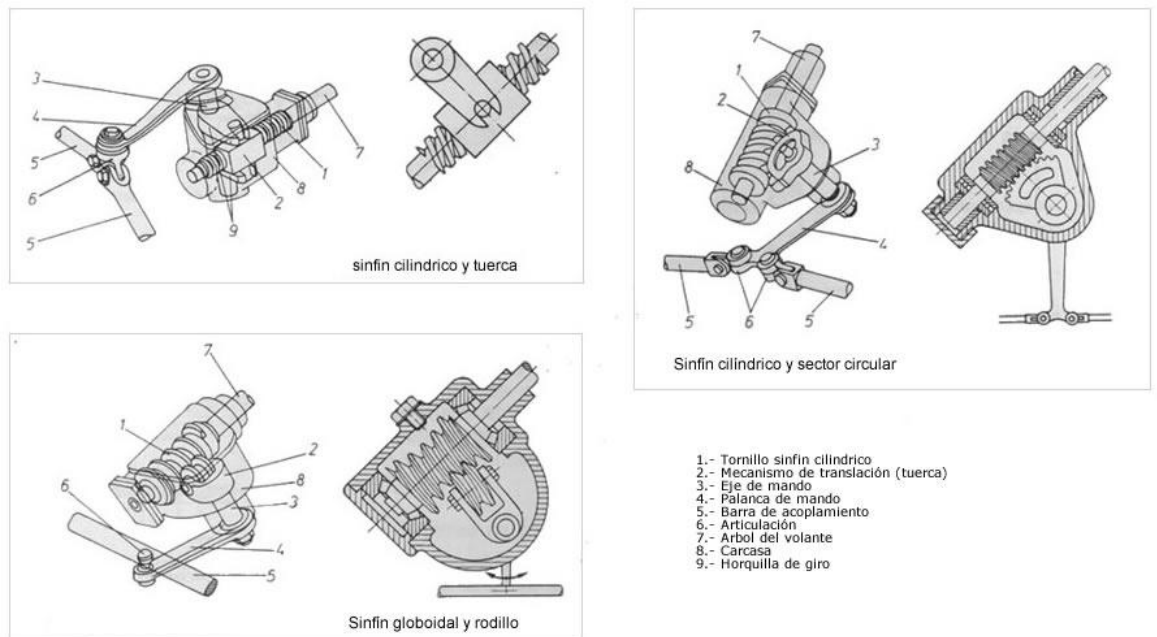


Figura 1.18 Diferentes tipos de Mecanismos de Dirección²¹

²¹ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

En la siguiente figura está representado el sistema de tornillo y sector dentado, el cual consiste en un tornillo sinfín (7), al que se une por medio de estrías la columna de la dirección. Dicho sinfín va alojado en una caja (18), en la que se apoya por medio de los cojinetes de rodillos (4). Uno de los extremos del sinfín recibe la tapadera (5), roscada a la caja, con la cual puede reglarse el huelgo longitudinal del sinfín. 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.

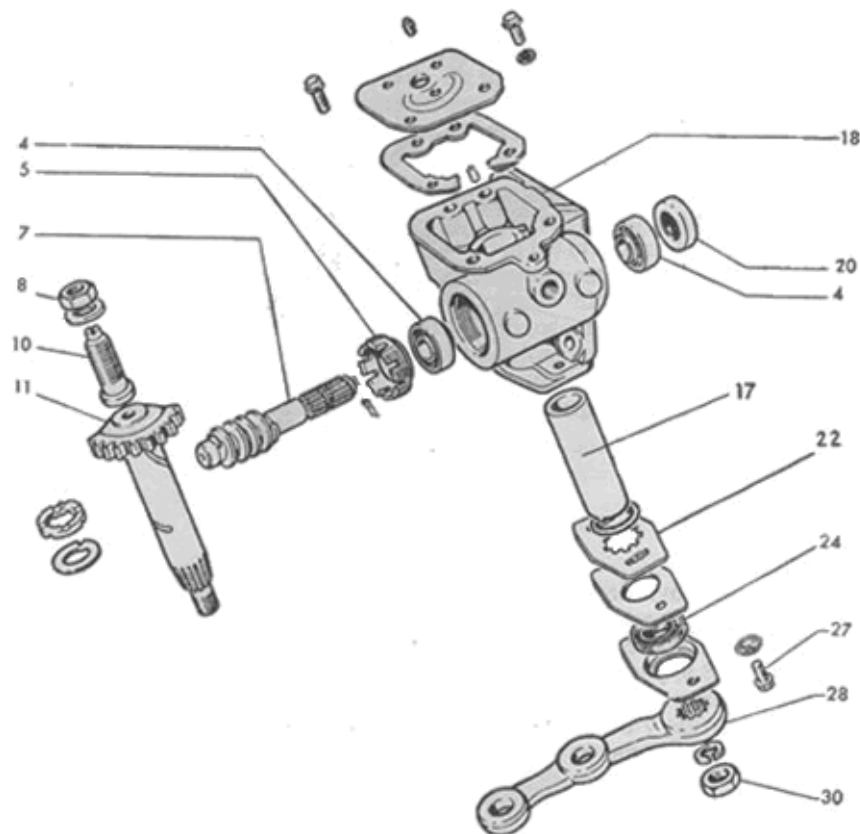


Figura 1.19 Mecanismo de Dirección de Tornillo Sinfín y Sector Dentado²²

²² <http://www.mecanicavirtual.org/direccion.htm>

Engranando con el sinfín en el interior de la caja de la dirección se encuentra el sector (11), que se apoya en el casquillo de bronce (17) y que por su extremo recibe el brazo de mando (28) en el estriado cónico, al que se acopla y mantiene por medio de la tuerca (30) roscada al mismo eje del sector. Rodeando este mismo eje y alojado en la carcasa se monta el retén (24). El casquillo de bronce (17), donde se aloja el eje del sector, es excéntrico para permitir, mediante el tornillo con excéntrica (10) acercar más o menos dicho sector el sinfín con el fin de efectuar el ajuste de ambos a medida que vaya produciéndose desgaste. El tornillo de reglaje (10) se fija por medio de la tuerca (8) para impedir que varíe el reglaje una vez efectuado. La posición del casquillo (17) se regula por la colaboración de la chapa (22) y su sujeción al tornillo (27).

1.4. DIRECCIÓN HIDRÁULICA

Este tipo de sistema de dirección utiliza la presión hidráulica para disminuir el esfuerzo requerido en el manejo, aumentando la seguridad al proporcionar un control más eficaz de la dirección.

Existen tres tipos de dirección hidráulica:

- Dirección hidráulica de piñón y cremallera de tipo integral.
- Dirección de bolas recirculantes de tipo integral.
- Dirección con asistencia de acoplamiento.

1.4.1. Definición

Al tener en todos los vehículos neumáticos con una baja presión y una gran superficie de contacto, se hace difícil al tratar de maniobrar el volante de la dirección para orientar las ruedas, sobre todo con el auto parado. Por esta razón 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.

“La dirección asistida consiste en acoplar a un mecanismo de dirección simple, un circuito de asistencia llamado servo-mando. Este circuito puede ser accionado por el vacío de la admisión o el proporcionado por una bomba de vacío, la fuerza hidráulica proporcionada por una bomba hidráulica, el aire comprimido

proporcionado por un compresor que también sirve para accionar los frenos y también últimamente asistido por un motor eléctrico (dirección eléctrica).”²³

1.4.2. Partes

Las principales partes que conforman el sistema de dirección hidráulica las mostraremos detalladamente a continuación:

- Bomba de la dirección hidráulica.- La bomba produce la presión hidráulica y el flujo requerido para la operación del sistema. Generalmente está impulsada por una banda a partir del cigüeñal del motor.
- Mangueras de la dirección hidráulica.- Estas están fabricadas de hule y material tejido, las mismas que están hechas para soportar altas presiones hidráulicas. Una manguera conduce el líquido a alta presión hacia los mecanismos de la dirección, mientras que otra devuelve el líquido al depósito de la bomba.
- Fluido de la dirección hidráulica.- Este líquido debe poseer ciertas características específicas en cuanto a viscosidad, resistencia al calor antiespumante y buena lubricación. El empleo de un líquido que no tenga estas características puede provocar que los empaques se deterioren y existan fugas.

²³ RUEDA SANTANDER, Jesús, *Mecánica & Electrónica Automotriz (Tomo 2 Mecánica Automotriz)*, Edición 2003, Colombia, Editorial DISELI, 2003.

- Enfriador de la dirección hidráulica.- Algunos vehículos vienen equipados con un enfriador de la dirección hidráulica que evita el sobrecalentamiento del líquido. En algunos casos se utiliza una espira de tubo de metal. El líquido que pasa a través del tubo es enfriado por el aire que fluye sobre el mismo. En otros casos se conecta un pequeño intercambiador de calor en la línea de retorno. El enfriador se coloca donde el flujo del aire pueda enfriar al líquido conforme pasa por el intercambiador de calor.

El esquema básico de este sistema se mostrará en el siguiente recuadro:

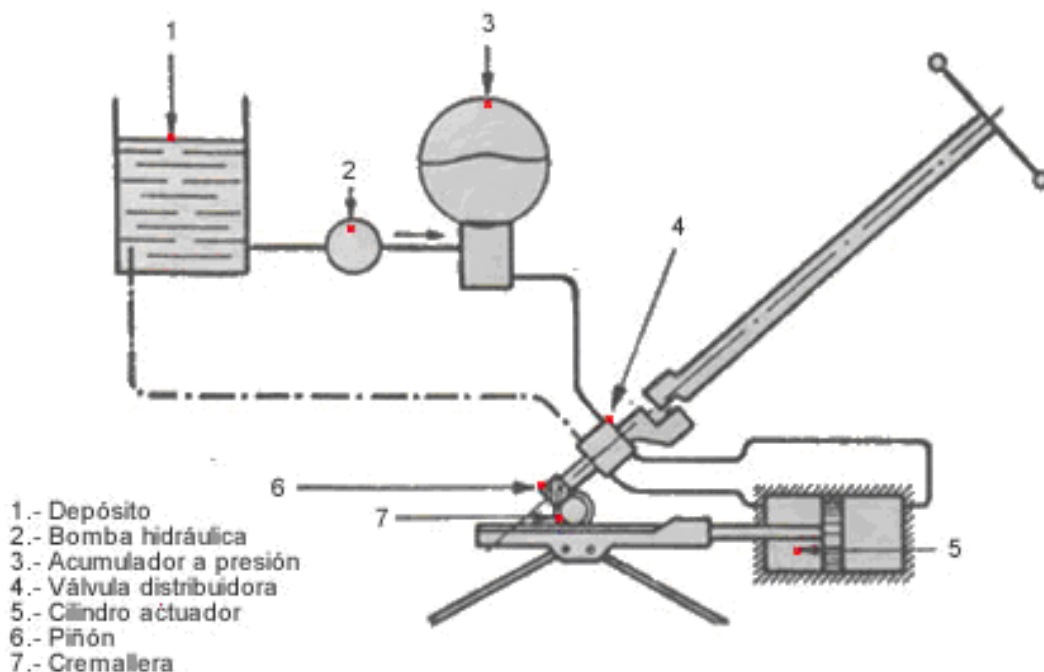


Figura 1.20 Esquema Básico de una Dirección Asistida Hidráulicamente²⁴

²⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-hidra.htm>

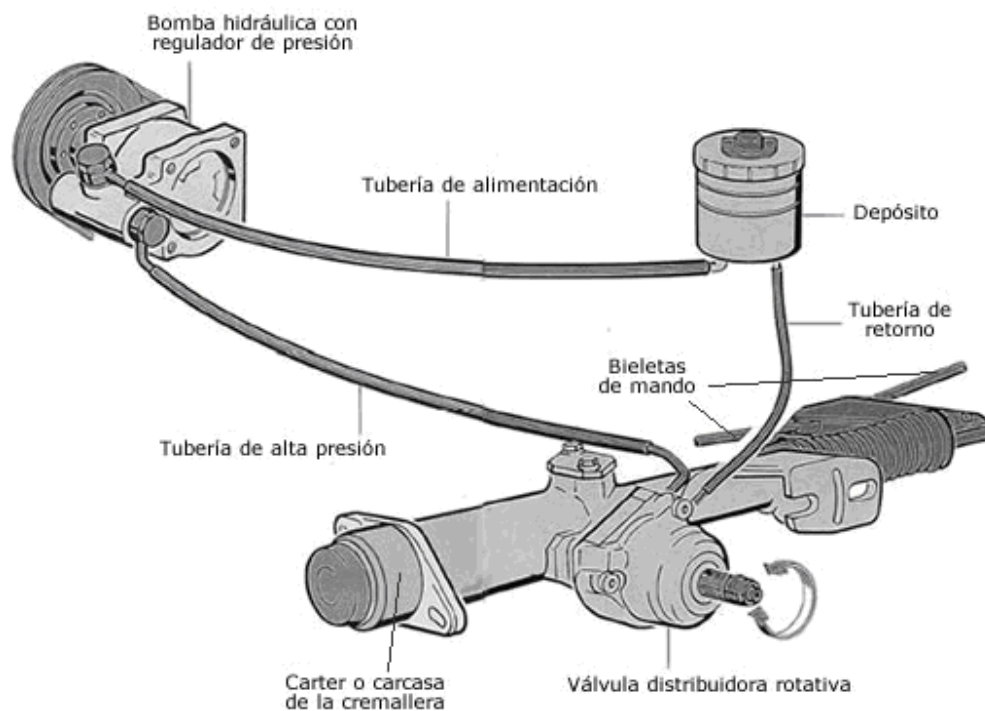


Figura 1.21 Esquema Principal de los Elementos que componen la Servodirección²⁵

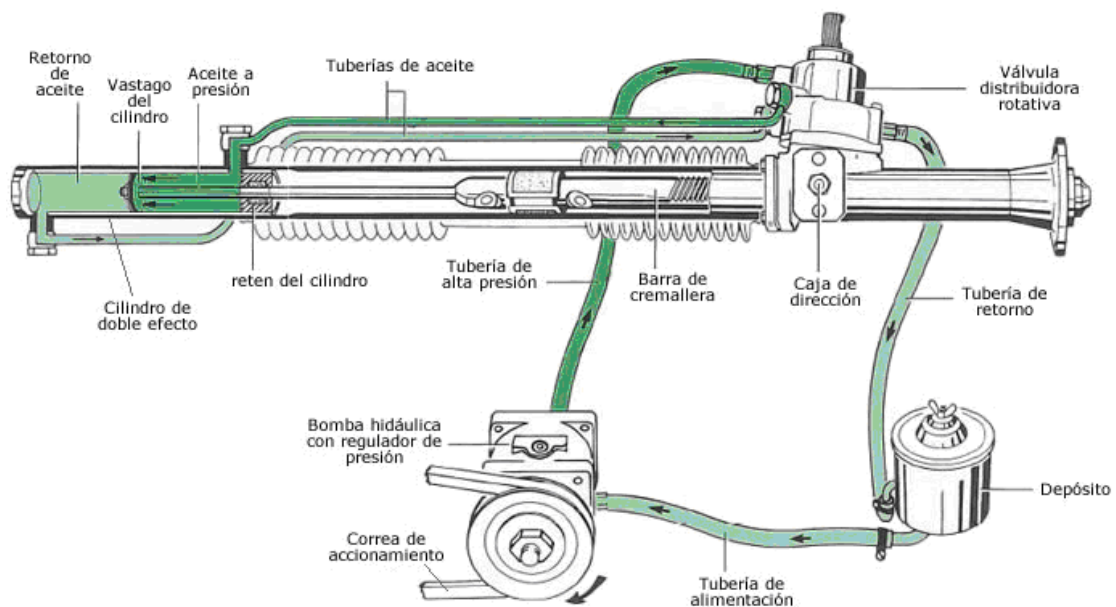


Figura 1.22 Esquema de Funcionamiento del Sistema de Servodirección²⁶

²⁵ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-hidra.htm>

²⁶ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-hidra.htm>

1.4.3. Funcionamiento

Al momento que el vehículo se encuentra en línea recta, es decir sin que actúe el sistema, el aceite que proviene de la bomba actúa sobre los émbolos o pistones de la bomba, los mismos que se encuentran en posición neutra. En estas condiciones los canales de paso están abiertos y en consecuencia permiten el paso de aceite ingresando hacia todo el sistema sin que actúe ningún esfuerzo para empujar la cremallera. Lo cual hace que el líquido hidráulico circule por todo el sistema haciendo que el mismo retorne hacia el depósito.

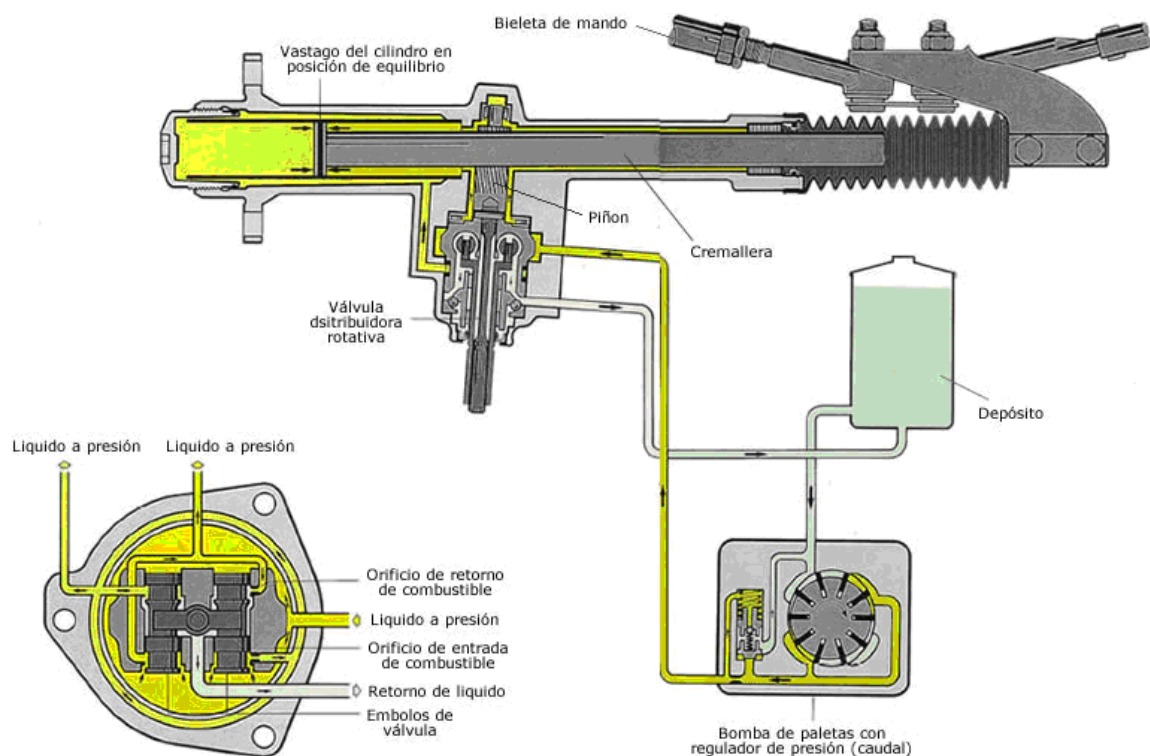


Figura 1.23 Esquema de Funcionamiento del Circuito Hidráulico sin actuar en el Volante²⁷

²⁷ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-hidra.htm>

El momento que el volante sea girado hacia la izquierda, el embolo de la derecha se cierra obstruyendo el paso de aceite mientras que el embolo de la izquierda abrirá mas la ranura y el aceite fluirá hacia el sistema para asistir a la cremallera en el sentido que se esta girando el volante. El aceite bajo presión, después de asistir a la cremallera, será obligado a fluir a través de la ranura de retorno, la cual al estar abierta permitirá fluir el liquido hidráulico al centro de los émbolos y de ellos al depósito de la bomba por medio de las tuberías de retorno.

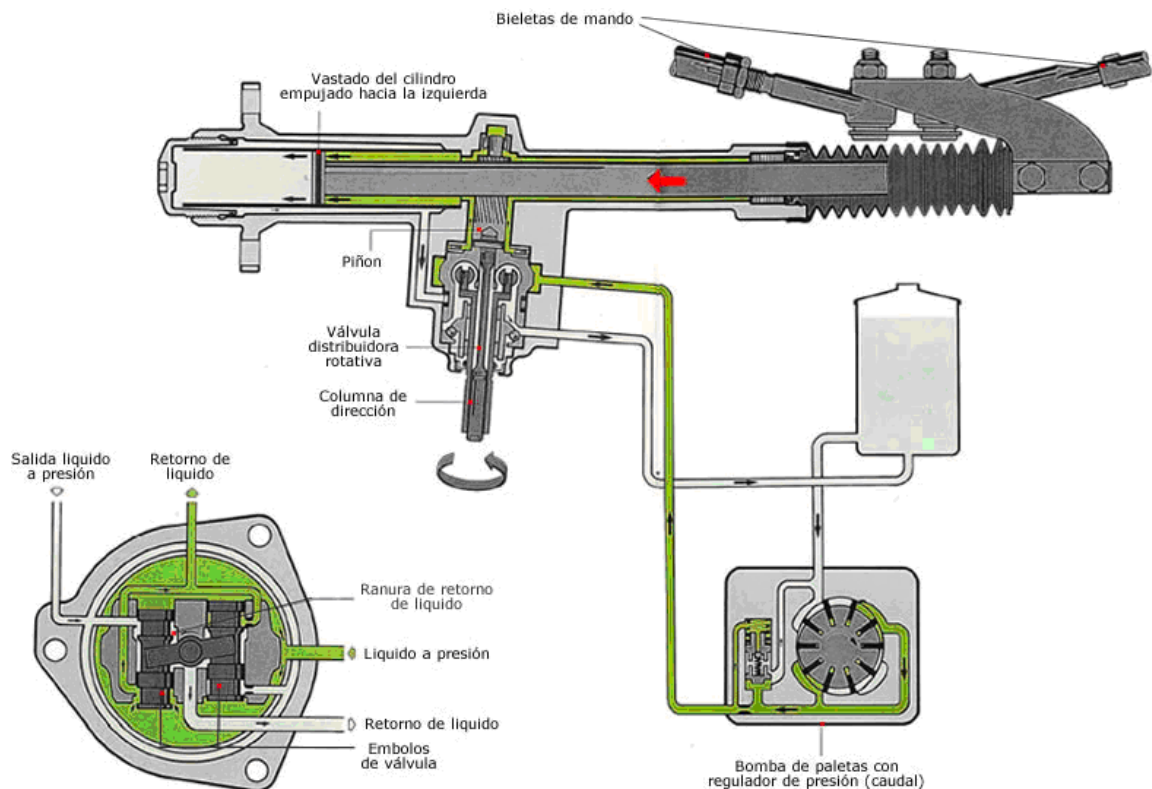


Figura 1.24 Esquema de Funcionamiento cuando se Gira el Volante hacia la Izquierda²⁸

²⁸ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-hidra.htm>

Haciendo girar el volante a la derecha, el embolo de la izquierda se cierra obstruyendo el paso de aceite mientras que el embolo de la derecha abrirá mas la ranura y el aceite fluirá hacia el sistema para asistir a la cremallera en el sentido que se esta girando el volante. El aceite bajo presión, después de asistir a la cremallera, será obligado a fluir a través de la ranura de retorno, la cual al estar abierta permitirá fluir el liquido hidráulico al centro de los émbolos y de ellos al depósito de la bomba por medio de las tuberías de retorno.

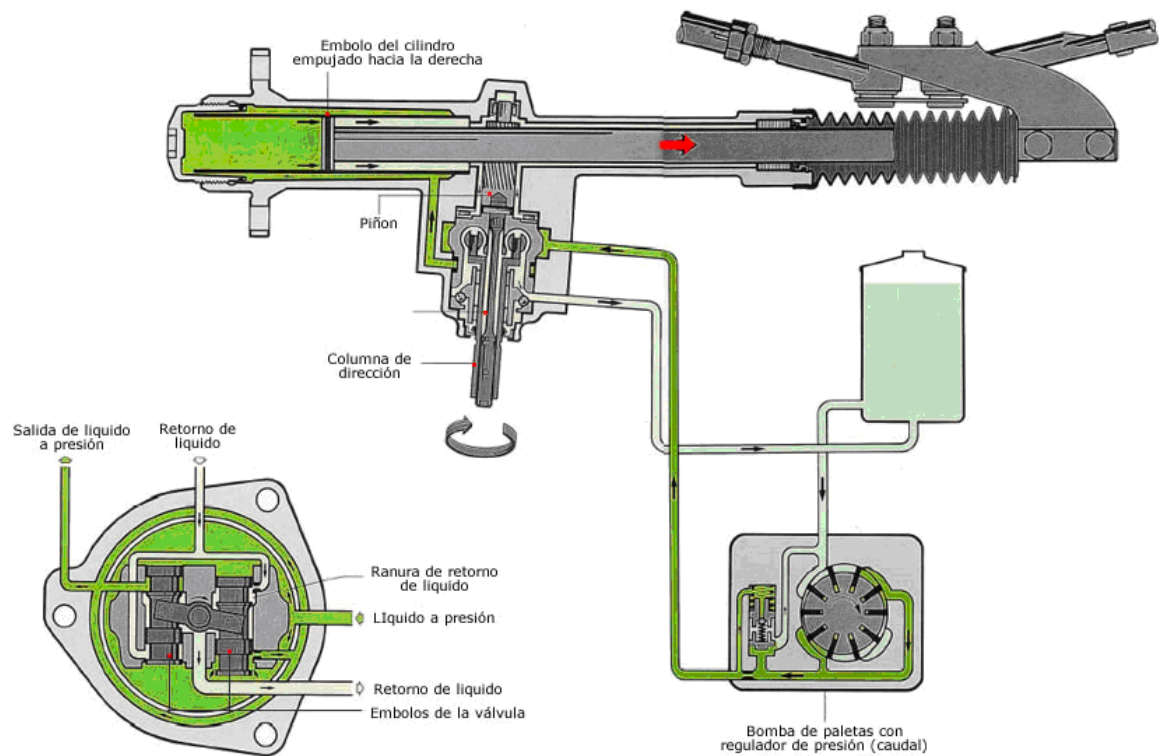


Figura 1.25 Esquema de Funcionamiento cuando se Gira el Volante hacia la Derecha²⁹

²⁹ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-hidra.htm>

1.4.4. Ventajas e Inconvenientes del Sistema de Dirección Hidráulica

Como todo sistema mecánico, el de dirección hidráulica posee sus respectivas ventajas e inconvenientes que se detallan de la siguiente manera:

1.4.4.1. Ventajas

- El sistema reduce el esfuerzo en el volante, con menor fatiga para el conductor, la cual es una ventaja muy conveniente en los largos recorridos o para las maniobras en ciudad.
- Permiten acoplar una dirección más directa; es decir, con una menor reducción con lo que se obtiene una mayor rapidez de respuesta del giro de las ruedas. Esto resulta especialmente adecuado en los camiones y autos grandes.
- En el caso de que un neumático reviente, un suceso muy grave en las ruedas directrices, este mecanismo corrige instantáneamente la dirección, actuando automáticamente sobre las ruedas en sentido contrario al que el neumático reventado haría girar al vehículo.
- No presenta complicaciones en el montaje, son de fácil aplicación a cualquier vehículo y no afectan a la geometría de la dirección.

- En caso de avería en el circuito de asistencia, el conductor puede continuar conduciendo en las mismas condiciones de un vehículo sin asistencia, ya que las ruedas continúan unidas mecánicamente al volante aunque, por esta obvia razón, el conductor tendrá que realizar mayor esfuerzo en el mismo.

1.4.4.2. Inconvenientes

Los inconvenientes de este tipo de sistema de dirección a comparación de las direcciones simples son prácticamente nulos ya que, debido a su simplicidad y robustez, estos prácticamente no tienen averías. Por lo tanto sus únicos inconvenientes son:

- Posee un costo más elevado en las reparaciones, ya que requieren mano de obra especializada.
- Este mecanismo tiene un costo más elevado por su sistema general y en su adaptación inicial en el vehículo, con respecto a la dirección simple.

CAPITULO II

2. DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA

2.1. INTRODUCCIÓN

Últimamente se han estado utilizando cada vez más este sistema de dirección, también llamado dirección eléctrica. Esta dirección eléctrica se comenzó a utilizar en vehículos pequeños pero ya se está utilizando en vehículos del segmento medio, como por ejemplo: el sistema de dirección del Hyundai Elantra o el Renault Mégane.

En este tipo de sistema 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 un desmultiplicador (corona + tornillo sinfín) que a su vez mueve la cremallera de la dirección.

Sus principales ventajas son:

- Se suprimen los componentes hidráulicos, como la bomba de aceite para servoasistencia, mangueras flexibles, depósitos de aceite y filtros.
- Se elimina el líquido hidráulico.
- Reducción de espacio, debido a que los componentes de la servoasistencia van instalados y actúan directamente en la caja de la dirección.

- Menor ruido en su funcionamiento.
- Reducción del consumo de energía. A diferencia de la dirección hidráulica, la cual requiere un caudal volumétrico permanente, la dirección electroasistida solamente consume energía cuando el conductor 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 la compleja estructura de tubería o mangueras flexibles y cableado.
- El conductor obtiene mucho mas confort 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 irregularidades en el camino.

Este sistema de dirección electroasistida se simplifica en componentes y espacio, y es mucho más sencillo que los utilizados hasta ahora, como la dirección hidráulica.

A continuación se mostrará la estructura y componentes del sistema de dirección antes mencionado.

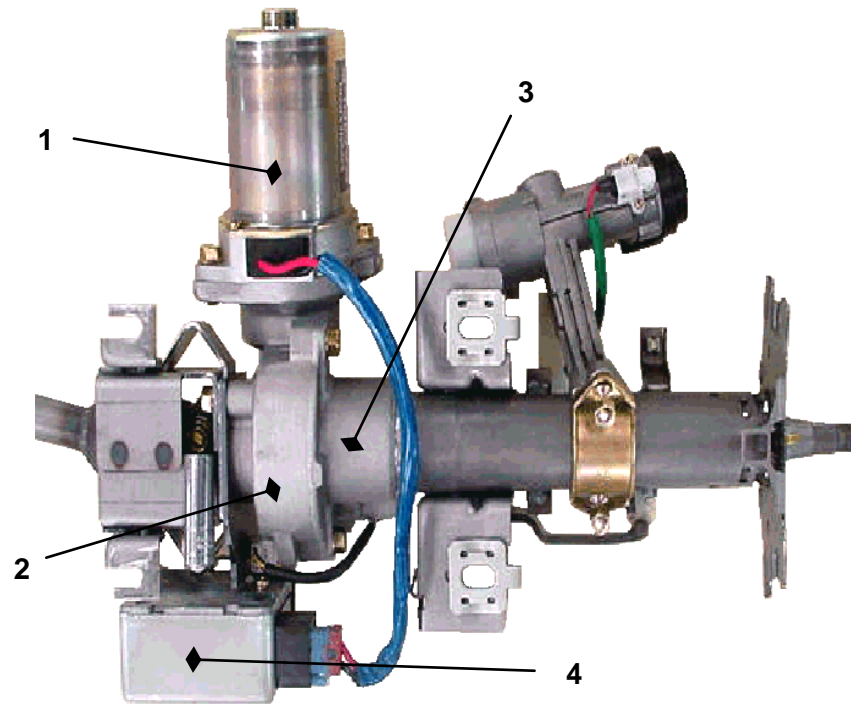


Figura 2.1 Dirección Electroasistida³⁰

Donde:

1. Motor
2. Mecanismo de Reducción de Velocidad (Engranaje de Sin Fin)
3. Sensor de Torque
4. Modulo de Control

³⁰ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

2.2. ELEMENTOS DE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA

2.2.1. Parte Mecánica de la Dirección

Para explicar la parte mecánica del sistema, se mostrará cada uno de los tipos de estructuras implementadas en el funcionamiento mecánico.

- El Montaje sobre la Columna de Dirección.- Es el más utilizado y el menos costoso; generalmente se lo monta en vehículos pequeños, donde su peso sobre el tren delantero es bajo.

El motor eléctrico es instalado sobre la parte de la columna de dirección, el cual está situado en el habitáculo del vehículo. De esta manera, se resuelve el problema de tener altas temperaturas debajo del capó.

- El montaje sobre el piñón.- Es el más simple para su implantación. El motor eléctrico se encuentra al pie de la columna de dirección a la entrada de una cremallera. De esta manera, la columna y los cardanes no se ven afectados por la fuerza suministrada por el motor eléctrico.
- El montaje sobre la cremallera.- Es el montaje de los vehículos grandes o de alta gama, ya que el peso sobre el eje delantero es superior a una tonelada. El motor eléctrico está integrado en la cremallera.

A continuación se detallará cada una de las principales partes mecánicas del sistema de dirección electroasistida.

- Eje de dirección
- Motor eléctrico y acoplamiento
- Tubo envolvente con reglaje en altura
- Accionamiento por sin fin y rueda dentada
- Husillo intermedio
- Carcasa de engranajes
- Barra de torsión
- Unidad de control para electrónica de la columna de dirección
- Carcasa de sensores con transmisor del par de dirección y transmisor de posición de la dirección
- Eje de crucetas

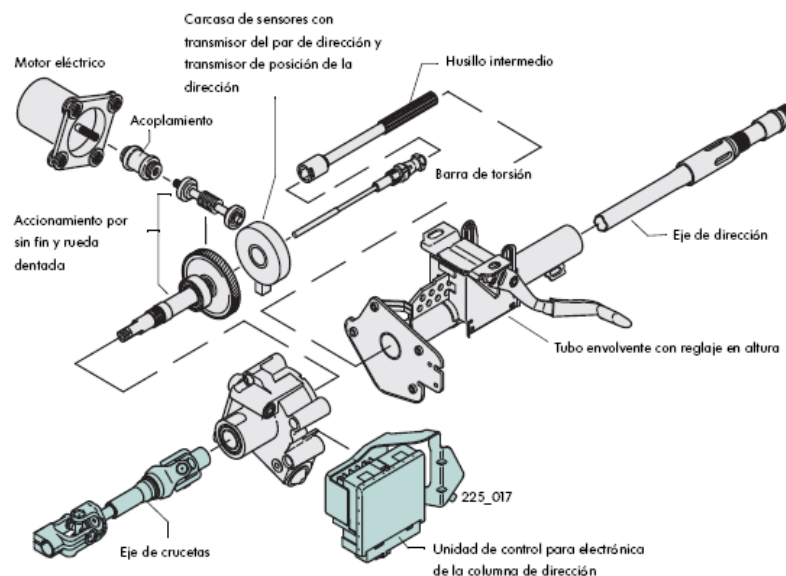


Figura 2.2 Partes Mecánicas del Sistema de Dirección Electroasistida³¹

³¹ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

2.2.2. Parte Eléctrica de la Dirección

La parte eléctrica es la más indispensable de este sistema, ya que de esta manera depende su funcionamiento.

A continuación se mostrará en una lista los nombres de las partes eléctricas del sistema. Ya que mas adelante profundizaremos su funcionamiento y estructura de cada una de ellas. Pero las partes que intervienen en todo el sistema son:

- Sensor de régimen de motor
- Unidad de control para el sistema de inyección
- Unidad de control para electrónica de columna de dirección
- Sensor de ángulo de giro
- Unidad de control para ABS
- Sensores de régimen señal de velocidad
- Interfaz de diagnóstico para bus de datos
- Cuadro de instrumentos
- Testigo de avería de la dirección
- Unidad de control para dirección asistida
- Sensor de par de dirección
- Motor eléctrico

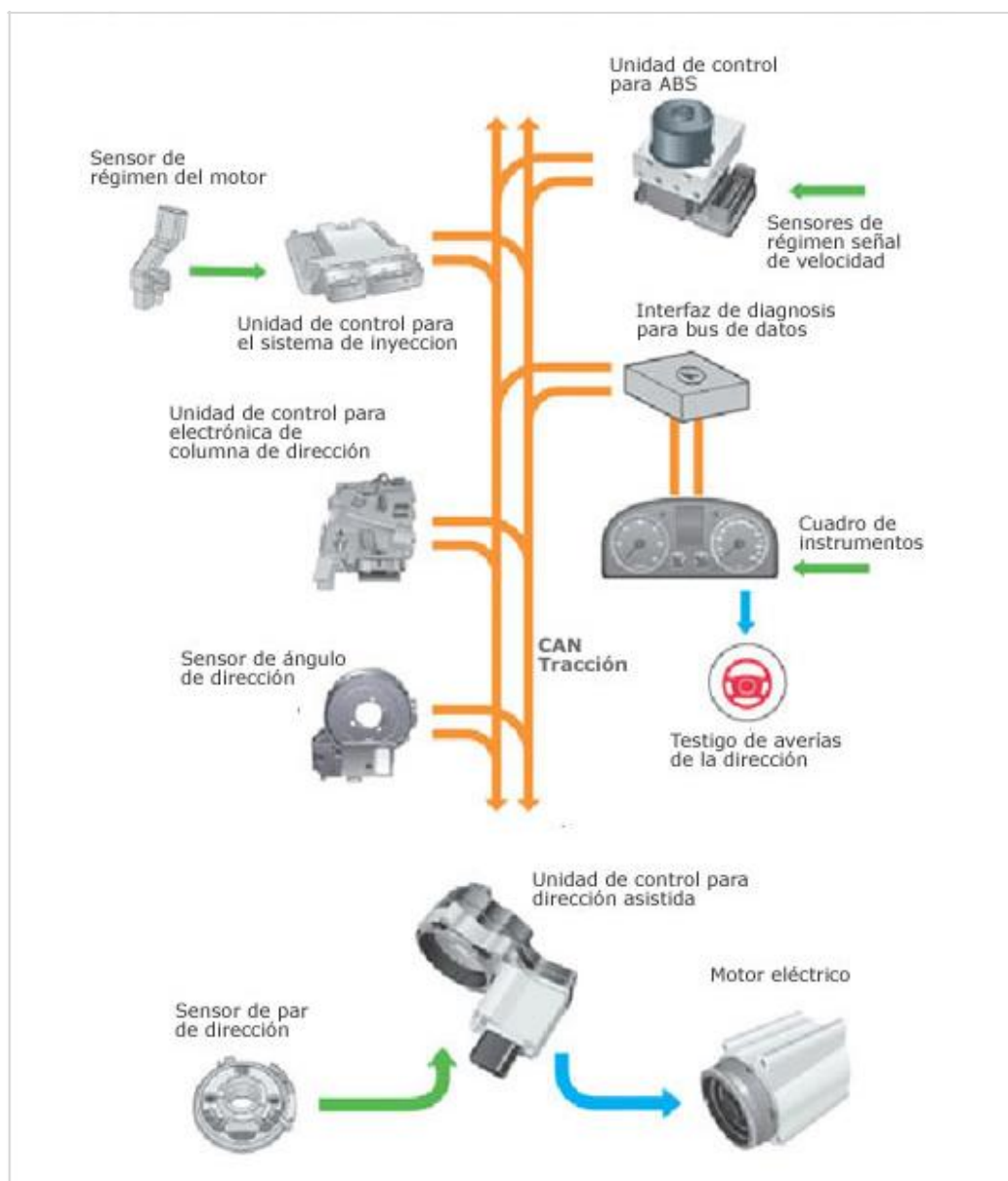


Figura 2.3 Elementos que intervienen en la parte eléctrica de la Dirección Electromecánica³²

³² Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

2.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

2.3.1. Funcionamiento General

- El ciclo de electroasistencia de dirección comienza al momento que el conductor mueve el volante.
- Como respuesta al par de giro del volante se tuerce una barra de torsión en la caja de dirección. El sensor de par de dirección capta la magnitud de la torsión e informa sobre el par de dirección detectado a la unidad de control de dirección asistida.
- El sensor de ángulo de dirección, informa sobre el ángulo momentáneo y el sensor de régimen del rotor del motor eléctrico informa sobre la velocidad actual con que se mueve el volante.
- En función del par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo, el régimen del motor de combustión, el ángulo de dirección, la velocidad de mando de la dirección y las curvas características implementadas en la unidad de control, la cual calcula el par de servoasistencia necesario para excitar, en el momento correspondiente, el motor eléctrico.
- La electroasistencia de la dirección se realiza a través de un piñón que actúa paralelamente sobre la cremallera. Este piñón es accionado por un motor eléctrico. El motor ataca hacia la cremallera a través de un engranaje de sin fin y un piñón de accionamiento y transmite así la fuerza de asistencia para la dirección.

- La suma compuesta por el par de giro aplicado al volante y el par de electroasistencia constituye el par eficaz en la caja de dirección para el movimiento de la cremallera.

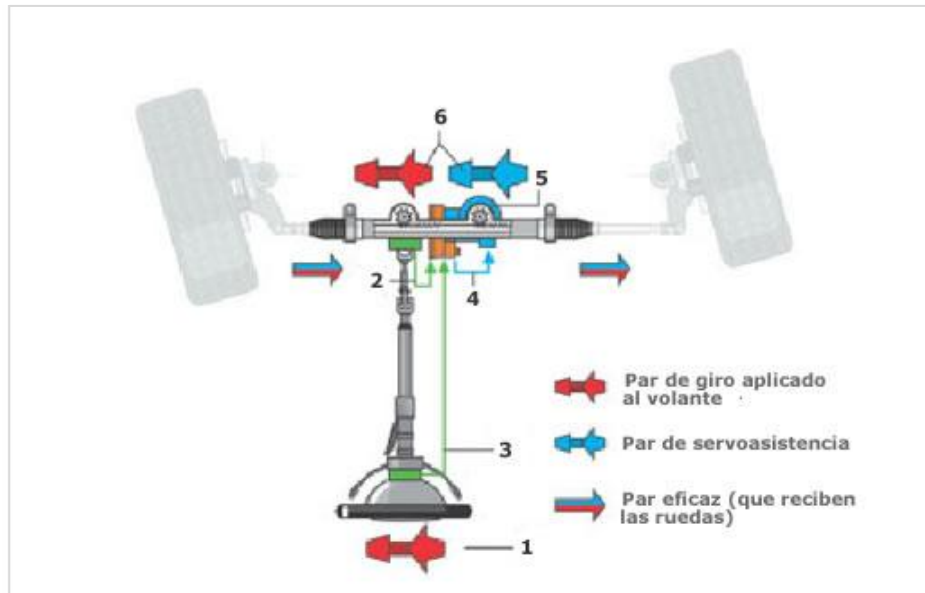


Figura 2.4 Funcionamiento de la Dirección³³

2.3.2. Funcionamiento de la Dirección al Parquear

- El conductor gira casi totalmente el volante para poder aparcar.
- La barra de torsión se tuerce. El sensor del par de dirección detecta la torsión e informa a la unidad de control de que se está aplicando al volante un par de dirección intenso.
- El sensor de ángulo de dirección avisa que hay un ángulo de dirección pronunciado y el sensor de régimen del rotor informa sobre la velocidad del mando actual de la dirección.

³³ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

- Previo análisis de las magnitudes correspondientes al par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo de 0 km/h, el régimen del motor de combustión, el pronunciado ángulo de dirección, la velocidad de mando de la dirección y, en función de las curvas características implementadas en la unidad de control para $v = 0$ km/h, la unidad de control determina la necesidad de aportar un intenso par de electroasistencia y por último excitando el motor eléctrico.
- En las maniobras de aparcamiento se aporta de ese modo la electroasistencia máxima para la dirección a través del piñón que actúa paralelamente sobre la cremallera.
- La suma del par aplicado al volante y el par de electroasistencia máximo viene a ser el par eficaz en la caja de dirección para el movimiento de la cremallera en maniobras de aparcamiento.

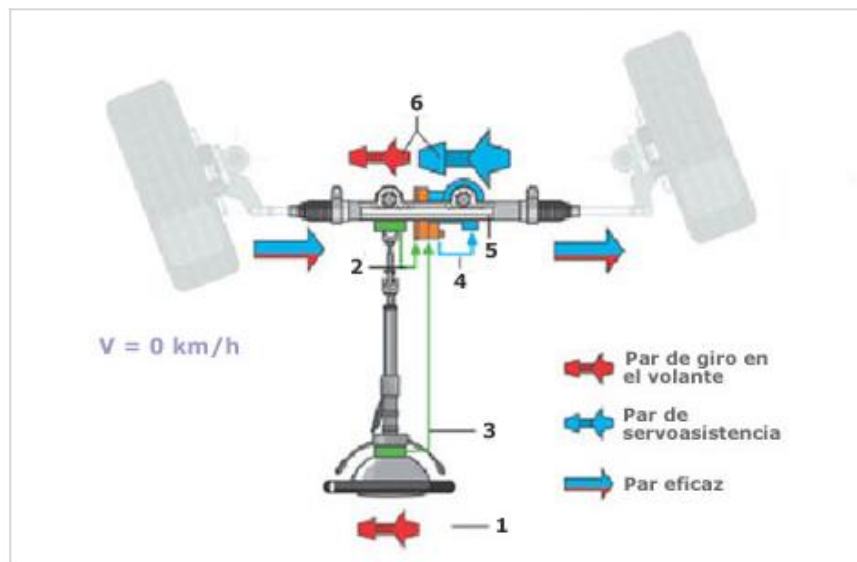


Figura 2.5 Funcionamiento de la dirección al Parquear³⁴

³⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

2.3.3. Funcionamiento de la Dirección en Ciudad

- El conductor mueve el volante al recorrer una curva en tráfico urbano.
- La barra de torsión se tuerce. El sensor de par de dirección detecta la torsión y avisa a la unidad de control de que hay un par de dirección, de mediana intensidad, aplicado al volante de la dirección.
- El sensor de ángulo de dirección avisa que hay un ángulo de dirección de mediana magnitud y el sensor de régimen del rotor informa sobre la velocidad momentánea con que se mueve el volante.
- Previo análisis del par de dirección de mediana magnitud, la velocidad de marcha del vehículo de 50 km/h, el régimen del motor de combustión, un ángulo de dirección de mediana magnitud y la velocidad con que se mueve el volante, así como en función de las curvas características implementadas en la unidad de control para $v = 50 \text{ km/h}$, la unidad de control determina la necesidad de aportar un par de electroasistencia de mediana magnitud y excita correspondientemente el motor eléctrico.
- Al recorrer una curva se produce así una electroasistencia de mediana magnitud para la dirección a través del piñón, que actúa paralelamente sobre la cremallera.
- La suma compuesta por el par de giro aplicado al volante y el par de electroasistencia de mediana magnitud viene a ser el par eficaz en la caja de la dirección para el movimiento de la cremallera al recorrer una curva en el tráfico urbano.

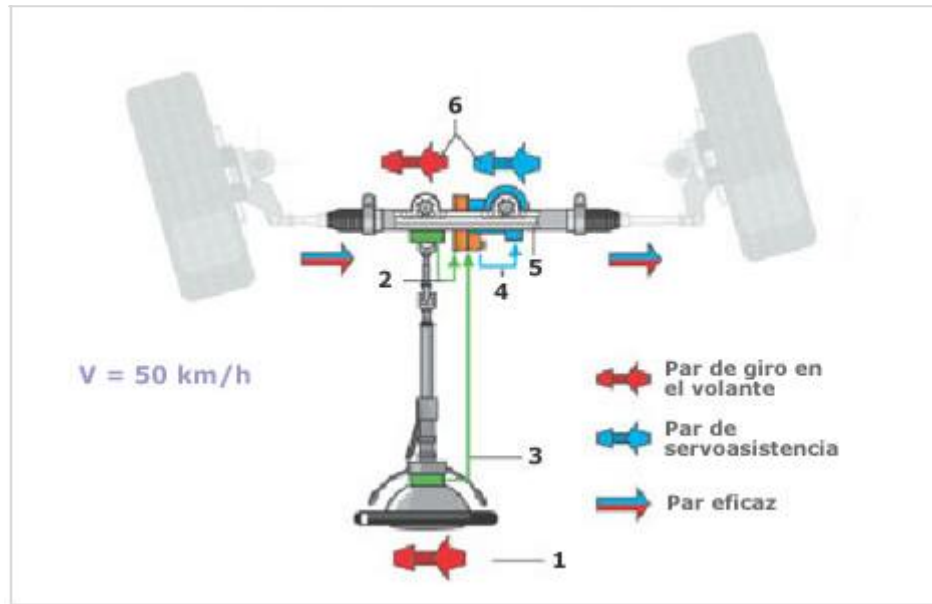


Figura 2.6 Funcionamiento de la Dirección en Ciudad³⁵

2.3.4. Funcionamiento de la Dirección en Autopista

- Al cambiar de carril, el conductor mueve el volante en pequeña magnitud.
- La barra de torsión se tuerce. El sensor de par de dirección detecta la torsión y avisa a la unidad de control de que está aplicado un leve par de dirección al volante.
- El sensor de ángulo de dirección avisa que está dado un pequeño ángulo de dirección y el sensor de régimen del rotor avisa sobre la velocidad momentánea con que se acciona el volante.
- Previo análisis del par de dirección de baja magnitud, la velocidad de marcha del vehículo de 100 km/h , el régimen del motor de combustión, un pequeño ángulo de dirección y la velocidad con que se acciona el volante,

³⁵ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

y en función de las curvas características implementadas en la unidad de control para $v = 100 \text{ km/h}$, la unidad de control determina la necesidad de aportar ya sea un par de dirección leve o no aportar ningún par de dirección, y excita de forma correspondiente el motor eléctrico.

- Al mover la dirección circulando en autopista se realiza de esta forma la electroasistencia de baja magnitud o bien no se aporta ninguna electroasistencia a través del piñón que actúa sobre la cremallera.
- La suma compuesta por el par de giro aplicado al volante y un mínimo par de electroasistencia viene a ser el par eficaz para el movimiento de la cremallera en un cambio de carril.

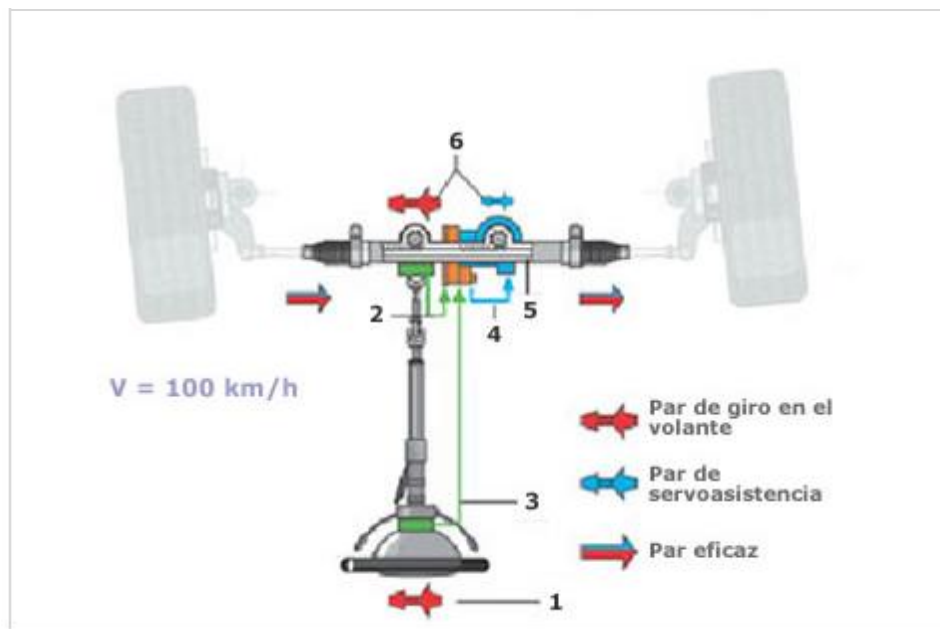


Figura 2.7 Funcionamiento de la Dirección en Autopista³⁶

³⁶ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

2.3.5. Funcionamiento de la Dirección en Retrogiro Activo

- Si el conductor reduce el par de dirección al circular en una curva, la barra de torsión se relaja.
- En combinación con el descenso del par de dirección, teniendo en cuenta el ángulo de dirección y la velocidad con que se acciona el volante, el sistema calcula una velocidad teórica para el retrogiro y la compara con la velocidad de mando de la dirección. De ahí se calcula el par de retrogiro.
- La geometría del eje hace que se produzcan fuerzas de retrogiro en las ruedas viradas. Las fricciones en el sistema de la dirección y del eje suelen hacer que las fuerzas de retrogiro sean demasiado bajas como para poder devolver las ruedas a su posición de marcha recta.
- Previo análisis del par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo, el régimen del motor de combustión, el ángulo de dirección y la velocidad con que se gira el volante, así como en función de las curvas características implementadas en la unidad de control, ésta calcula el par que debe aportar el motor eléctrico para el retrogiro de la dirección.
- El motor es excitado de manera apropiada y las ruedas vuelven a la posición de marcha recta.

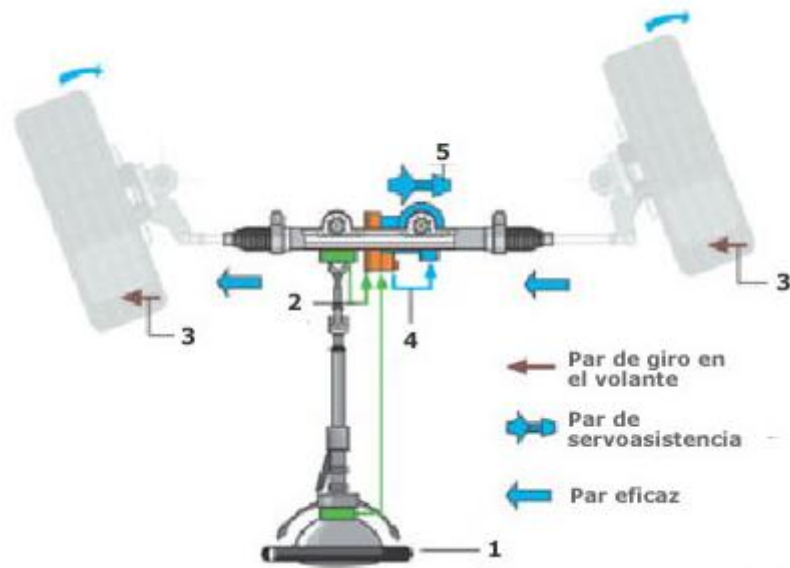


Figura 2.8 Funcionamiento de la Dirección en Retrogiro Activo³⁷

2.3.6. Funcionamiento Corrección de Marcha Recta

La corrección de marcha recta es una función que se deriva del retrogiro activo. Aquí se genera un par de electroasistencia para que el vehículo vuelva a la marcha rectilínea exenta de momentos de fuerza.

La corrección de marcha recta es la que se encarga de respaldar al conductor, evitando que por ejemplo tenga que “contravolantear” continuamente al circular habiendo viento lateral constante.

- Una fuerza lateral actúa sobre el vehículo constantemente, como por ejemplo la del viento lateral.
- El conductor tuerce un poco el volante, para mantener el vehículo en marcha recta.

³⁷ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

- Analizando el par de dirección, la velocidad de marcha del vehículo, el régimen del motor de combustión, el ángulo de dirección, la velocidad de mando de la dirección y actuando en función de las curvas características implementadas en la unidad de control, ésta calcula el par que debe aportar el motor eléctrico para la corrección de la marcha recta.
- El motor eléctrico de la dirección es excitado. El vehículo adopta la trayectoria de marcha recta. El conductor ya no tiene que dar «contravolante».

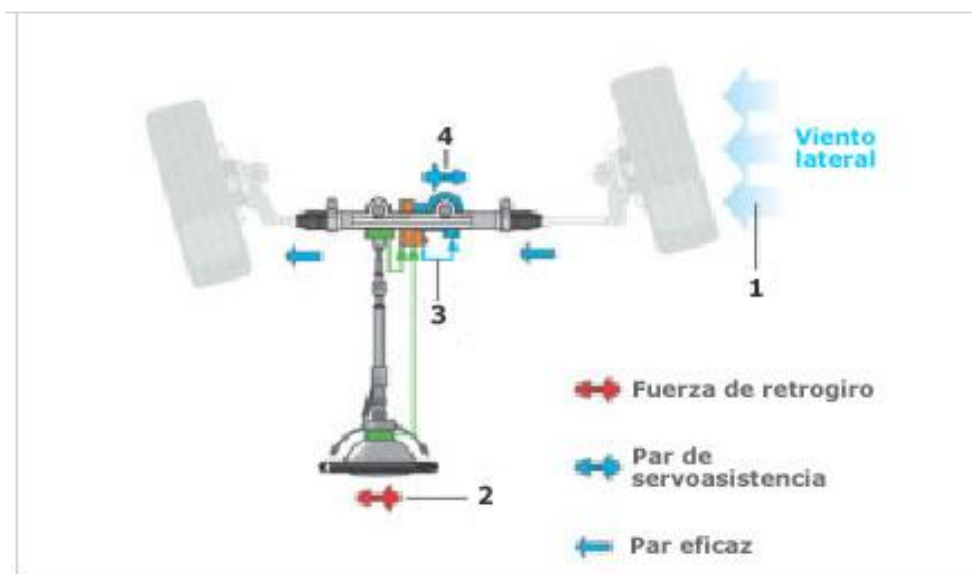


Figura 2.9 Funcionamiento Corrección de Marcha Recta³⁸

³⁸ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

2.4. DIFERENCIAS ENTRE LA DIRECCIÓN ELECTROASISTIDA Y LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA

Una clara comparación del sistema de dirección hidráulica con la del sistema de dirección electroasistida se mostrará a través de un cuadro característico, el cual se refiere a un vehículo con motor diesel.

De esta manera se podrá diferenciar el beneficio de tener un sistema de dirección electroasistida.

Tabla 2.1 Diferencia entre Dirección Electroasistida y la Dirección Hidráulica³⁹

	Hidráulica	Electroasistida
Peso	16,3 Kg.	11,3 Kg.
Potencia absorbida en ciudad	400 W	25 W
Potencia absorbida en autopista	800 – 1.000 W	10 W
Mayor consumo en comparación con la caja de dirección mecánica	0,71 ltr./100 km	0,01 ltr./100 km

³⁹ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

Para poder conocer cada una de las diferencias de los sistemas antes mencionados se hará una breve descripción de los componentes de estos dos tipos de dirección, los mismos que tendrán su respectivo ciclo de funcionamiento y gráficos estructurales.

➤ *Sistema de Dirección Hidráulica*

En el caso de la dirección asistida hidráulica, los componentes del sistema intervienen en la operación de direccionamiento detrás del eje de crucetas, estableciendo la servoasistencia por medio de presión de aceite.

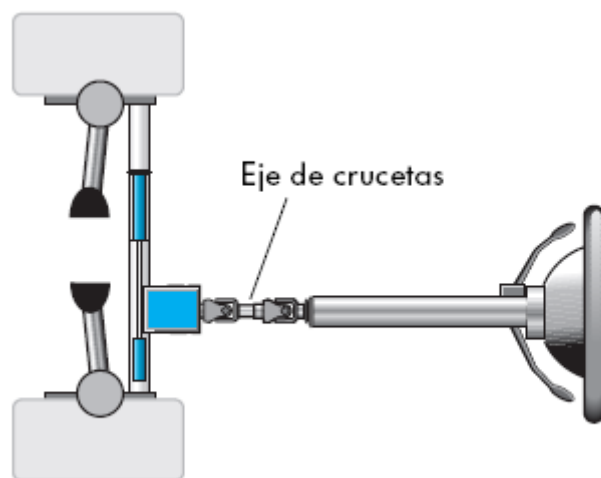


Figura 2.10 Dirección Hidráulica⁴⁰

⁴⁰ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

Ciclo de Funcionamiento:

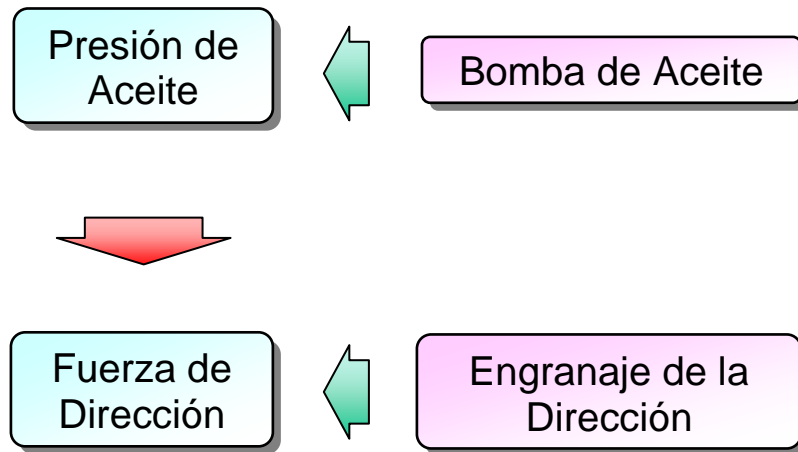


Figura 2.11 Ciclo de Funcionamiento⁴¹

Grafico Estructural:

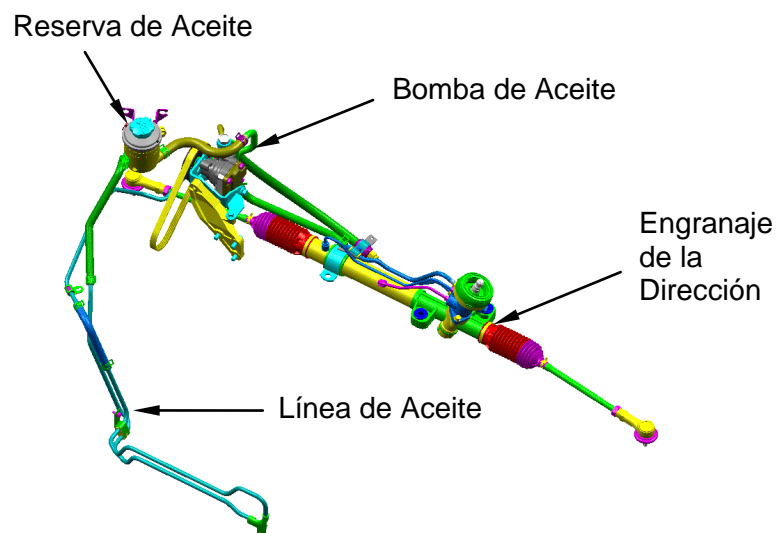


Figura 2.12 Partes de la Dirección Hidráulica⁴²

⁴¹ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

⁴² Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

➤ Sistema de Dirección Electroasistida

En el caso de la servodirección electromecánica, la servoasistencia se establece antes del eje de crucetas. El par de la servoasistencia del sistema se lo realiza por medio de un motor eléctrico.

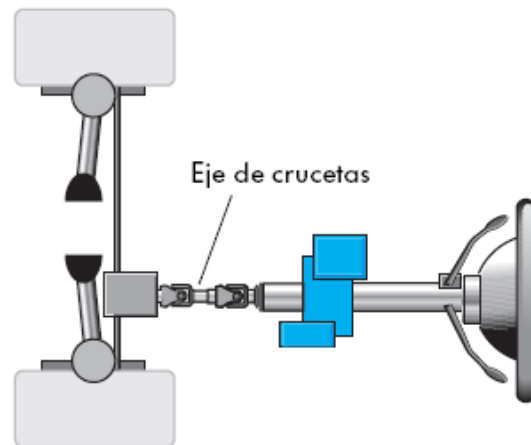


Figura 2.13 Dirección Electroasistida⁴³

Ciclo de Funcionamiento:

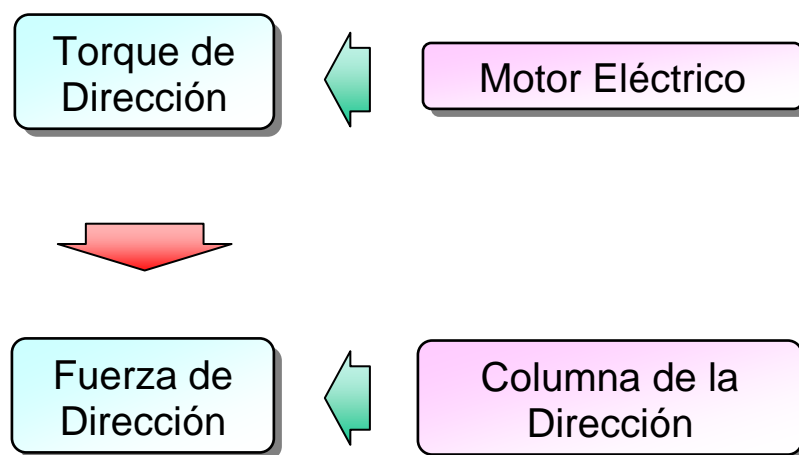


Figura 2.14 Ciclo de Funcionamiento⁴⁴

⁴³ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

⁴⁴ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

Grafico Estructural:

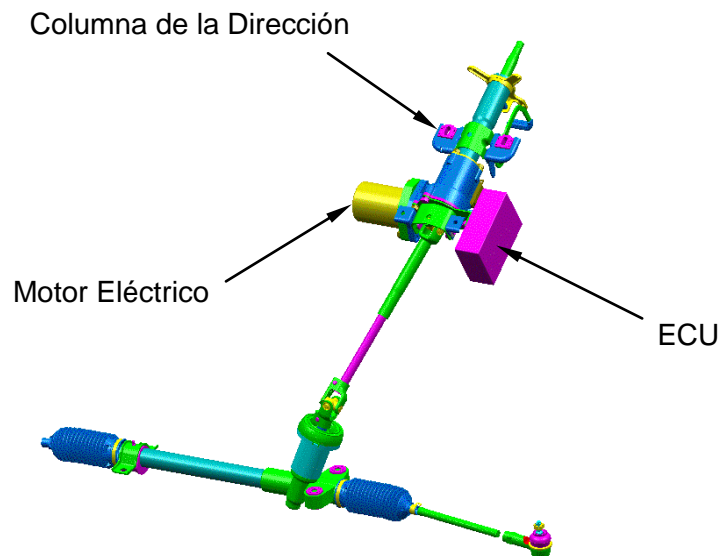


Figura 2.15 Partes de la Dirección Electroasistida⁴⁵

2.4.1. Ventajas

El sistema de dirección electroasistida posee varias características que son ventajosas para los conductores con respecto al confort y ahorro económico de los mismos.

- Posee un mejor consumo de combustible de: 2 ~ 3 %.
- Tiene una relación cuidadosa con el medio ambiente: Libre de aceite direccional y de fugas de aceite.
- Aumento de rendimiento direccional: El conductor tendrá una exacta manipulación del sistema.
- Reducción de peso: De 2.4 Kg.

⁴⁵ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

- Fácil Montaje:
 - Reducción de los puntos de montaje a 21 (de 38).
 - Reducción de partes del montaje a 28 (de 47).

2.4.2. Características Benéficas Ambientales

Para que un nuevo sistema de dirección funcione en el mercado y sea optima su aceptación en el mismo, ésta tendrá que poseer algunas características que puedan beneficiar el medio ambiente. Las mismas que se detallaran en el siguiente cuadro:

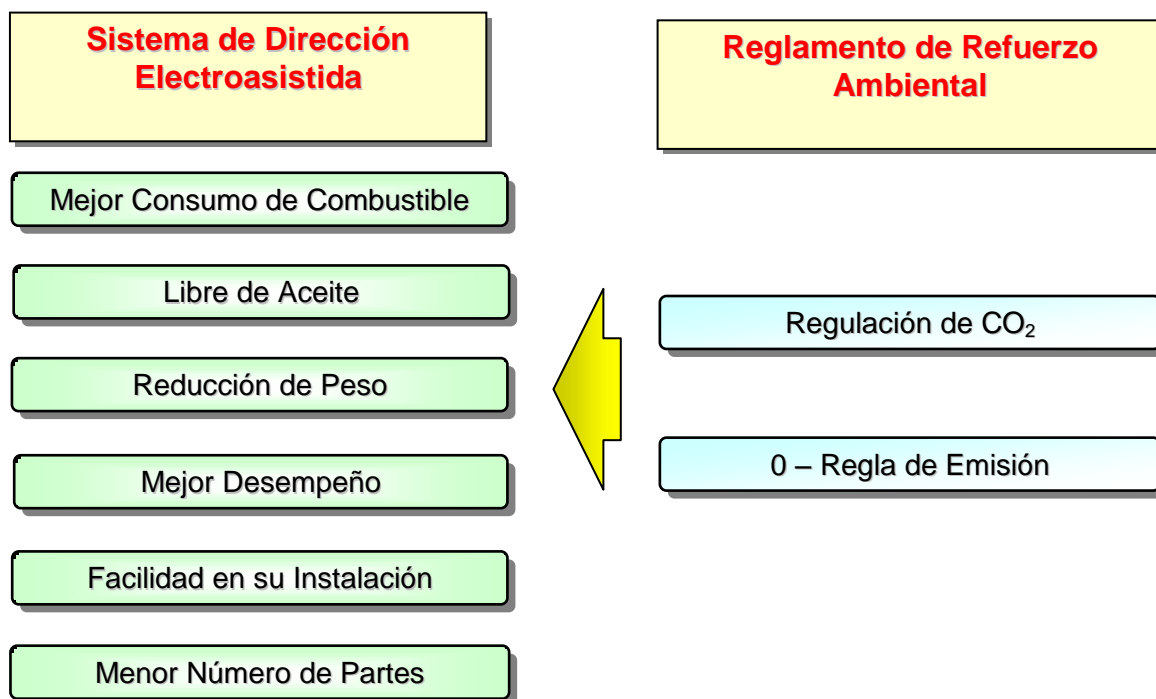


Figura 2.16 Beneficios Ambientales⁴⁶

⁴⁶ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

2.4.3. Problemas que se han detectado en el Sistema de Dirección

Electroasistida

Todo mecanismo de dirección tiene sus ventajas en cuanto al desempeño y evolución del sistema para el funcionamiento del vehículo, como también tiene sus inconvenientes y fallas. Una de las principales fallas del sistema de dirección electroasistida se debe al desempeño del sensor de par o de torque de dirección debido a sus componentes internos del sensor.

La principal estructura del sensor antes mencionado utiliza uno de los métodos más antiguos para la detección de señales eléctricas. Lo cual el motivo de este proyecto tiene por objetivo el mejoramiento del sensor de torque utilizando diseños y componentes modernos que puedan cumplir la misma función y así reducir posibles fallas futuras.

En el siguiente capítulo se detallara el funcionamiento y componentes de cada uno de los sensores del sistema de dirección electroasistida y al final del mismo se podrá explicar el planteamiento del rediseño del sensor de giro o de par.

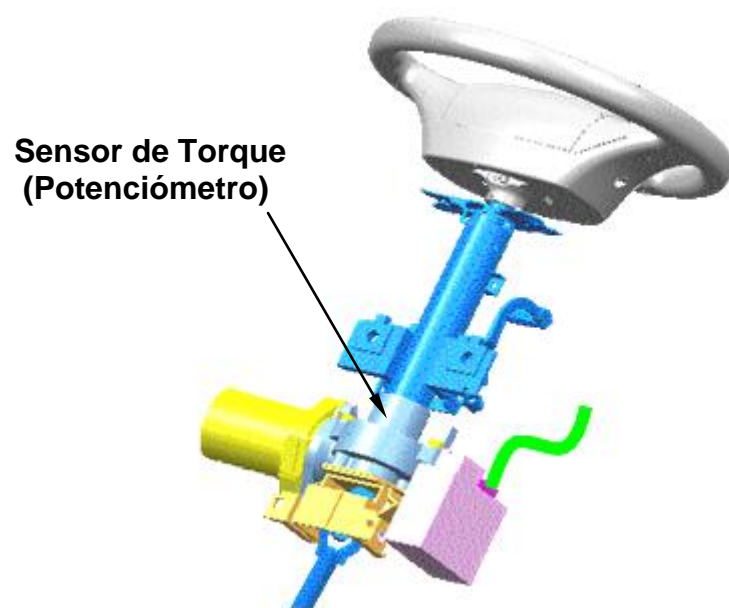


Figura 2.17 Dirección Electroasistida (Sensor de Torque)⁴⁷

⁴⁷ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

CAPITULO III

3. REDISEÑO DEL SENSOR DE GIRO

3.1. SENSORES

Un sensor es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc.

Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura.

En la siguiente tabla se indican algunos tipos de sensores eléctricos.

Tabla 3.1 Tipos de Sensores Eléctricos⁴⁸

Magnitud	Transductor	Característica
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
Desplazamiento y deformación	Magnetoestrictivo	A/D
	Magnetorresistivo	Analógica
Presión	Membranas	Analógica
	Piezoeléctricos	Analógica
Temperatura	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica
Sensores de presencia	Inductivos	I/O
	Capacitivos	I/O
	Ópticos	I/O y Analógica
Sensor de proximidad	Sensor inductivo	
	Sensor	
Sensor de luz	fotodiodo	
	Fotorresistencia	
	Fototransistor	

⁴⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor#Tipos_de_sensores#Tipos_de_sensores

3.1.1. Elementos que intervienen en la parte eléctrica del sistema

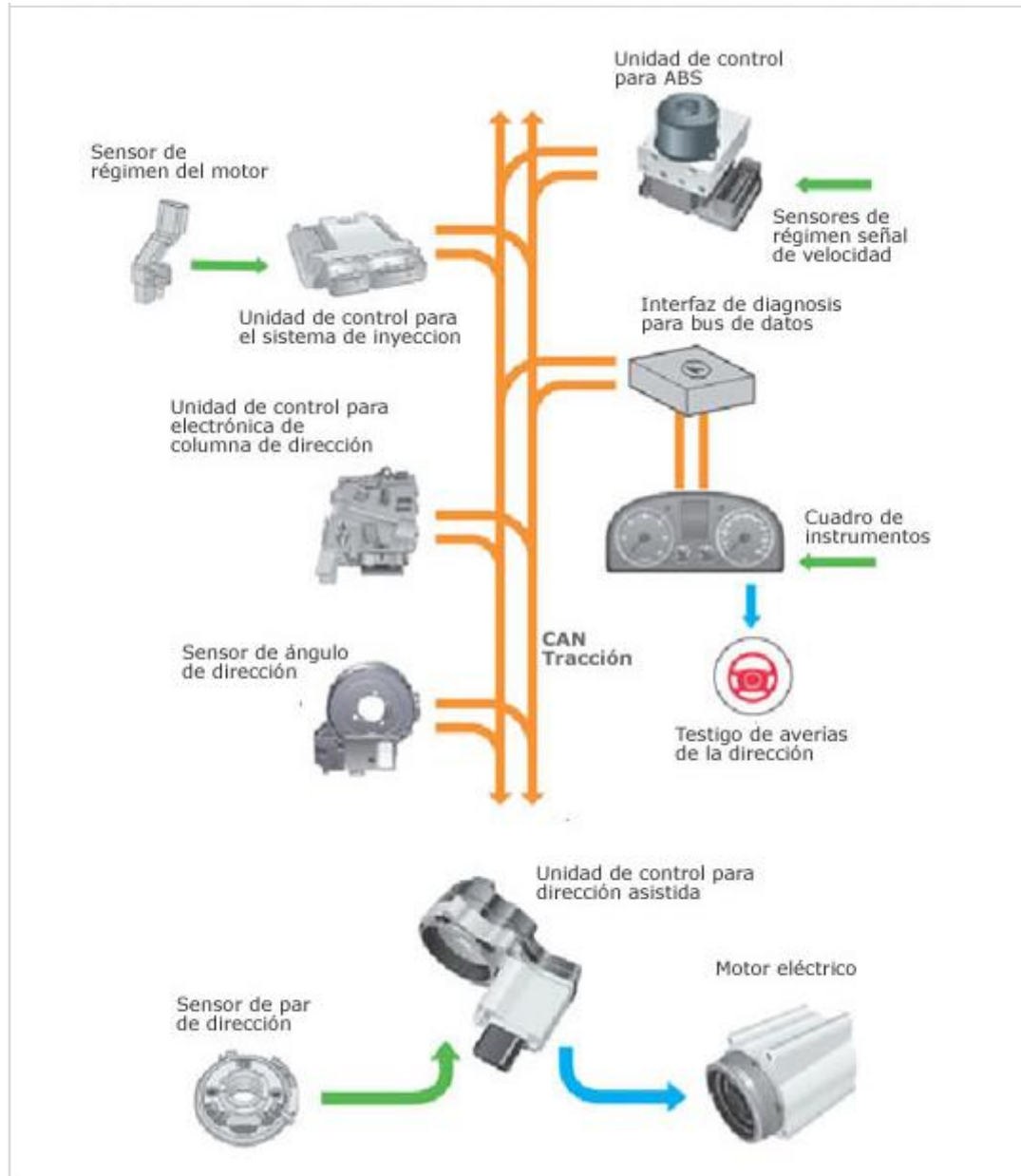


Figura 3.1 Elementos que intervienen en la parte Eléctrica del Sistema⁴⁹

⁴⁹ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

3.1.2. Sensor de Torque

Este sensor es el encargado de detectar el torque direccional de dos maneras. La primera forma es la de contacto y la otra es la del tipo sin contacto. El sensor de manera de contacto tiene la posibilidad de poseer un contacto ruidoso comparado con el tipo sin contacto, pero esta tiene una estructura simple y de bajo costo. Una barra reemplazable rotativa de torsión transfiere diferentes voltajes.

“El engranaje de reducción tiene una estructura simple de engranaje helicoidal. El radio de reducción va acorde con el poder del motor que genera el torque objetivo, si es bajo 20, esto afecta la maniobrabilidad y ángulo direccional del vehículo. Un limitador de embrague y de torque son instalados para la protección del sistema.”⁵⁰

Sensor de Torque del tipo Contacto o Potenciómetro:

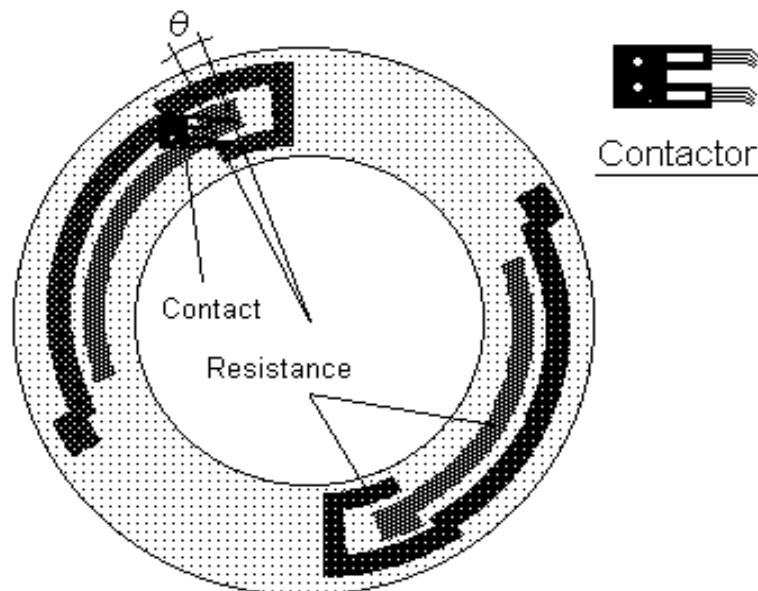


Figura 3.2 Sensor de Torque (Potenciómetro)⁵¹

⁵⁰ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

⁵¹ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

3.1.2.1. Partes

El sensor de torque se podría decir que es uno de los elementos electrónicos fundamentales para el funcionamiento del sistema. A continuación se detallarán las partes generales de este tipo de sensor.

- Carcasa de sensores

En esta carcasa, está el sensor de posición de la dirección y el sensor del par o torque de dirección. La misma se instala sobre el eje del engranaje de sin fin, por encima de la rueda dentada. La conexión a la unidad de control se establece a través de un conector de seis polos.

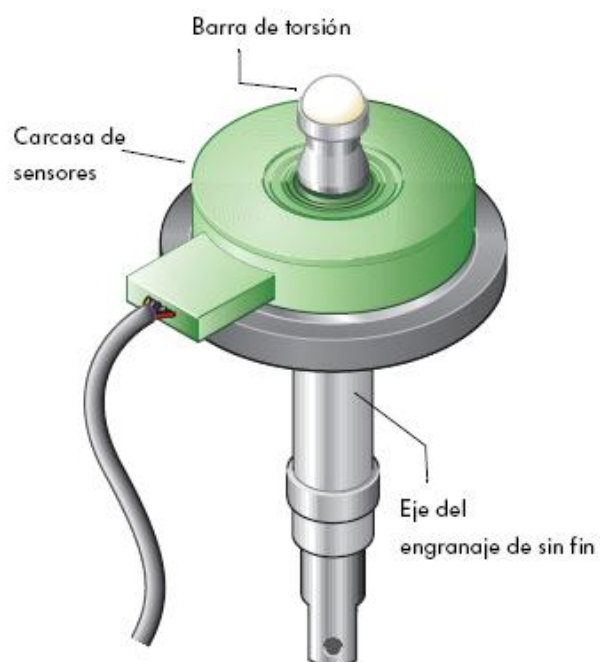


Figura 3.3 Carcasa del sensor⁵²

⁵² Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

- Sensor de Posición de la Dirección

El transmisor está comunicado con el eje del engranaje de sin fin.

Registra los movimientos del volante y la posición actual de la dirección.

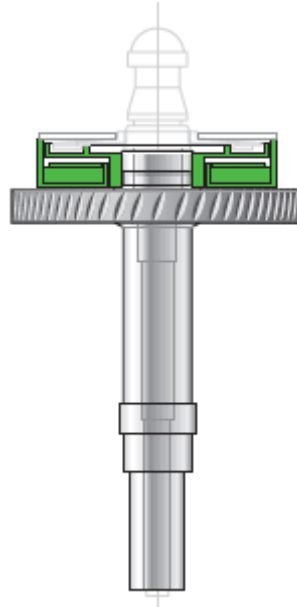


Figura 3.4 Sensor de Posición⁵³

- Sensor del Par o Torque de Dirección

El transmisor está comunicado con la barra de torsión. Detecta el ángulo de recorrido de la torsión de la barra de torsión con respecto al husillo intermedio.

La unidad de control calcula de ahí un par de giro. Si este par de giro calculado sobrepasa un valor de 0,01 Nm, la unidad de control se entera de que se necesita un ciclo de servoasistencia para la dirección.

⁵³ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

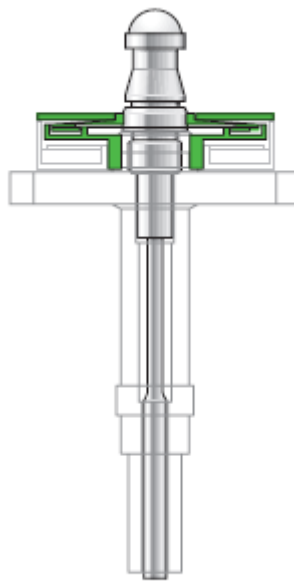


Figura 3.5 Sensor de Torque de la Dirección⁵⁴

3.1.2.2. Estructura

Los dos sensores son potenciómetros de cursor.

La carcasa posee una corona interior, que va encajada con un anillo de grapas en el eje del engranaje de sin fin y que se puede girar con respecto a la carcasa.

Detectando el recorrido de la corona interior con respecto al elemento inferior de la carcasa, el sensor de posición de la dirección detecta asimismo el ángulo del volante de dirección, mientras que el sensor del par de dirección detecta una retorcadura de la barra de dirección.

⁵⁴ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

Dos pares de escobillas de potenciómetro exploran la pista interior sobre la pletina en la carcasa. Esta parte es la correspondiente al sensor de posición de la dirección.

Las demás pistas sirven para transmitir las señales del sensor del par o torque de dirección.

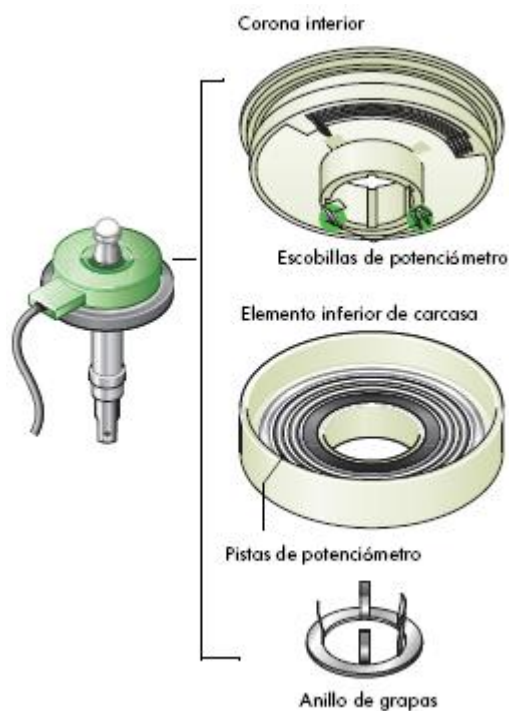


Figura 3.6 Estructura del Sensor⁵⁵

⁵⁵ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

3.1.3. Sensor del Régimen del Rotor

Este sensor de régimen del rotor es una parte que integra el motor para la dirección electroasistida. La cual no es accesible por fuera.

- Aplicaciones de la señal

El sensor de régimen del rotor trabaja según el principio magnetorresistivo.

El mismo que detecta el régimen de revoluciones del rotor que tiene el motor eléctrico para la dirección electroasistida; el dato adquirido se necesita para poder excitar el motor con la debida precisión para que pueda asistir a la dirección.

- Efectos en caso de avería

Si el sensor tiene alguna falla se emplea la velocidad de ángulo de dirección a manera de señal secundaria.

La asistencia a la dirección se reduce de forma segura. De ese modo se evita que se interrumpa de golpe la servoasistencia en caso de averiarse el sensor. La falla es indicada en el momento que se enciende el testigo luminoso de color rojo del cuadro de instrumentos.

3.1.4. Sensor del Régimen del Motor

Este es un transmisor de régimen del motor es un sensor Hall. Va atornillado a la carcasa de la brida de estanqueidad del cigüeñal.

- Aplicaciones de la señal

La señal del sensor de régimen del motor es utilizada por la unidad de control del motor para detectar el número de vueltas del motor y la posición exacta del cigüeñal.

- Efectos en caso de avería

Si el sensor de régimen del motor tiene una falla, la dirección pasa a funcionar con borne 15. La avería no muestra un aviso con el testigo luminoso del cuadro de instrumentos del vehículo.

3.2. 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 sincronía.

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.”⁵⁶

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.

⁵⁶ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

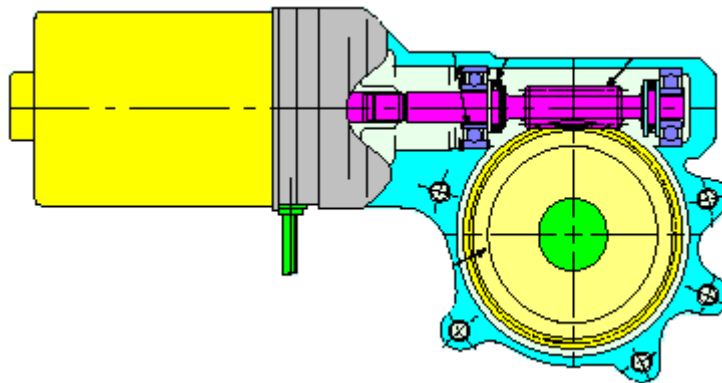


Figura 3.7 Motor Eléctrico⁵⁷

- Efectos en caso de avería

Una ventaja del motor asíncrono consiste en que también es movable a través de la caja de la dirección al no tener corriente aplicada.

Esto significa, que también en caso de averiarse el motor y ausentarse por ello la servoasistencia, sigue siendo posible mover la dirección aplicando una fuerza sólo un poco superior. Incluso en caso de un cortocircuito el motor no se bloquea.

Si el motor se avería, el sistema lo visualiza encendiéndose en rojo el testigo luminoso del cuadro de instrumentos.

⁵⁷ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

3.2.1. Partes del Motor

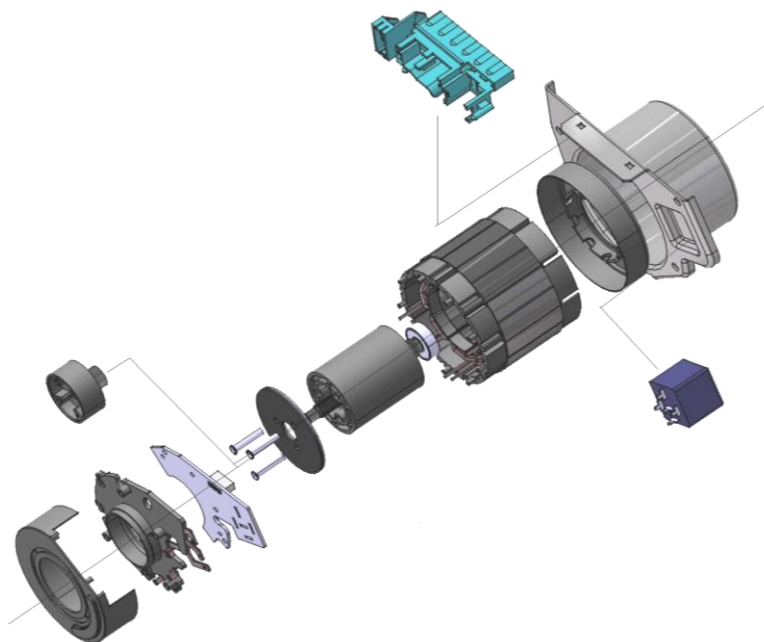


Figura 3.8 Despiece del Motor Eléctrico⁵⁸

Carcasa, Estator, Rotor, Relé, Rodamiento, Tapa de Protección.

⁵⁸ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

3.2.2. Tensión e Intensidad necesarias del motor de ayuda eléctrica

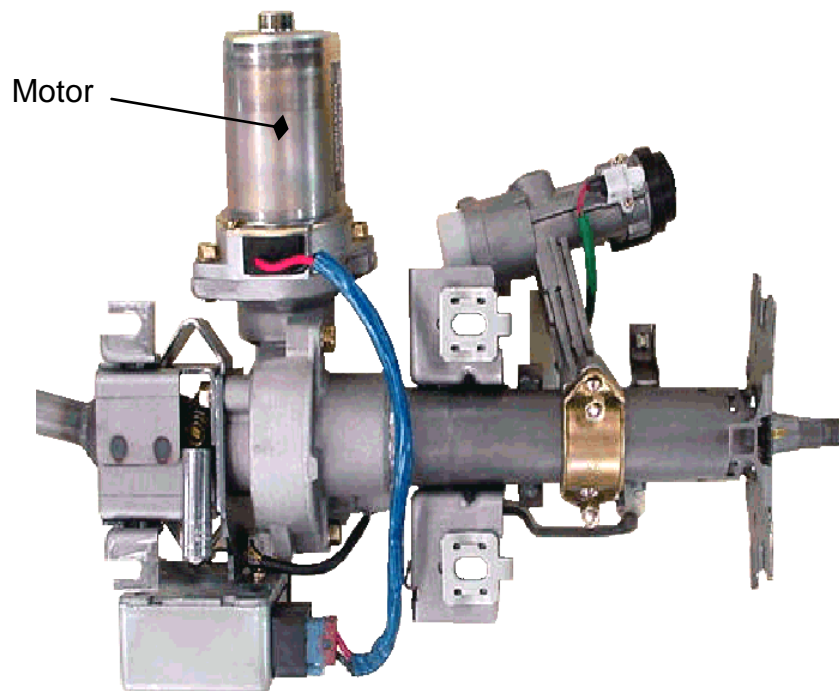


Figura 3.9 Dirección Electroasistida (Motor)⁵⁹

Motor DC

- Tamaño: $\Phi 77\text{mm} \times \ell 121\text{mm}$
- Torque : 2.8 Nm
- Velocidad de Operación: 900 rpm
 - ▶ Max. Output: 43.3 Nm
 - ▶ Rack force: 530 Kg

⁵⁹ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

3.3. UNIDAD DE CONTROL PARA LA DIRECCIÓN

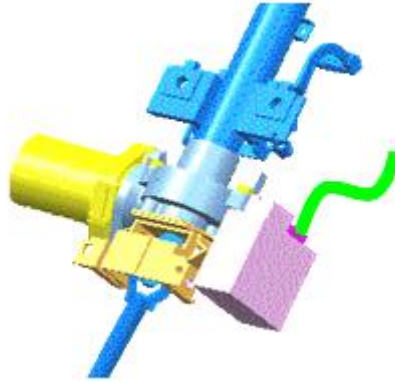


Figura 3.10 Unidad de Control⁶⁰

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.

⁶⁰ Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.

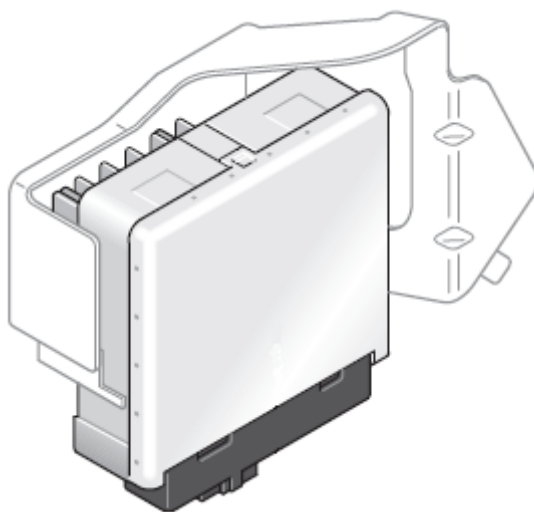


Figura 3.11 M61odulo Electr3nico de la Direcci3n Electroasistida

La unidad de control calcula las necesidades moment3neas de servoasistencia para la direcci3n. Calcula la intensidad de corriente excitadora y excita correspondientemente el motor el3ctrico.

“La unidad de control tiene integrado un sensor t3rmico para detectar la temperatura del sistema de direcci3n. Si la temperatura asciende por encima de los 100 °C se reduce de forma continua la servoasistencia para la direcci3n.

Si la servoasistencia a la direcci3n cae por debajo de un valor de 60%, el testigo luminoso para direcci3n asistida se enciende en amarillo y se inscribe una avería en la memoria.”⁶²

⁶¹ Documento Programa Autodid3ctico Servodirecci3n Electromec3nica, Volkswagen.

⁶² Documento Programa Autodid3ctico Servodirecci3n Electromec3nica, Volkswagen.

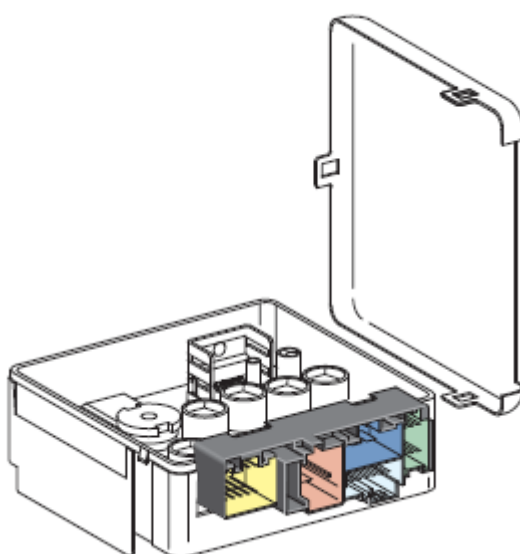


Figura 3.12 Vista Interna del Módulo Electrónico⁶³

3.3.1. Curvas Características

La regulación de la servoasistencia para la dirección se lleva a cabo recurriendo a una familia de características almacenada en la memoria permanente de programas de la unidad de control.

“Esta memoria abarca hasta 16 diferentes familias de características. Por ejemplo, en el caso del Golf 2004 se utilizan 8 familias de características de entre todas las disponibles.

Según el planteamiento (p. ej. el peso del vehículo) se activa en fábrica una familia de características específica.

⁶³ Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.

Sin embargo, también en el Servicio Postventa es posible activar la familia de características con ayuda del sistema de diagnóstico. Esto resulta necesario, p. ej., si se sustituye la unidad de control de la dirección.

Como ejemplos se han seleccionado aquí respectivamente una familia de características para un vehículo pesado y una para uno ligero de entre las 8 familias de características implementadas para el Golf 2004. Una familia de características contiene cinco diferentes curvas asignadas a diferentes velocidades del vehículo (por ejemplo. 0 km/h, 15 km/h, 50 km/h, 100 km/h y 250 km/h). Una curva de la familia de característica expresa el par de dirección a que el motor eléctrico aporta mas o menos servoasistencia para hacer mas fácil y preciso el manejo de la dirección teniendo en cuenta variables como por ejemplo: el peso del vehículo.”⁶⁴

⁶⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

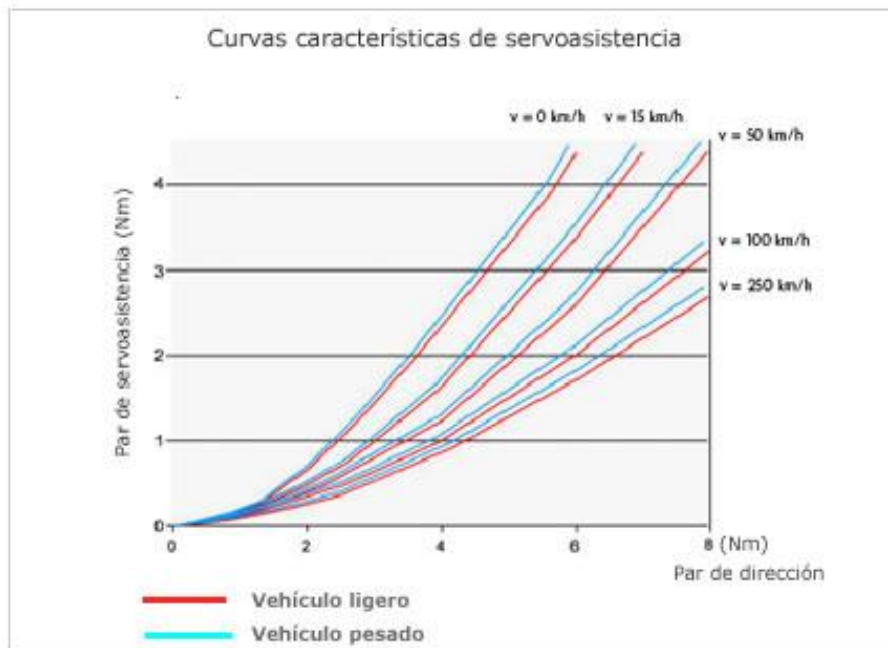


Figura 3.13 Curvas Características⁶⁵

- Efectos en caso de avería

Si se avería la unidad de control para dirección asistida se la puede sustituir completa.

La familia de características correspondiente en la memoria no volátil para programas de la unidad de control tiene que ser activada por medio del sistema de diagnóstico.

⁶⁵ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

3.4. 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 3.14 Testigo de Averías de la Dirección Electroasistida⁶⁶

Al conectar el encendido, el testigo se enciende en rojo, porque el sistema de la dirección asistida electromecánica lleva a cabo un ciclo de autochequeo. Sólo a partir del momento en que llega la señal procedente de la unidad de control para dirección asistida, según la cual el sistema trabaja de forma correcta, es cuando el testigo se apaga. Este ciclo de autochequeo tarda unos dos segundos. El testigo se apaga de inmediato en cuanto se arranca el motor.

⁶⁶ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

3.5. ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA

El sistema eléctrico de la dirección electroasistida funciona por medio de señales emitidas por los sensores de par o torsión y las señales que detecta el computador por el accionamiento y desempeño del motor, el mismo que es comandado por el mismo computador.

A continuación se muestra el esquema del sistema.

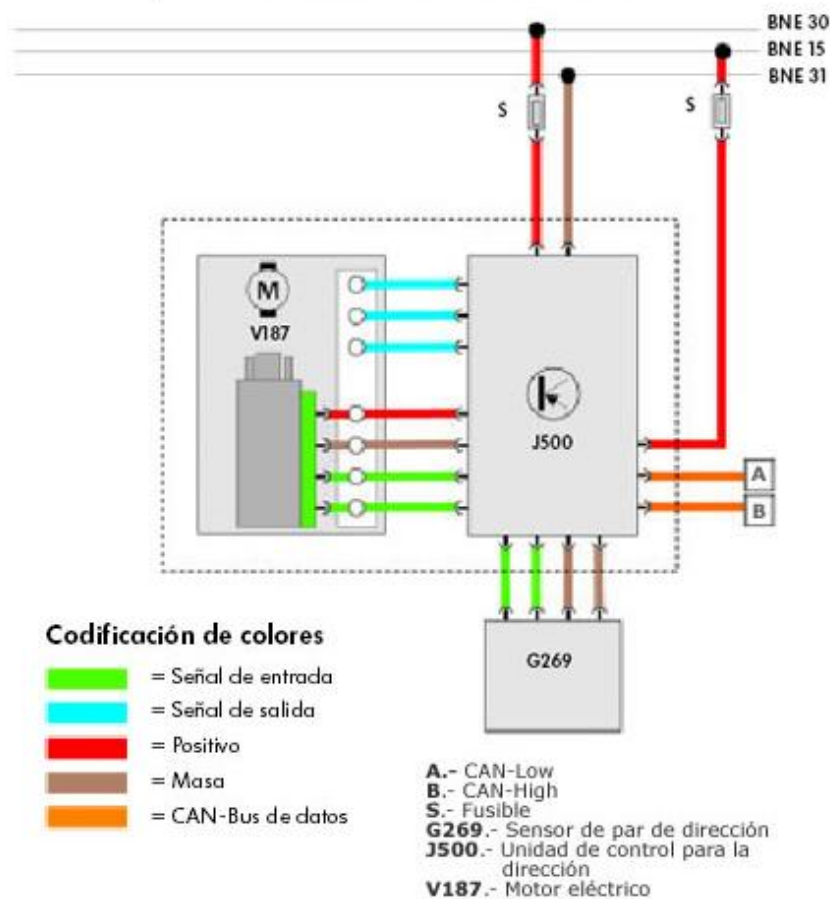


Figura 3.15 Esquema Eléctrico de la Dirección Electroasistida⁶⁷

⁶⁷ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

3.6. REDISEÑO DEL SENSOR DE GIRO

Como un adelanto del siguiente capítulo que presentaremos, se mostrara el diseño para la mejora del sensor de torque de giro del sistema de dirección electroasistida.

Dirigiéndonos a alcanzar el objetivo de este proyecto, el mismo que es rediseñar el sensor de giro proporcionando mayor fiabilidad, seguridad y reducir la posibilidad de que existan fallas en el sistema.

En el anterior capítulo mencionamos los problemas que se han detectado en el sistema, y principalmente el mayor problema que ha tenido este tipo de dirección es en el sensor de giro o de torque. Así, por este motivo se rediseñará este sensor de potenciómetro, por un sensor óptico.

El mismo que posee una menor posibilidad de avería que con el sensor de potenciómetro ya que sus pistas sufren desgaste.

A continuación se mostraran las partes del sensor óptico que se presentara y su respectivo funcionamiento.

3.6.1. Partes

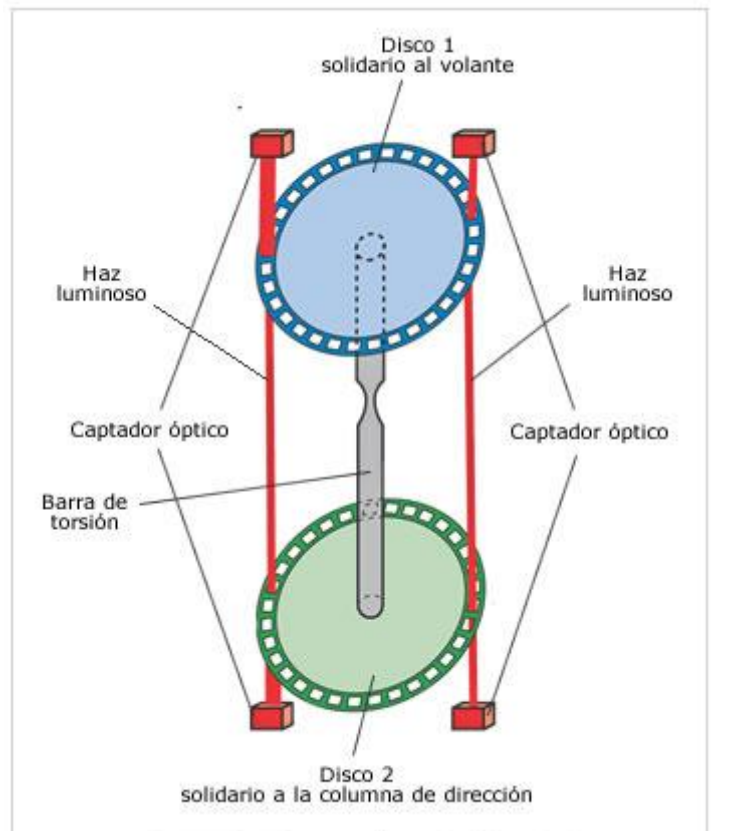


Figura 3.16 Partes del Nuevo Sensor⁶⁸

3.6.2. Funcionamiento

El captador de par o torque del volante, utiliza dos discos solidarios unidos por una barra de torsión que está debilitada en su centro, esto es para que permita un cierto retorcimiento cuando las fuerzas son distintas en sus extremos. Unos rayos de luz atraviesan las ventanas practicadas en los discos, esto sirve en primer lugar para conocer la posición angular del volante, es decir para saber cuánto se

⁶⁸ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

ha girado el volante. En segundo lugar cuando las fuerzas que se aplican en los extremos de la barra de torsión son distintas, las ventanas del disco superior no coinciden con las del disco inferior, esto provoca que el rayo de luz no llegue en su totalidad y parte de la luz que envía el emisor no es recibida por el receptor del captador óptico. Es decir, que cuando existe un estrechamiento de la ventana de lectura de los captadores ópticos (la superposición de los discos). Éste es directamente proporcional al nivel de asistencia del sistema.

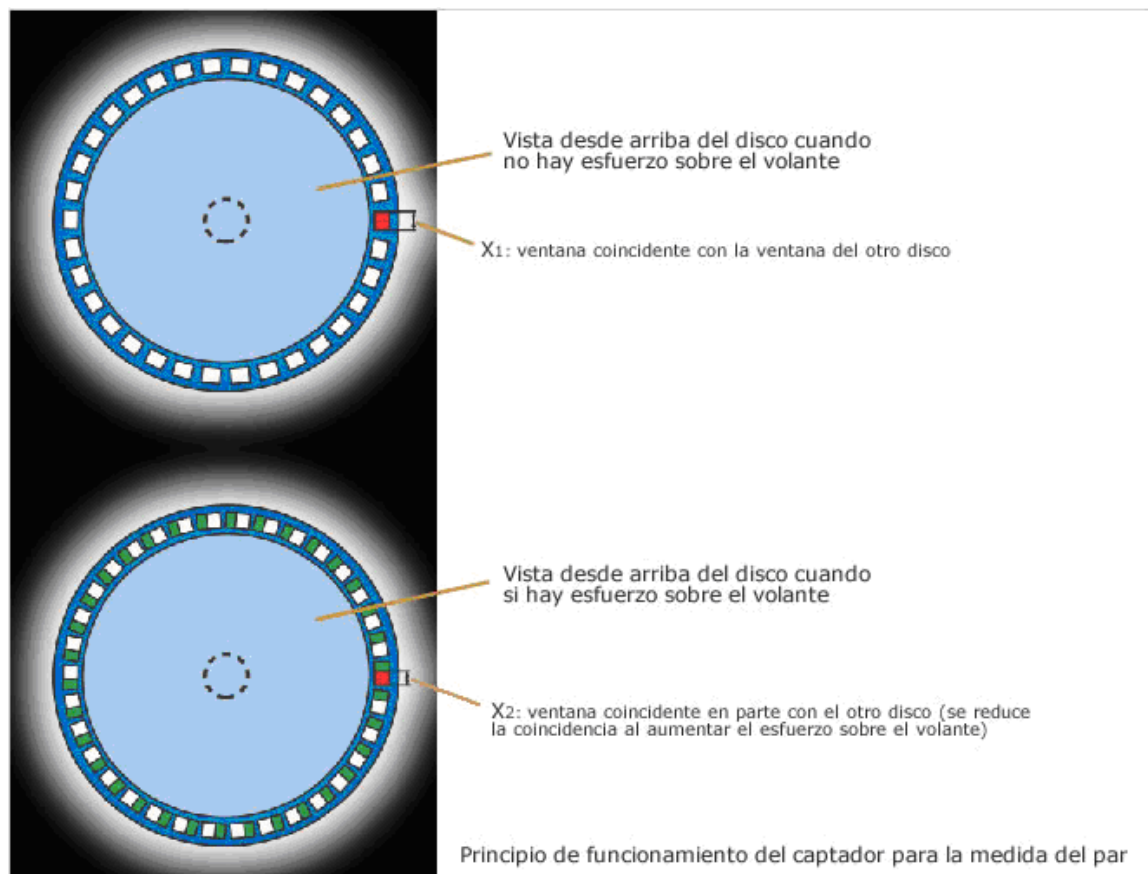


Figura 3.17 Funcionamiento del Sensor⁶⁹

⁶⁹ <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

CAPITULO IV

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. ELABORACIÓN DEL NUEVO SENSOR

Para la elaboración del nuevo sensor que vamos a reemplazar, necesitamos retirar el antiguo sensor de torque de potenciómetro del eje donde se encuentra la rueda dentada de la dirección electroasistida.

Pero antes debemos despiezar cuidadosamente todo el sistema para llegar al sensor de torque. Y para que el proyecto final se pueda apreciar de mejor manera, se elaboraran cortes estratégicos a lo largo de todo el sistema de dirección para que todos sus componentes internos y su principal funcionamiento sean vistos claramente. Lo cual hacen que la persona o grupo de estudiantes de la Universidad que deseen ver el proyecto, puedan conocer directamente las partes que lo componen y comprender con facilidad el trabajo de este tipo de dirección.

Para desarrollar este capítulo se utilizaran fotografías tomadas directamente en la práctica. Las mismas que tendrán una pequeña explicación de las mismas, siguiendo una secuencia hasta llegar a nuestro objetivo.

4.1.1. Identificación y Despiece del Sistema



Figura 4.1 Sistema de Dirección Electroasistida

Aquí se muestra el sistema de dirección completo que se va a despiezar.



Figura 4.2 Despiece del Sistema

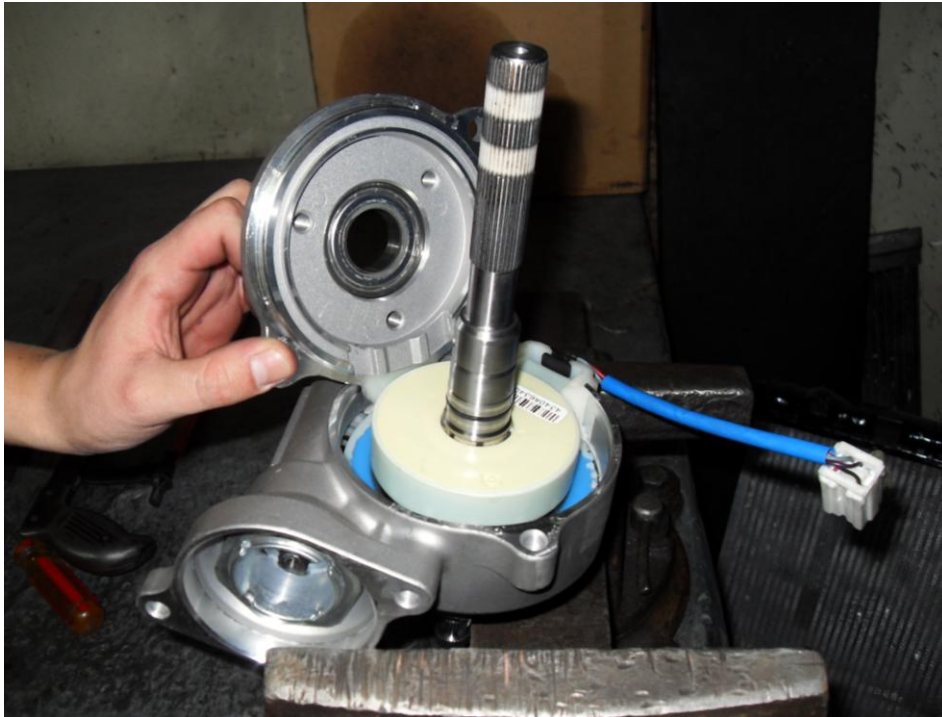


Figura 4.3 Sensor tipo Potenciómetro



Figura 4.4 Carcasa del Sistema

Se puede ver la carcasa exterior del sistema donde se encuentra el tornillo sin fin y donde se ubica el eje de la dirección con una rueda dentada de plástico.

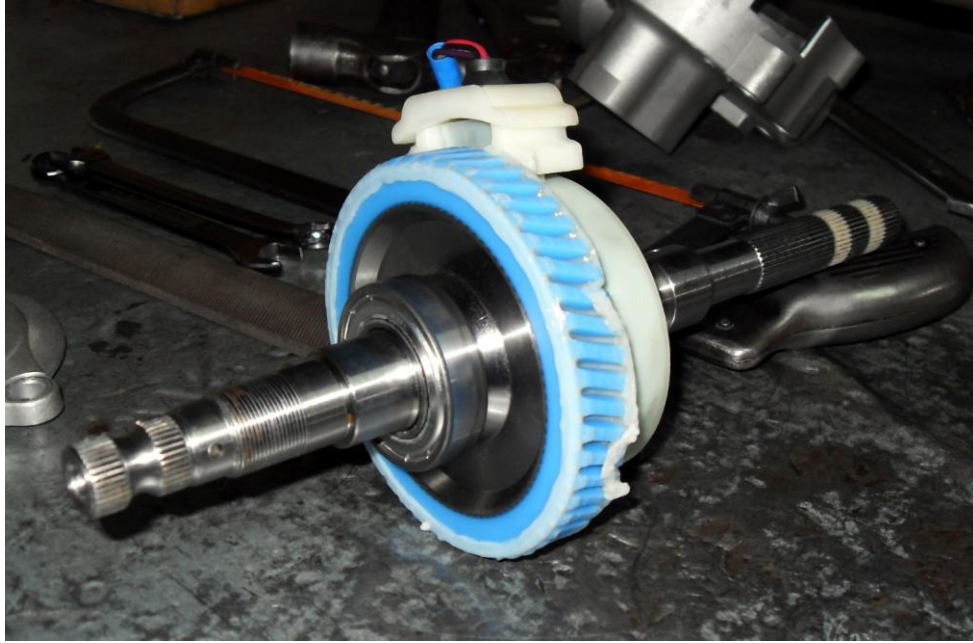


Figura 4.5 Rueda Dentada

Eje de la dirección con rueda dentada que acciona el mecanismo de sinfín y también se puede ver ubicado en el mismo eje el sensor de torque.

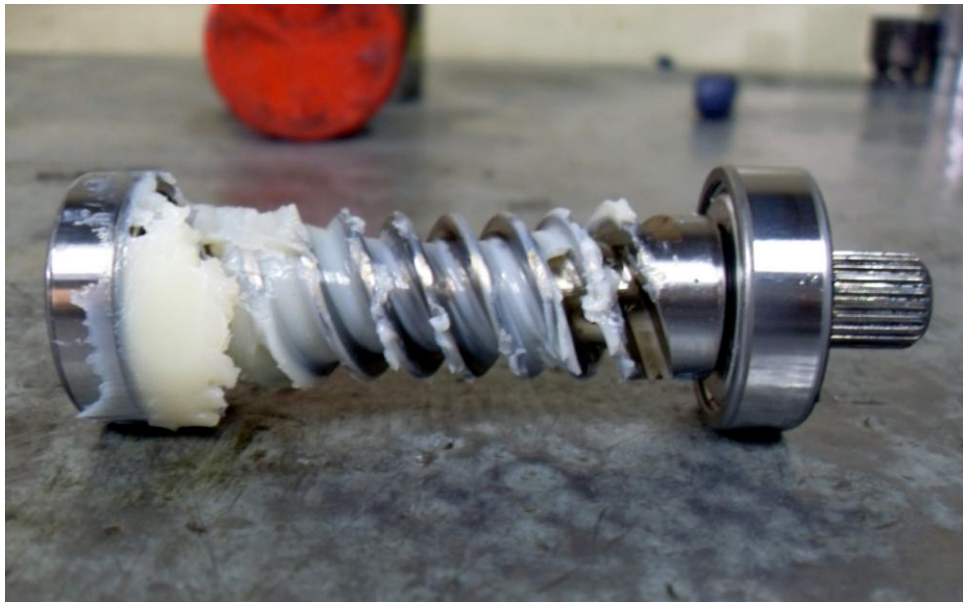


Figura 4.6 Tornillo Sinfín



Figura 4.7 Despiece de la Dirección Electroasistida

Aquí se puede apreciar el despiece del sistema de dirección electroasistida.

4.1.2. Corte a lo largo de todo del Sistema



Figura 4.8 Motor Eléctrico

Se procede a desarmar el motor eléctrico del sistema.

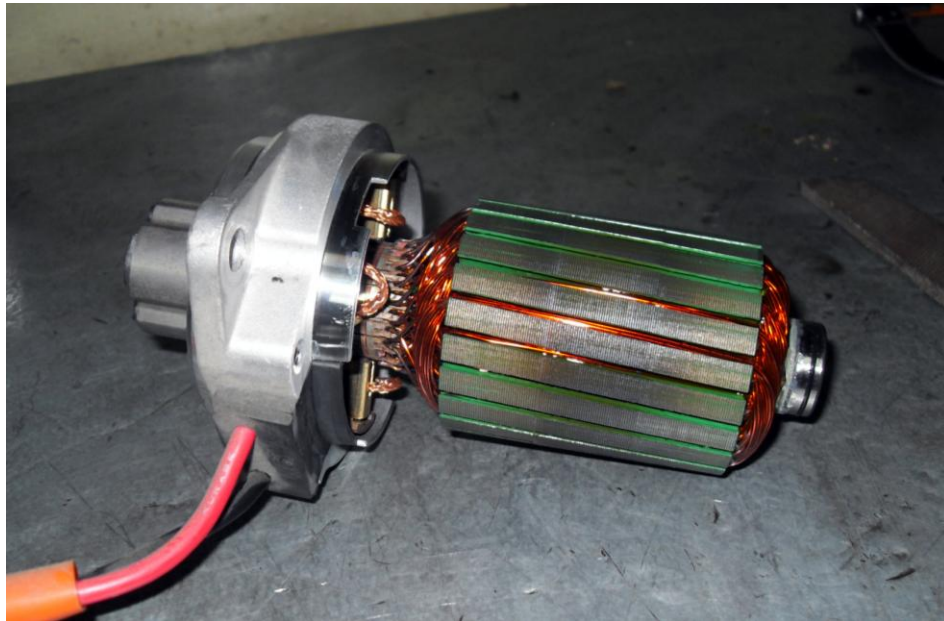


Figura 4.9 Rotor del Motor Eléctrico

Interior del motor eléctrico del sistema, donde se puede identificar su bobinado.



Figura 4.10 Señalización del corte

Una vez desarmadas todas las partes exteriores del sistema, se inicia el corte del mismo. Primero cortando la carcasa donde se ubica el mecanismo de sinfín que es accionado por el eje de dirección con rueda dentada.

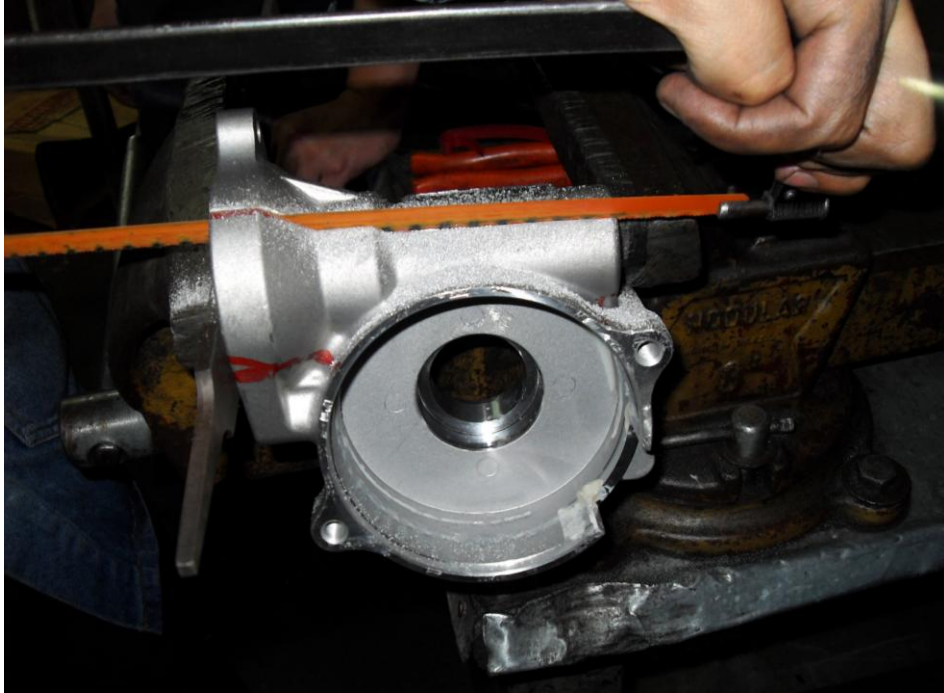


Figura 4.11 Corte de la Carcasa

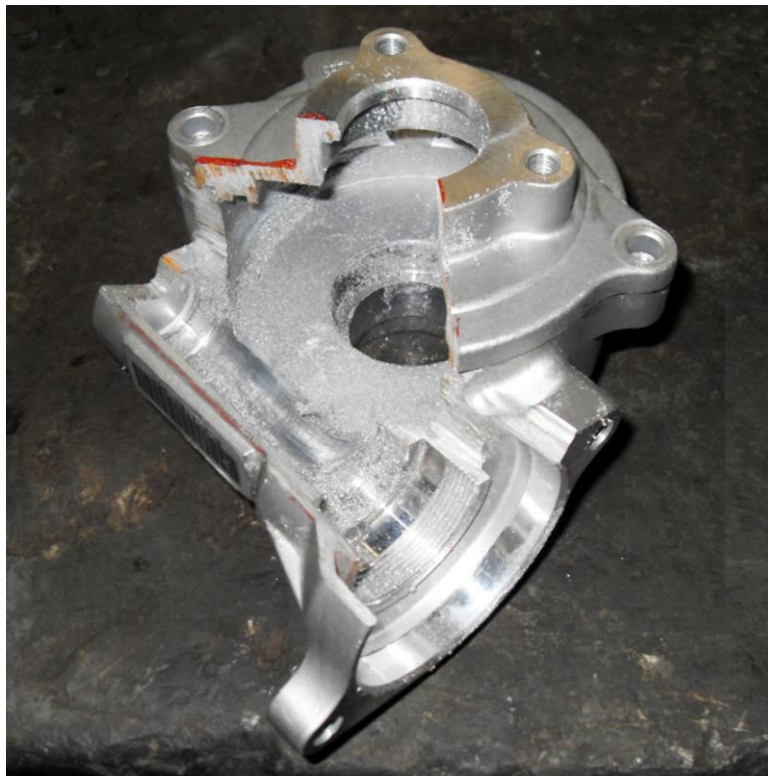


Figura 4.12 Corte final de la Carcasa

Trabajo final del corte de la carcasa.



Figura 4.13 Limado de la carcasa

El siguiente paso es limar la pieza cortada para que el sector de corte tenga una superficie lisa, para mejorar la presentación y facilitar el área para el pintado.

4.1.3. Pintado y Armado final del Sistema

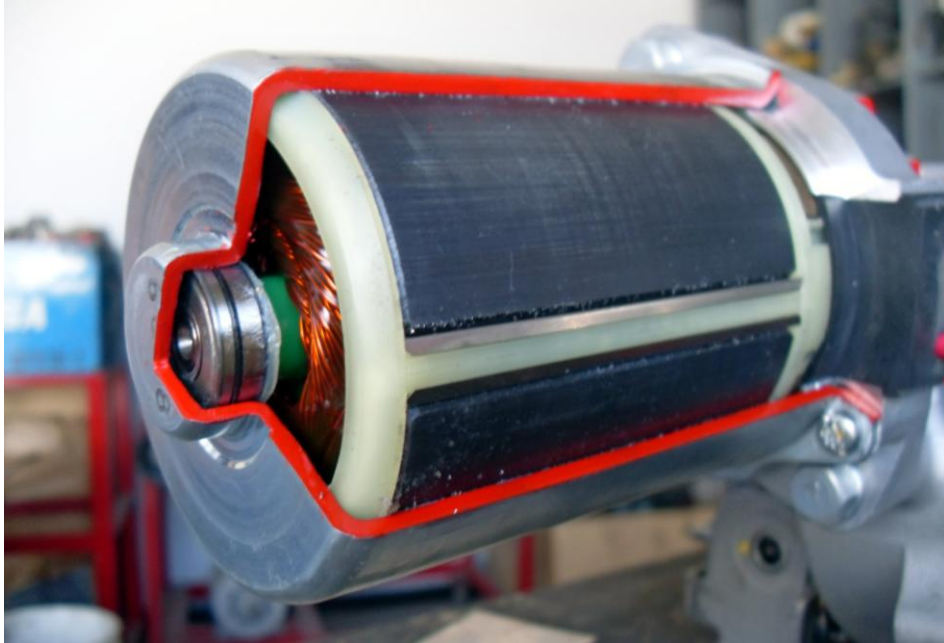


Figura 4.14 Pintado de la Carcasa del Motor Eléctrico

Este es el resultado final del motor eléctrico del sistema, una vez pintado y armado en su totalidad.

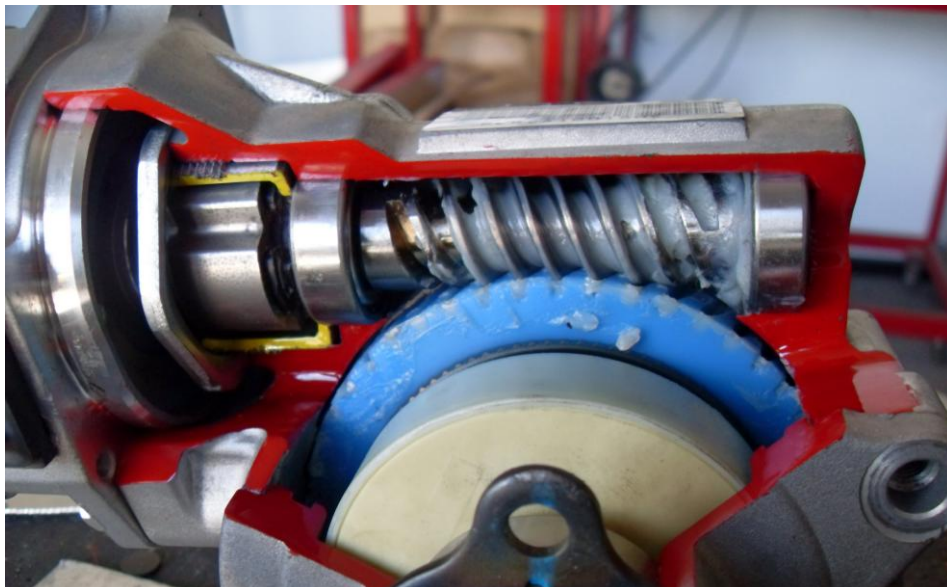


Figura 4.15 Partes internas de la Dirección Electroasistida

Aquí se muestran armados los componentes internos de la carcasa exterior anteriormente cortada y limada, ahora se la puede apreciar ya pintada la pieza.



Figura 4.16 Vista general del trabajo realizado

A continuación se debe desarmar nuevamente para retirar el sensor de torque del eje de la dirección donde se ubica la rueda dentada que es asistida por el motor eléctrico por medio del mecanismo de sinfín.

Se mostraran fotografías de la ubicación donde se encuentra el sensor de torque, mientras también se detalla la fabricación del nuevo sensor, el cual inicia con la elaboración de una placa metálica, la misma que ayuda al sensor óptico a censar las señales emitidas por los diodos leds.

4.1.4. Identificación del Sensor de Torque

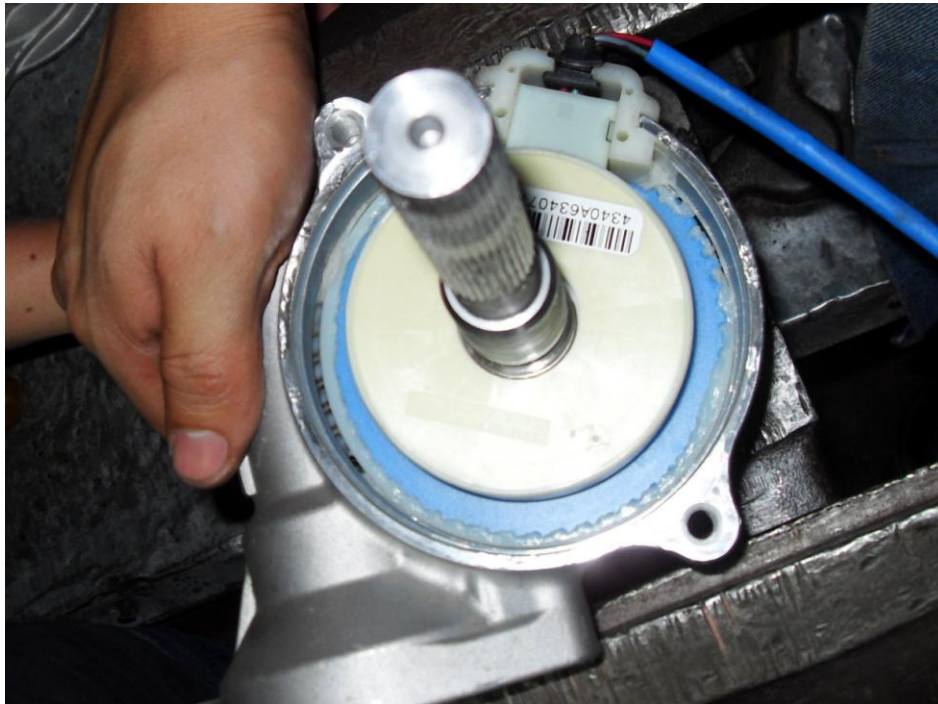


Figura 4.17 Sensor de Torque

Se encuentra ubicado en el eje de la dirección con la rueda dentada, este sensor se encuentra recubierto por una carcasa de plástico.



Figura 4.18 Eje de la Dirección montado sobre él la rueda dentada y el Sensor



Figura 4.19 Vista Superior de la Sensor de Torque

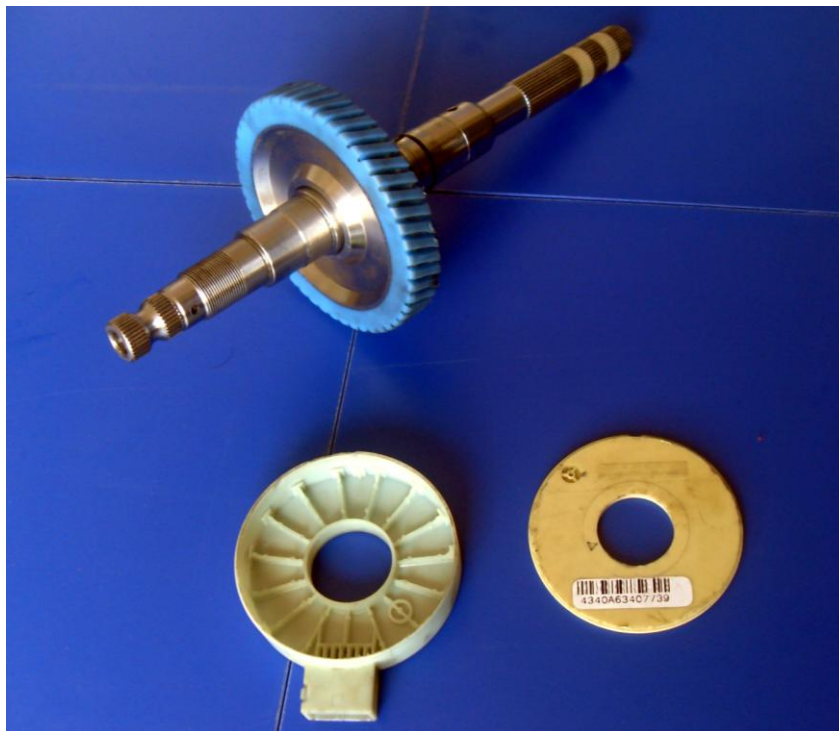


Figura 4.20 Carcasa para uso del Nuevo Sensor

Finalmente se muestra retirado el sensor de torque del eje de la dirección, el mismo sin sus componentes de potenciómetro de su interior.

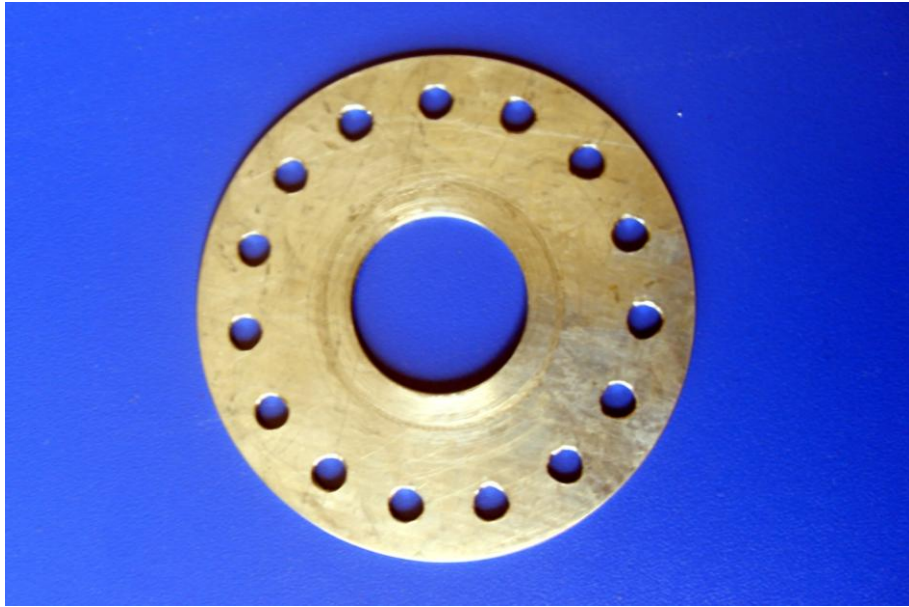


Figura 4.21 Placa del Sensor

Aquí se muestra finalizada la placa que va ayudar a censar la señal emitida por el led. La elaboración del mismo se realizó con la ayuda de un tornero el cual siguió las instrucciones dadas para el buen funcionamiento del sensor. Donde: Espesor de la placa = 2.0mm; Diámetro Interno = 26mm; Diámetro Externo = 76mm; 15 orificios de 5.0mm distribuidos por todo el perímetro de la placa a cada 24 grados cada uno.



Figura 4.22 Partes a Utilizar en el Nuevo Sensor



Figura 4.23 Lugar donde va posicionada la Placa del Nuevo Sensor

En esta fotografía se ve cómo va a ir posicionada la placa del sensor fijada sobre el eje de la dirección, obviamente la misma se ubicará en el interior de la carcasa del sensor de torque de potenciómetro original antes mostrado.



Figura 4.24 Motor Eléctrico del Sistema sin su Eje de Dirección

Se muestra el motor eléctrico con la carcasa en corte, vista desde otro ángulo.

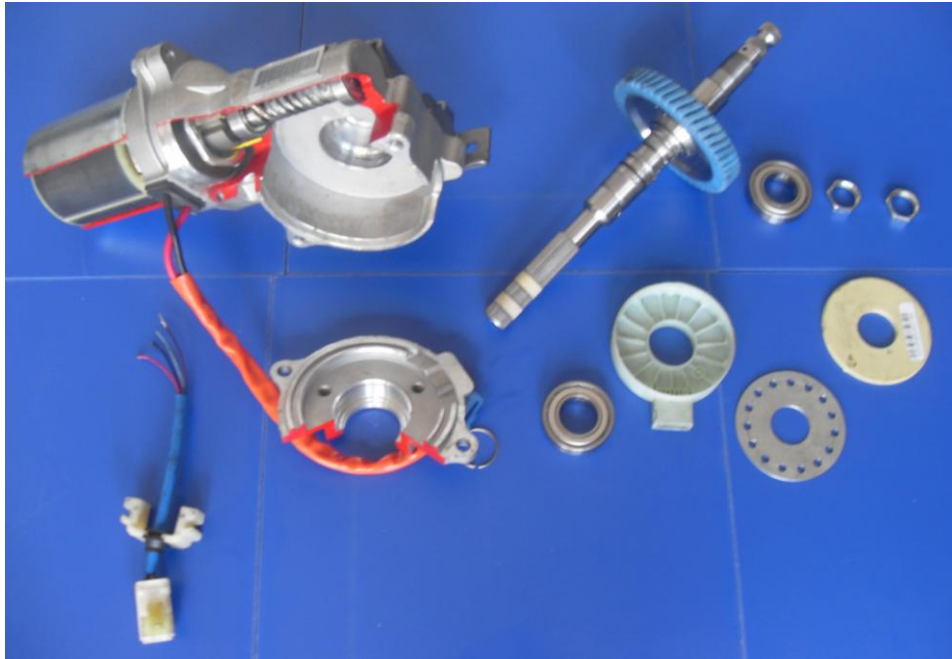


Figura 4.25 Despiece Completo del Sistema con las partes del nuevo Sensor

Aquí se puede apreciar el despiece completo de todo el sistema, incluida la placa elaborada para el funcionamiento del nuevo sensor.

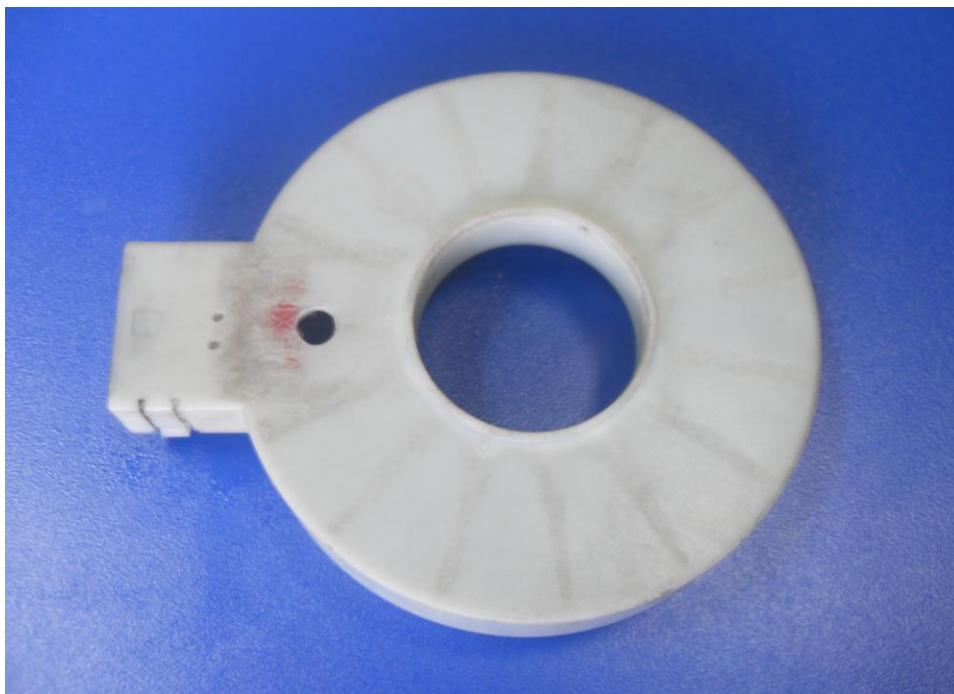


Figura 4.26 Carcasa del nuevo Sensor con perforación

Se realizaron perforaciones de 5 mm, siendo el diámetro del led emisor y del fototransistor, para que entren dentro de la carcasa y la tapa del sensor.



Figura 4.27 Nuevo Sensor con perforaciones con su Placa en el interior

Aquí podemos ver como iría colocado el nuevo sensor de giro con la placa que obstruiría la señal emitida por los dispositivos eléctricos.

4.2. CONEXIONES

Para finalizar el desarrollo del proyecto se tomo en cuenta cada uno de los componentes que van a conformar el circuito eléctrico para la elaboración del sensor óptico para el óptimo funcionamiento del sensor de torque o de giro de la dirección electromecánica.

Para la elaboración del circuito se empezó por hacer un esquema del mismo. Donde primero se realizará una pequeña descripción de los componentes utilizados en el circuito:

- 1 Convertidor de Tensión 7808.-

Los reguladores lineales de tensión o reguladores de voltaje, son circuitos integrados diseñados para entregar una tensión constante y estable, además de brindar estabilidad y protección.

La identificación del modelo es muy sencilla. Las dos primeras cifras corresponden a la familia:

- 78xx para reguladores de tensión positiva
- 79xx para reguladores de tensión negativa

Las dos cifras siguientes corresponden al voltaje de salida:

- xx05 para tensión de 5v
- xx08 para tensión de 8v
- xx12 para tensión de 12v
- xx24 para tensión de 24v, etc.

Con respecto a la corriente máxima (I_{max}) de salida, está indicada en el dispositivo. Por ejemplo, si entre la familia y el modelo tiene una L (78L05) indica que la corriente máxima de salida es de 0.1A.

- L = 0.1A
- M = 0.5A
- S = 2A
- T = 3A
- Sin letra = 1A

Los tres terminales corresponden a la Tensión de entrada (V_{in}), Tierra (ground) y Tensión de salida (V_{out}).

La finalidad del uso de éste componente eléctrico se debe a que el circuito del nuevo sensor de torque pueda funcionar óptimamente. Ya que el mismo tiene un funcionamiento inicial con una tensión de nueve voltios, así, con éste componente podemos regular la tensión de la batería (12V) a nueve voltios.

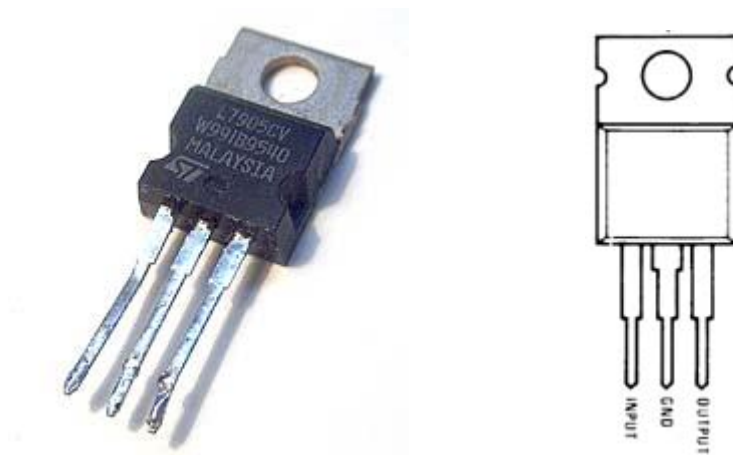


Figura 4.28 Convertidor de Tensión 7808⁷⁰

⁷⁰ <http://artefactos.leame.com/index.php?module=weblogmodule&action=view&id=17&src=@random48e7cdc1a672d>

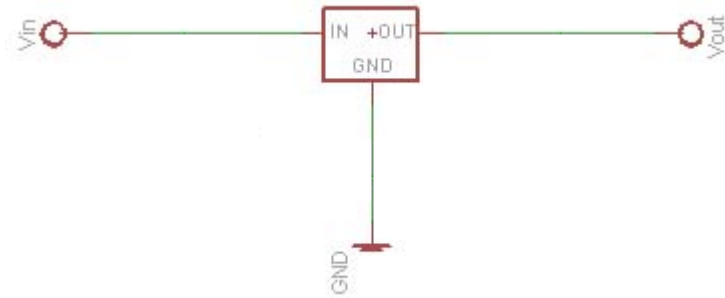


Figura 4.29 Esquema Convertidor de Tensión 7808⁷¹

- 3 resistencias de 220Ω - 1 resistencia de 470Ω.-

Se denomina resistencia eléctrica a la dificultad u oposición que presenta un cuerpo al paso de una corriente eléctrica para circular a través de él. En el Sistema Internacional de Unidades, su valor se expresa en ohmios, que se designa con la letra griega omega mayúscula, Ω . Para su medida existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un ohmímetro.

- 1 Transistor NPN 2N3904.-

Este dispositivo está diseñado para actuar como un amplificador general o un switch.

El rango dinámico de uso se extiende a 100 mA como switch y a 100 MHz como amplificador.

⁷¹ <http://artefactos.leame.com/index.php?module=weblogmodule&action=view&id=17&src=@random48e7cdc1a672d>

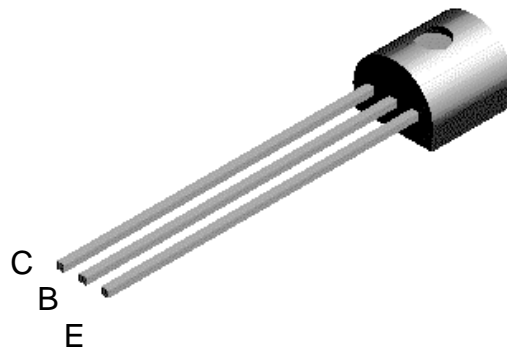


Figura 4.30 Transistor NPN⁷²

- 1 LED.-

Es un dispositivo electrónico semiconductor (diodo), que emite luz cuando se le aplica una tensión eléctrica.

A fines de los años 90, ciertos desarrollos han llevado a la creación de LEDs de luz azul y de luz blanca, indispensables para el uso en iluminación general y pública. Últimamente, se han generado avances en la obtención de LEDs de muy alta luminosidad, llegando a sobrepasar a las lámparas halógenas en su relación luminosidad-potencia, con un menor consumo de energía y una mayor vida útil.

⁷² Documento Transistor 2N3904, Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.

- 1 ILED o Led emisor infrarrojo.-



Figura 4.31 Led Infrarrojo⁷³

Diodo emisor de luz (LED) infrarrojo, azul, transparente, de 5 mm de diámetro, 1.3 V en polarización directa, 1.7 V máximo, 20 mW y ángulo de 12 grados para transmisión a mayor distancia.

Los LEDs infrarrojos emiten luz en entre 700 y 1000nm, frecuencia que ya no es visible para el ojo humano, pero que puede ser bien detectada por fotodiodos y fototransistores de silicio. La longitud de onda emitida depende del material del semiconductor elegido. Longitudes de onda estándar son 880nm y 950nm. Los componentes que emiten en 950 nm son generalmente más económicos.

Características importantes de los LED son, además de la longitud de onda y la velocidad de reacción, la dirección de emisión (lateral, dirigida hacia arriba o abajo) y el ángulo de apertura (determina la intensidad del haz de luz en la dirección correspondiente).

⁷³ http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/led-infrarrojo-382260.jpg

➤ **Aplicaciones**

- Mandos a distancia infrarrojos
 - Barreras de luz en áreas de seguridad
 - Sensores reflexivos con alcances de larga distancia
 - Interruptor óptico para sustituir los mecánicos
- 1 Fototransistor o Hermetic Silicon Photodarlington.-

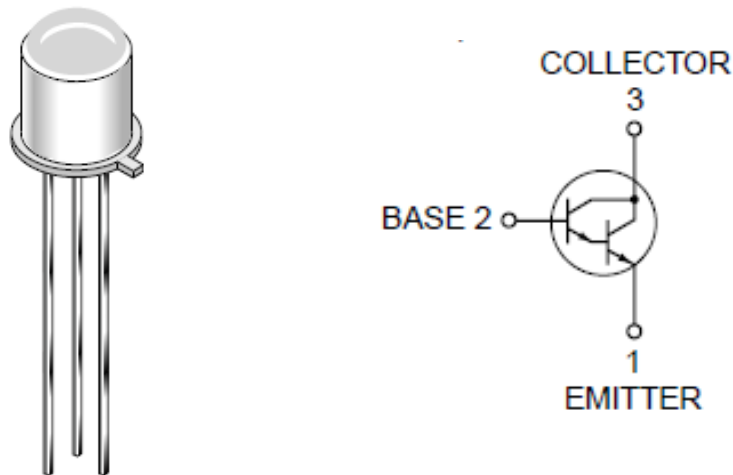


Figura 4.32 Fototransistor y su Esquema Interno⁷⁴

Un fototransistor darlington es un fototransistor en el cual el colector y emisor del primer paso están conectados respectivamente al colector y a la base de un segundo transistor. La corriente de emisor del paso de entrada es amplificada por el segundo paso. Este componente presenta una sensibilidad muy alta, generando fuertes corrientes en el terminal emisor de salida, en condiciones de excitación (iluminación, irradiación) precarias.

⁷⁴ Datasheet Hermetic Silicon Photodarlington, Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.

- Su tiempo de respuesta real para activarse es de 300 μs y el tiempo de respuesta real para desactivarse es de 250 μs .
- La recepción de ángulo de sensibilidad a la respuesta es de 10° , y de 8° si el mismo funcionaria a la mitad de su capacidad.

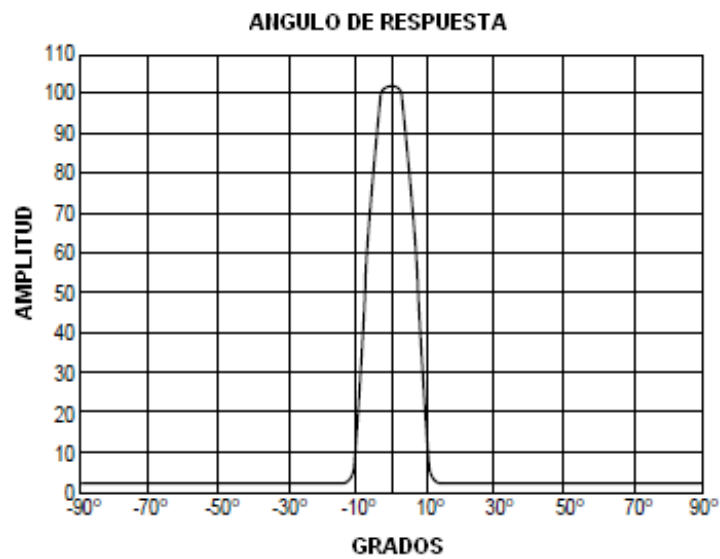


Figura 4.33 Angulo de Respuesta del Fototransistor⁷⁵

⁷⁵ Datasheet Hermetic Silicon Photodarlington, Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.

4.2.1. Dimensiones

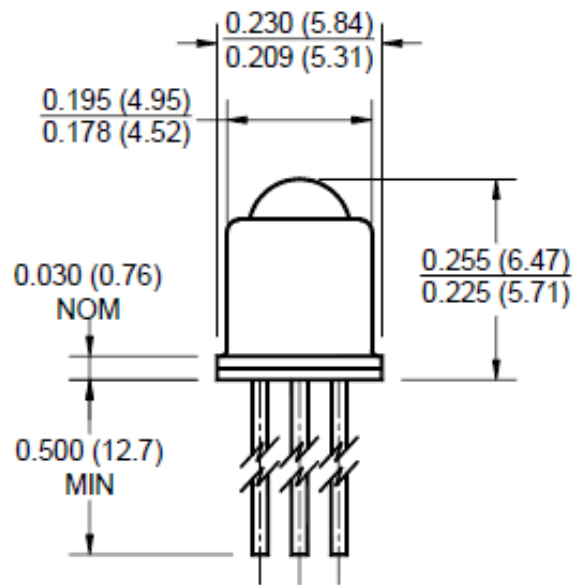


Figura 4.34 Dimensiones del Fototransistor (Vista Frontal)⁷⁶

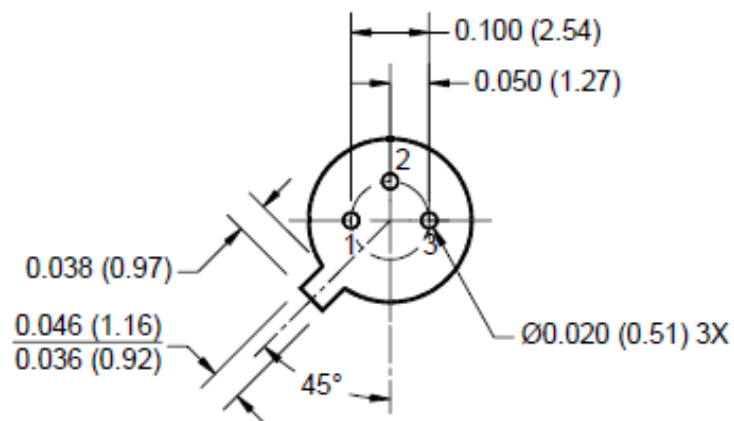


Figura 4.35 Dimensiones del Fototransistor (Vista Inferior)⁷⁷

⁷⁶ Datasheet Hermetic Silicon Photodarlington, Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.

⁷⁷ Datasheet Hermetic Silicon Photodarlington, Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.

4.2.2. Circuito Eléctrico

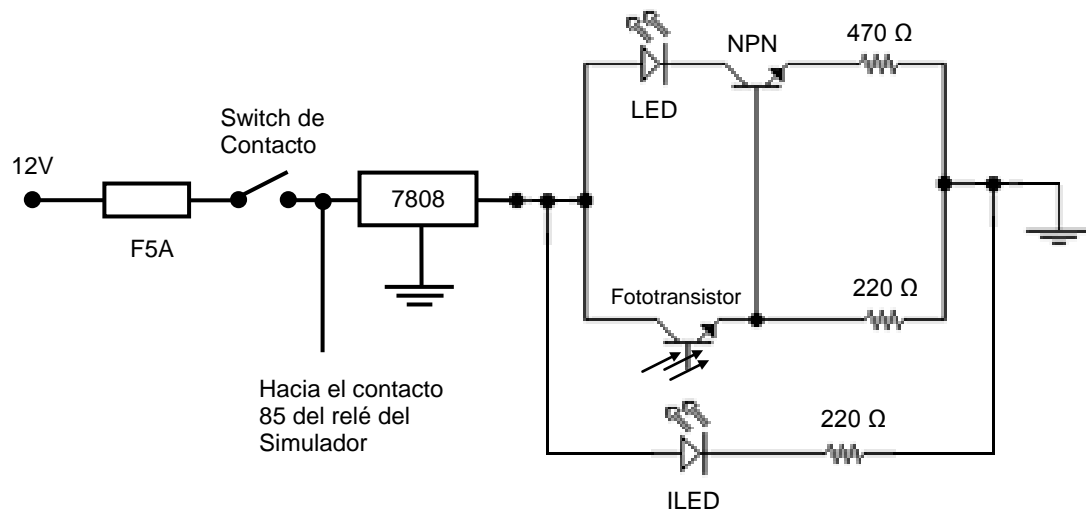


Figura 4.36 Circuito Eléctrico del Nuevo Sensor

4.2.2.1. Esquema Completo del Nuevo Sensor

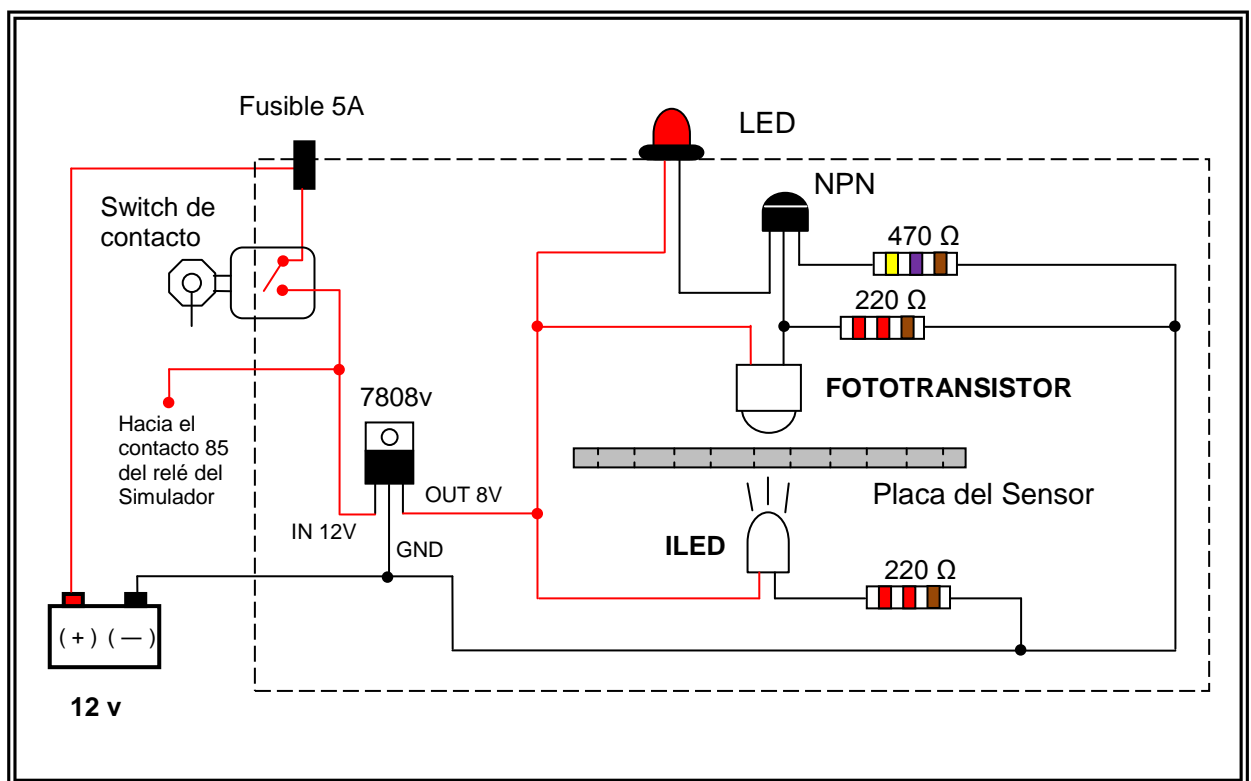


Figura 4.37 Esquema Gráfico del Nuevo Sensor

4.2.3. Funcionamiento

Se elaboro un detector de Luz y en ausencia de Luz, este último se consigue, cambiando el fototransistor por la Resistencia de base, en el primer divisor de Tensión, con ello se logra polarizar el segundo transistor cuando el fototransistor posea mucha resistencia, o sea cuando no posee luz, y cuando acercamos el Led emisor, la resistencia del fototransistor, disminuye y la polarización de transistor de base-emisor queda casi a cero haciendo apagar al diodo Led. Cuando se obstruye la señal emitida por el diodo led emisor se polariza el diodo led haciendo que el mismo se encienda.

A continuación se detallaran algunos arreglos que podrían utilizarse, en el remoto caso de que el circuito falle o tenga problemas de conexión.

Tabla 4.1 Síntomas y Soluciones en remoto caso de Avería del Sensor⁷⁸

SINTOMA	AVERIA	SOLUCION
Diodo Led no luce.	Led mal polarizado.	Buscar polarización correcta del Led y polarizarle Bien.
Transistor no Saturado.	Los Valores de Resistencias son incorrectos.	Buscar resistencias adecuadas, y conexas en su sitio.
Fototransistor no responde correctamente.	Polarización incorrecta del fototransistor.	Buscar polarización correcta del Fototransistor y conectarle correctamente.
Led muy sensible a la variación de Luz	Polarización de fototransistor con resistencias de valor incorrecto	Verificar las resistencia y poner las de valor más adecuado
El circuito está bien montado y no funciona.	Verificados todos los componentes, nos damos cuenta de que alguna resistencia esta en corte.	Verificar que esa resistencia esta en corte y cambiarla por una nueva.
Diodo Led no luce	Polarización de transistor no es correcta.	Revisar el circuito y verificar la polarización correcta de transistor.

⁷⁸ <http://html.rincondelvago.com/fototransistores.html>

➤ Aplicaciones

- Sensores de presencia y ausencia de luz
- Para conductores y receptores de fibra óptica
- Cámaras fotográficas para regular la membrana del objetivo automáticamente.

4.2.4. Elaboración del Circuito Eléctrico

Inicialmente se empezó por construir el circuito, mostrado en el esquema anterior, en un protoboard para simplificar las complicaciones de soldar, ya que el mismo sirve para construir circuitos y pruebas temporales.

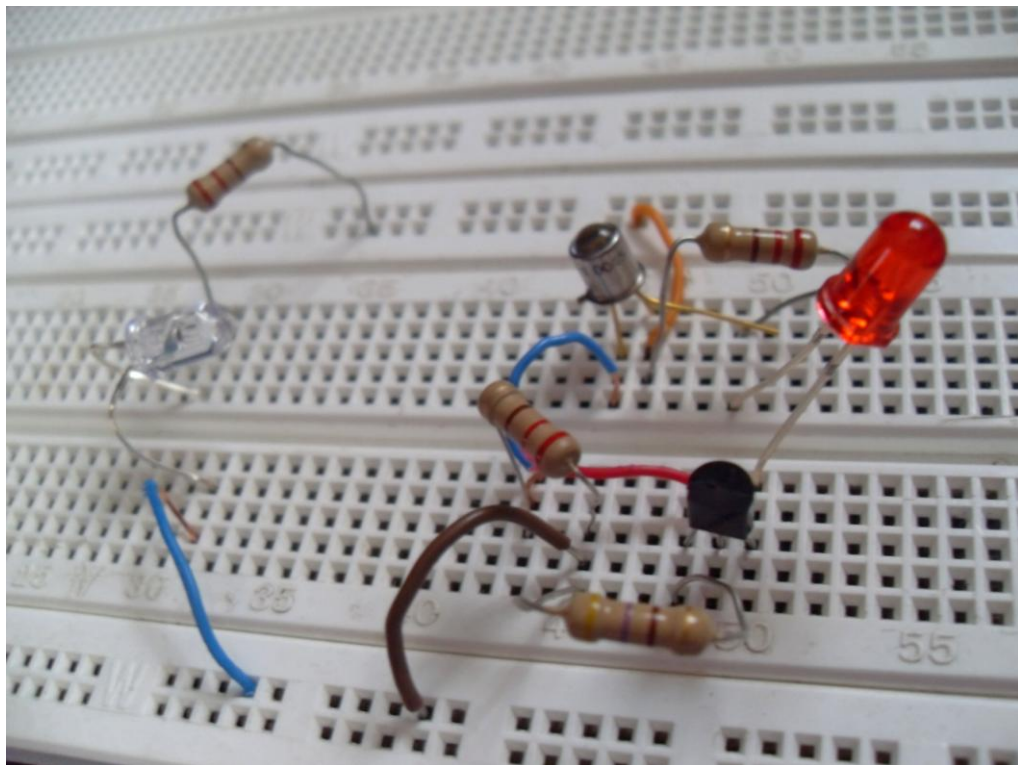


Figura 4.38 Circuito del Sensor en Protoboard

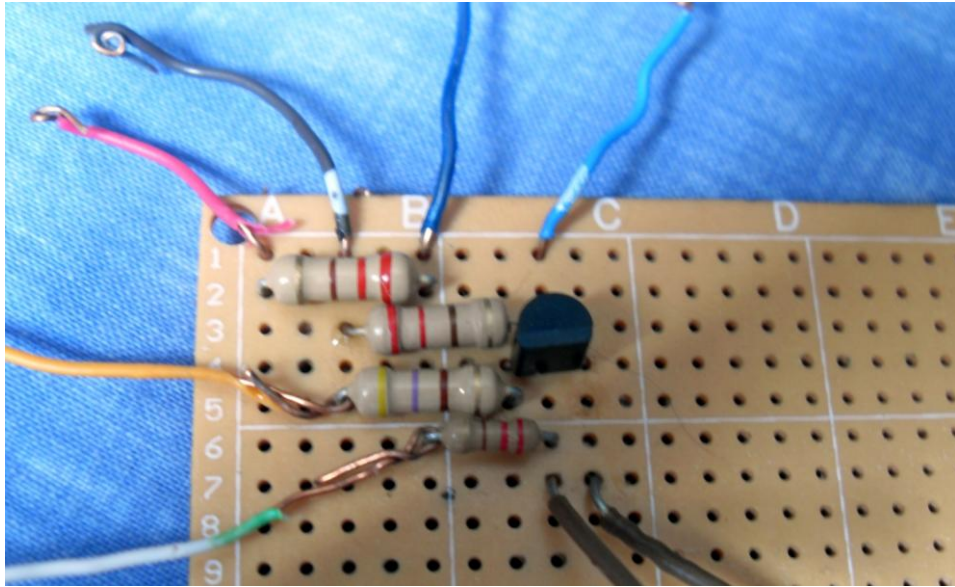


Figura 4.39 Circuito del Sensor reducido en Baquelita

Después de construir y probar el funcionamiento del circuito, se procede a montarlo sobre una baquelita, minimizando su tamaño al máximo para que este pueda caber dentro del espacio de la carcasa del antiguo sensor de torque.

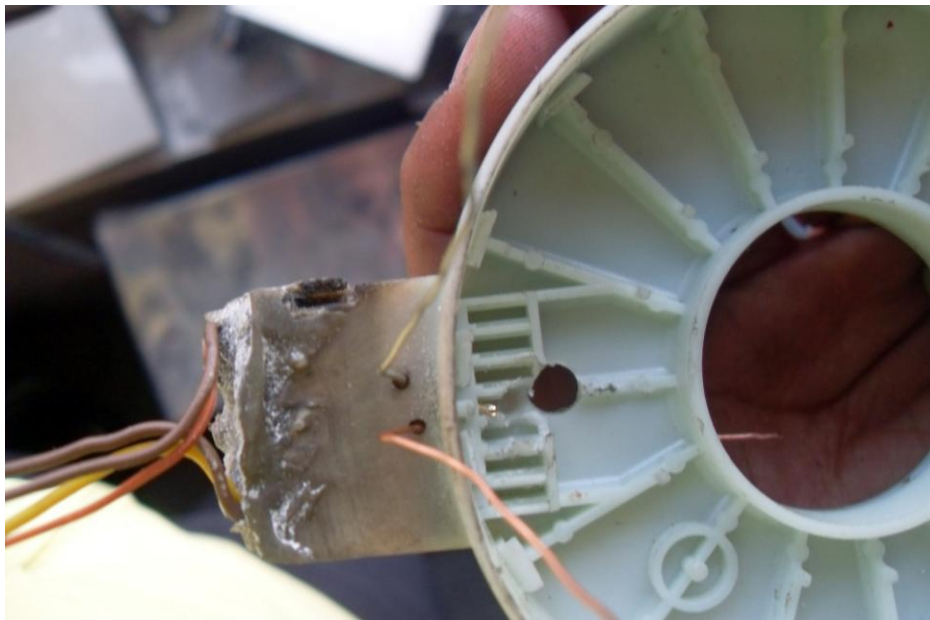


Figura 4.40 Circuito dentro de la Carcasa del Sensor con Fibra aisladora

Aquí podemos ver el circuito ya instalado en la carcasa del sensor y donde se colocó una fibra para fijar el mismo.

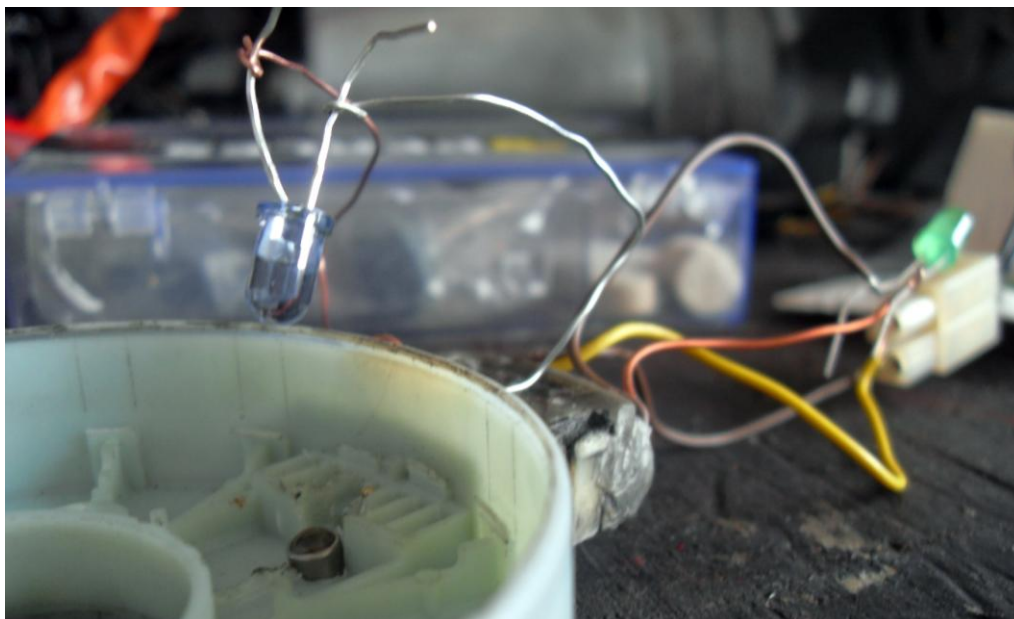


Figura 4.41 Posicionamiento de los componentes del Sensor

En esta fotografía se muestra básicamente como estaría montado el sensor y el posicionamiento de los componentes.

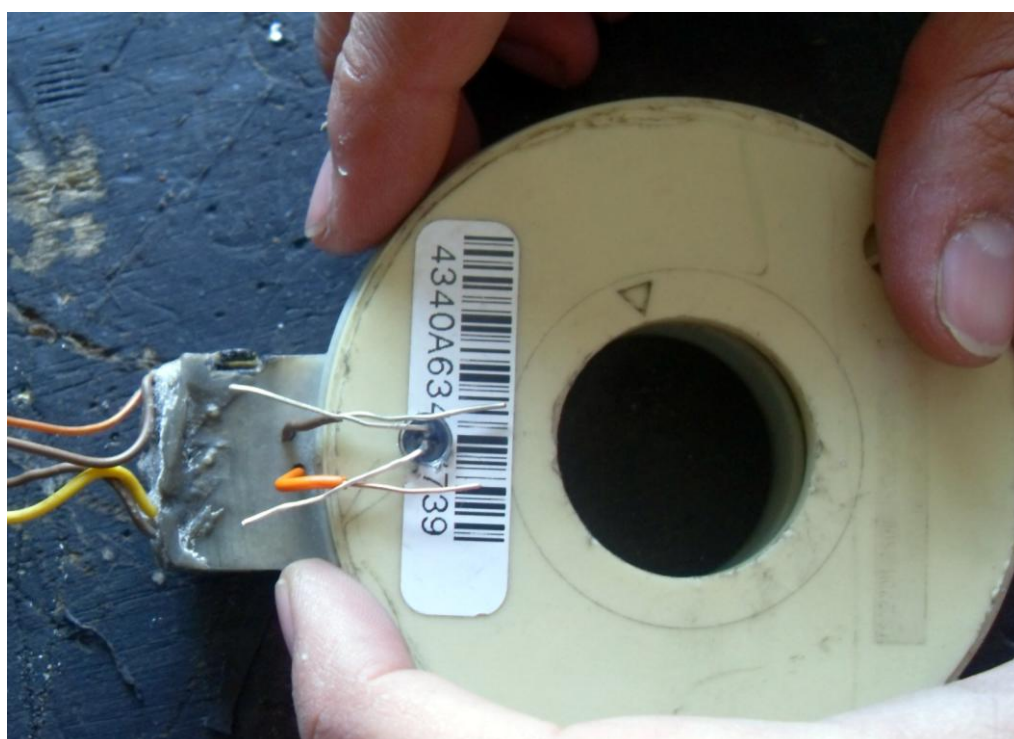


Figura 4.42 Ubicación del Led Emisor en la Tapa

Se puede observar como iría dispuesto el fototransistor ya conectado al circuito.



Figura 4.43 Diodo Emisor y Fototransistor

Aquí se muestra el diodo emisor ya soldado al circuito conjunto a la carcasa.

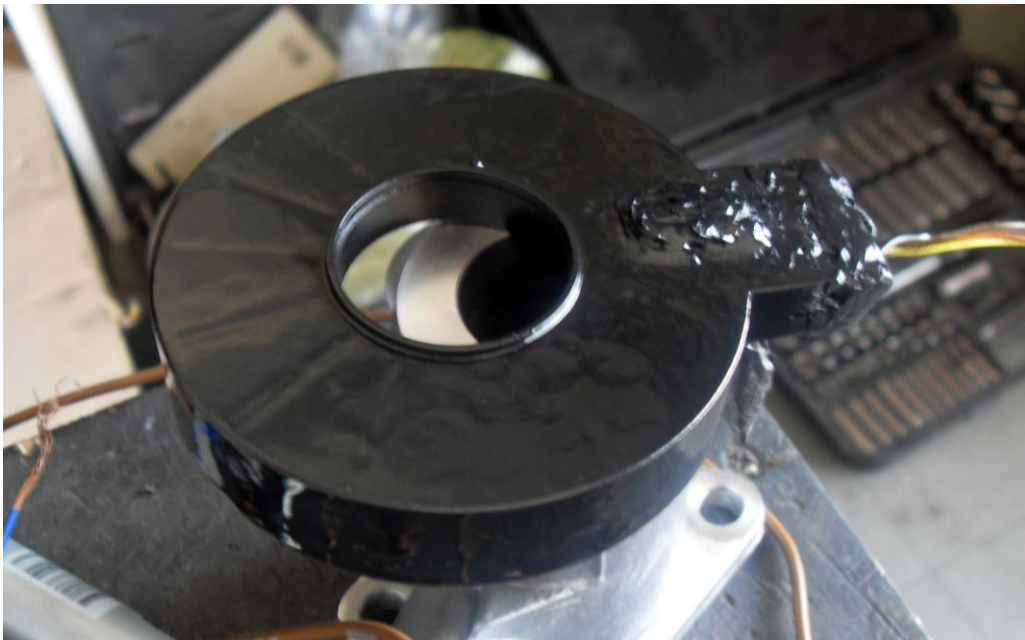


Figura 4.44 Carcasa del Sensor pintada con Spray Negro

Para distinguir el nuevo sensor procedimos a darle un color diferente al original, las piezas pintadas fueron la carcasa, la tapa y el soporte del sensor.

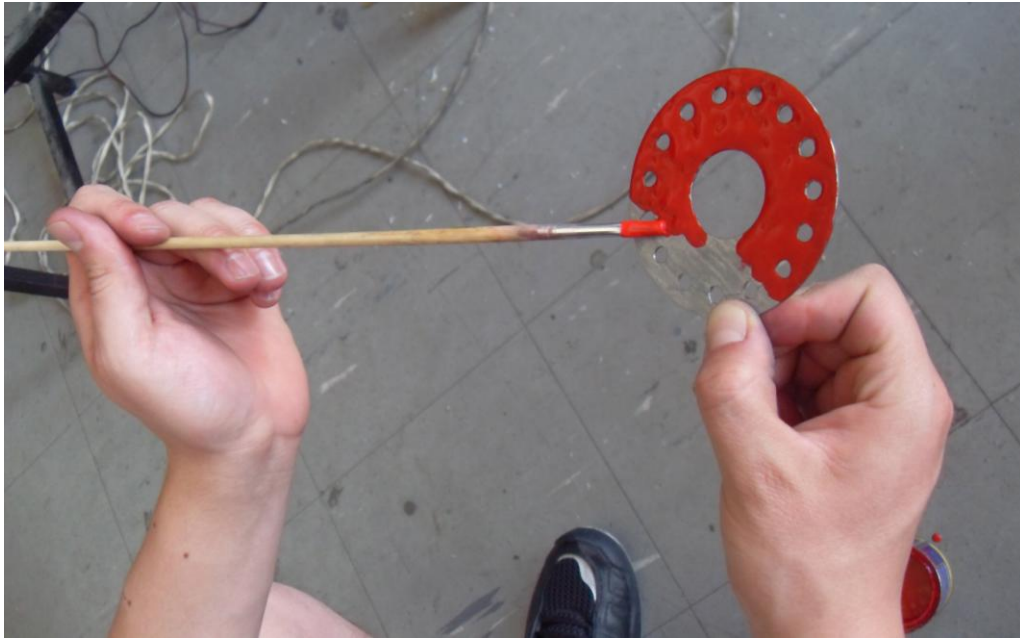


Figura 4.45 Proceso de pintado de la Placa del nuevo Sensor

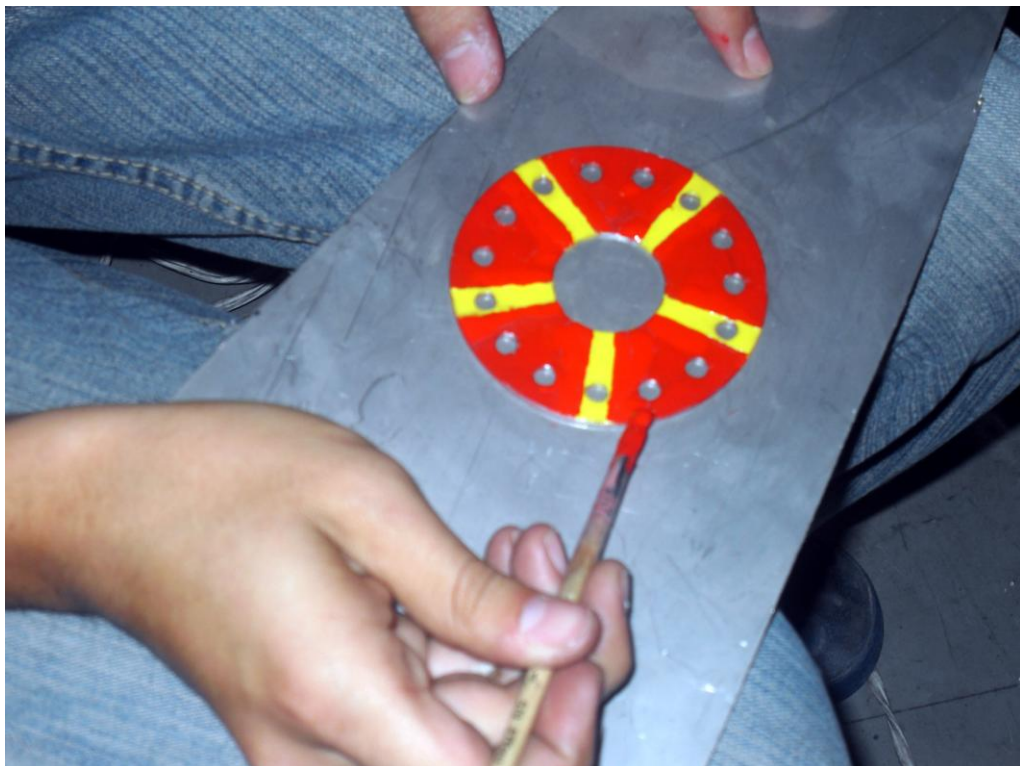


Figura 4.46 Placa finalizada y mejoramiento en los detalles de pintura

También optamos por pintar la placa central del sensor, la cual va solidaria al eje, para que se la pueda apreciar fácilmente al momento de su funcionamiento.

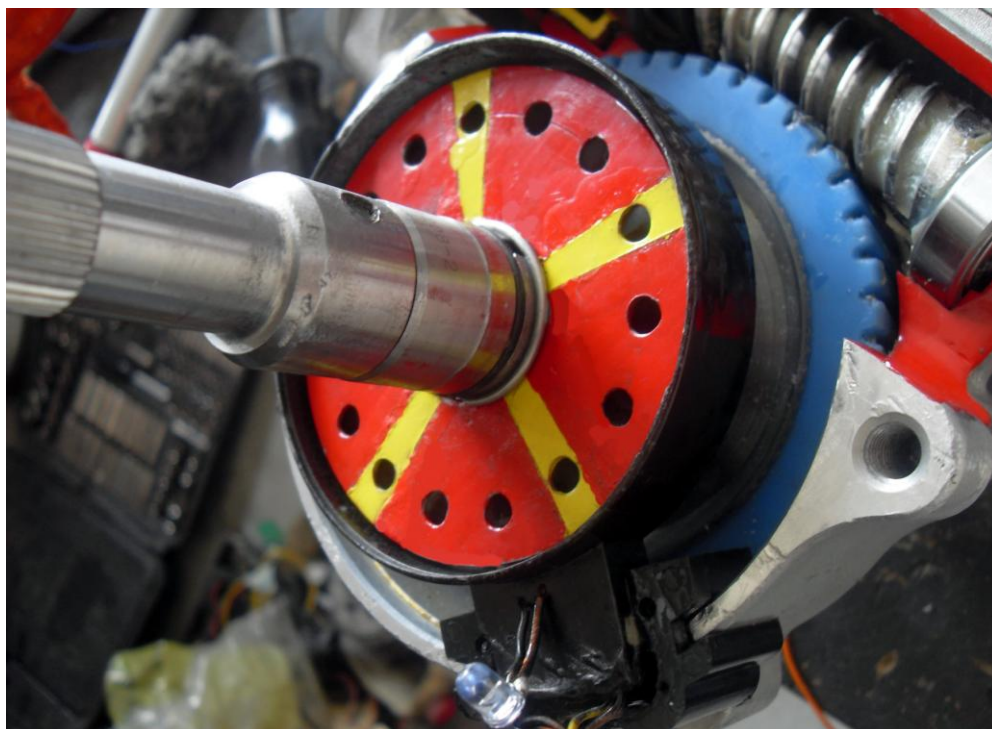


Figura 4.47 Fijación de la placa en el eje de la Dirección Electroasistida

Aquí se muestra ya fijado el sensor con su soporte sobre el eje de la dirección y la rueda dentada de la dirección electromecánica



Figura 4.48 Aseguramiento del Led Emisor con Silicona

Como último paso se coloca silicona en la tapa del nuevo sensor para aislar el led emisor.

Continuando con el progreso del proyecto se procedió a elaborar el simulador del modulo eléctrico del sistema, con el fin de demostrar que el sistema de dirección es asistido por el motor eléctrico, con la facilidad de que el usuario (estudiantes, docentes) pueda manipular la dirección por medio de un interruptor inversor de polaridad, como los que se utilizan en los eleva vidrios, así, simulando ser el modulo eléctrico que comanda el sistema de dirección electromecánica.

4.2.5. Elaboración del Simulador de Modulo Eléctrico



Figura 4.49 Pruebas Eléctricas del Interruptor Inversor con una punta lógica

Para dar funcionamiento al motor eléctrico de la dirección se utilizo un interruptor de elevavidrios, donde inicialmente se hicieron pruebas con una punta lógica para localizar las salidas que van hacia el motor donde se va a invertir la polaridad, los conectores positivos y negativos que van hacia la batería.

Una vez localizados los contactos del interruptor inversor, procedimos a añadir un sistema de seguridad del circuito, es decir, colocamos un relé, el cual permita proteger el circuito al conectarlo a la batería y al momento de su funcionamiento. 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 el contacto móvil, que está en su interior, el cual cierra 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.

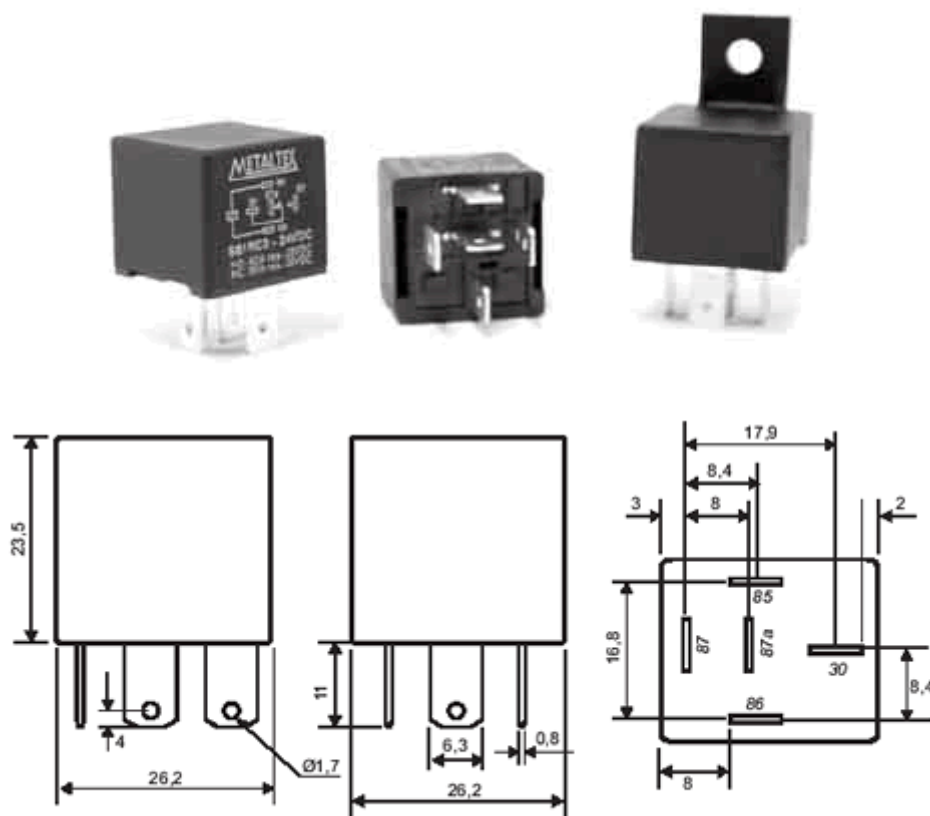


Figura 4.50 Relé del Simulador del Modulo Eléctrico⁷⁹

⁷⁹ <http://www.mecanicavirtual.org/imagescurelec/rele-esquema-foto.gif>

Ahora se explicarán las conexiones que se verán a continuación, para facilitar la ubicación de los componentes y la identificación de los mismos.

Donde: El conector 1 del interruptor va unido al conector 86 del relé, los mismos conectados al borne negativo de la batería. Los contactos 2 y 5 del interruptor van montadas en el conector 87 del relé, las cuales van a tener polaridad positiva una vez que se active el relé. Las salidas 3 y 4 del interruptor van conectadas directamente al motor eléctrico del sistema de dirección. Mientras que el borne positivo de la batería se encuentra conectada con el conector 30 del relé.

El conector 85 va conectado hacia el switch de contacto, el cual es el que activa el proyecto en general, es decir el Sensor de Torque y el Simulador de Módulo Eléctrico dando una polaridad positiva. El funcionamiento del interruptor se puede apreciar claramente en el recuadro superior derecho del siguiente esquema.

4.2.5.1. Esquema del Simulador de Modulo Eléctrico

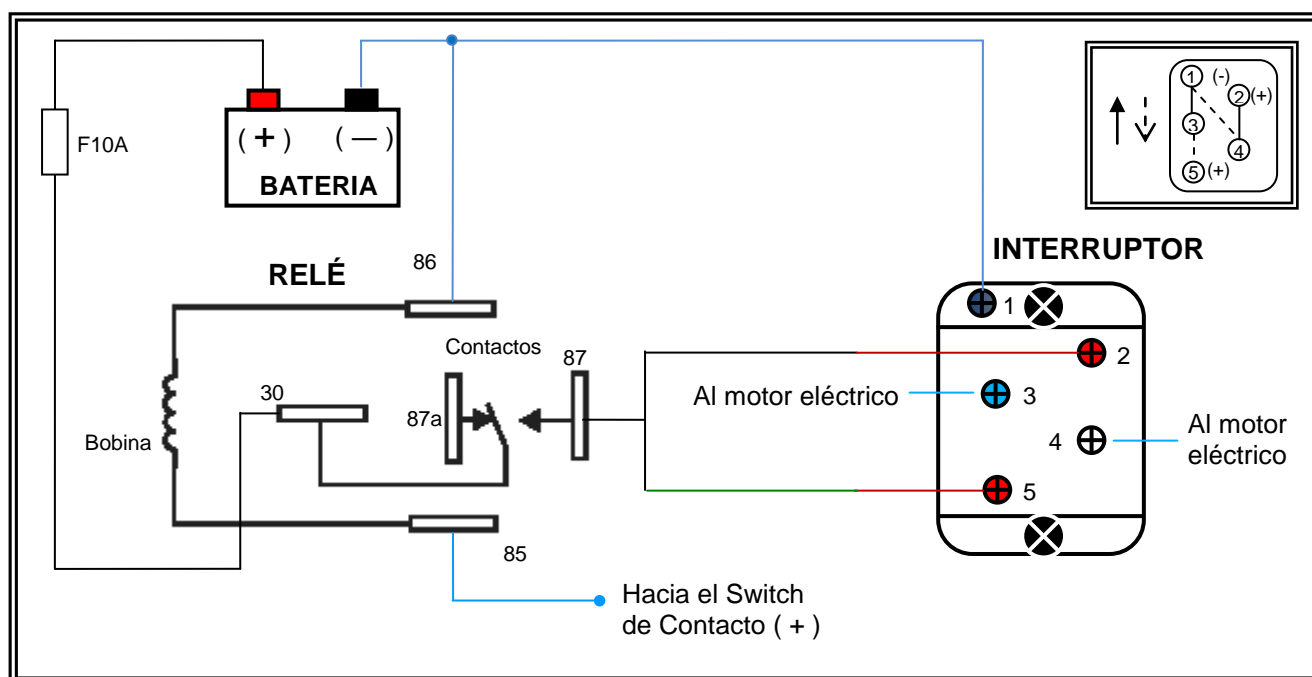


Figura 4.51 Esquema del simulador de Modulo Eléctrico

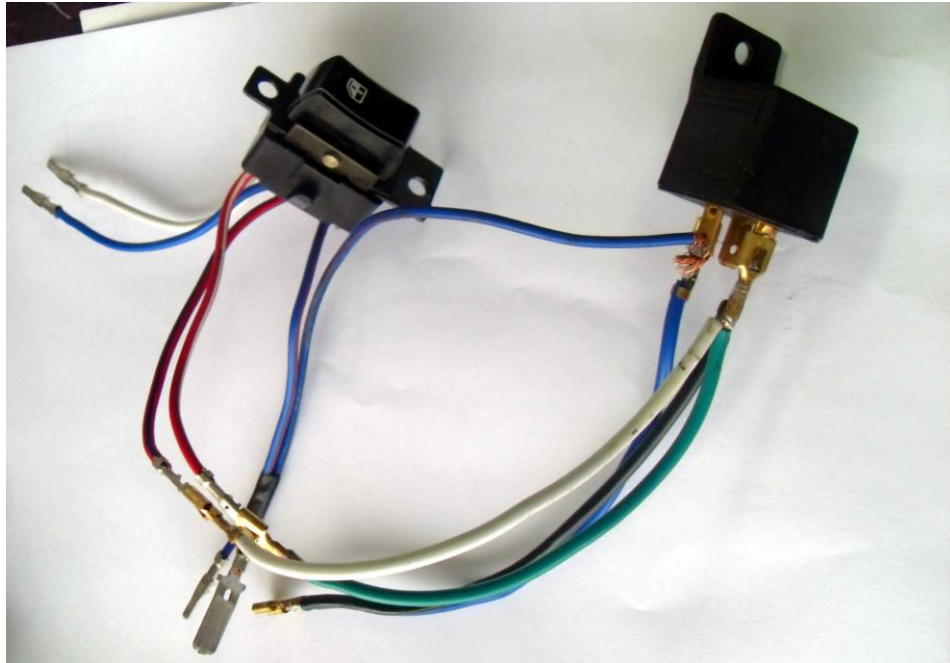


Figura 4.52 Interruptor Inversor de Polaridad

Se puede ver al circuito finalizado del simulador de modulo eléctrico, el cual comandará al motor eléctrico del sistema por medio de los usuarios.

Para que el Sistema de Dirección Electroasistida funcione correctamente, el computador necesita recibir varias señales de distintos sensores del vehículo, como el ángulo de dirección, régimen del motor, velocidad del vehículo, el par y el régimen del rotor, donde el mismo calcula estas señales para comandar al motor eléctrico del sistema según la cantidad de asistencia que necesite la dirección.

En el proyecto, el led testigo del nuevo sensor de torque simula la señal emitida por la torsión ejercida en el volante, enviada hacia el computador del sistema, donde el computador es reemplazado por el Simulador de Módulo Eléctrico el cual puede ser manipulado por el usuario para comandar al motor eléctrico.

4.3. IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO

Para la elaboración del Tablero Didáctico de instrumentos tuvimos la colaboración de la metalmecánica Mueble Partes, la misma que nos asesoró con cada uno de los materiales a utilizar.

A continuación se detallara cada uno de los pasos para el proceso de elaboración del tablero de instrumentos donde va a estar colocada la dirección electroasistida y para dar por finalizado al proyecto.



Figura 4.53 Plancha para formar el costado del tablero

Aquí se muestra el comienzo del diseño del tablero, donde las láminas de aluminio puestas en la perforadora, irán haciendo los orificios para la construcción del costado del tablero.



Figura 4.54 Doblado de la plancha en una prensadora

Después de que las láminas hayan sido perforadas, se procede a doblar cada una de ellas para dar forma a las mismas. Esto se logra con la ayuda de una maquina prensadora de toldos.

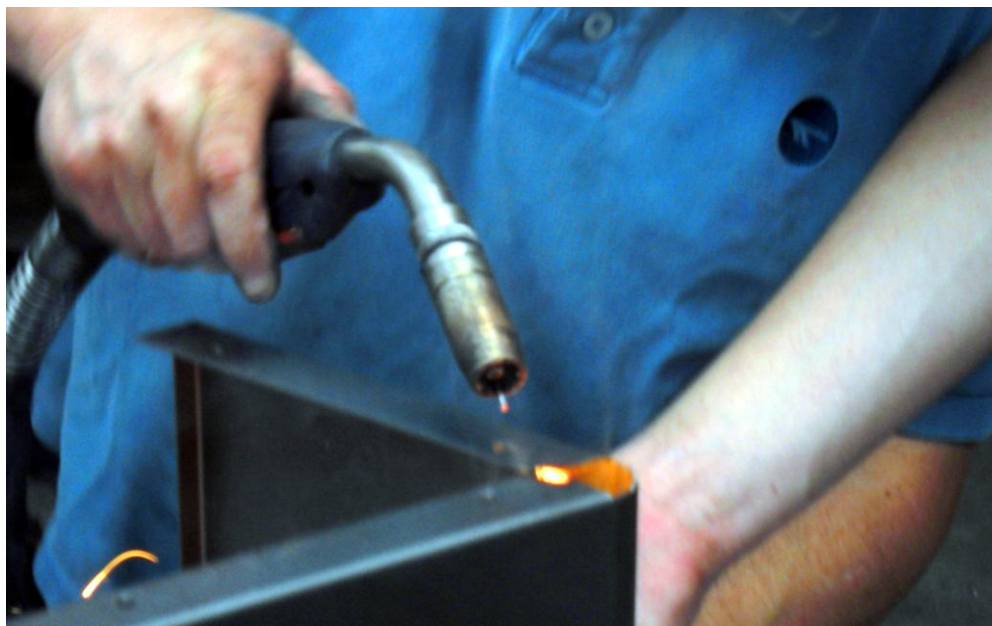


Figura 4.55 Soldado de los bordes de la plancha



Figura 4.56 Fijación con suelda Mig de las patas de la mesa en la plancha

Luego se procede a soldar las uniones de las laminas, las cuales serán los costados de la mesa, y también las patas de la misma con una suelda mig, debido a que esta posee varios beneficios referentes a su acabado y resistencia.



Figura 4.57 Mesa previo al baño desengrasante



Figura 4.58 Mesa después del Baño de Fosfato

Continuando con la elaboración de la estructura el siguiente paso es brindarle a la pieza un baño especial compuesto por una parte de ácido y diez de agua, que sirve para desengrasar y quitar las impurezas como polvo. Luego se le aplica un baño de fosfato el cual ayudará a la adherencia de la pintura en la mesa.



Figura 4.59 Pintado de la Mesa

Una vez seca la mesa se procede a aplicar pintura electrostática en polvo la cual es más resistente y deja un mejor acabado.



Figura 4.60 Mesa ingresando al Horno

Se lleva la mesa a un horno que se encuentra a 180°C durante 20 min para que finalmente quede adherida la pintura, luego se la deja enfriar durante 15 min.



Figura 4.61 Tablero Finalizado donde ira montado el proyecto

Aquí se puede observar a la mesa ya terminada, con su tablero que servirá de soporte de la dirección electromecánica, y con sus ruedas que facilitaran la movilización del proyecto.

El siguiente paso para finalizar el proyecto es elaborar la placa q servirá de soporte de la dirección sobre la mesa, luego se procederá a fijar la dirección electromecánica en el tablero didáctico.



Figura 4.62 Fijación de la Dirección Electroasistida en el tablero

Ya fija la dirección se empezó a instalar las conexiones eléctricas en el tablero.

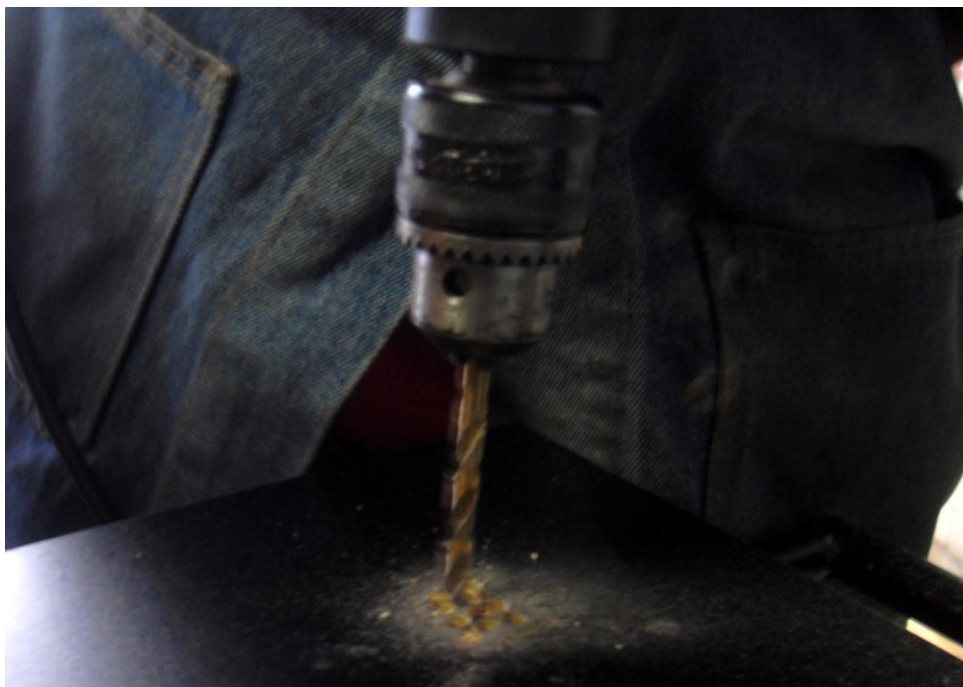


Figura 4.63 Perforación en el tablero para colocar el simulador

Aquí se muestra como se hizo la perforación para colocar el interruptor inversor de polaridad que comandara al motor eléctrico.



Figura 4.64 Proyecto Finalizado (vista frontal)

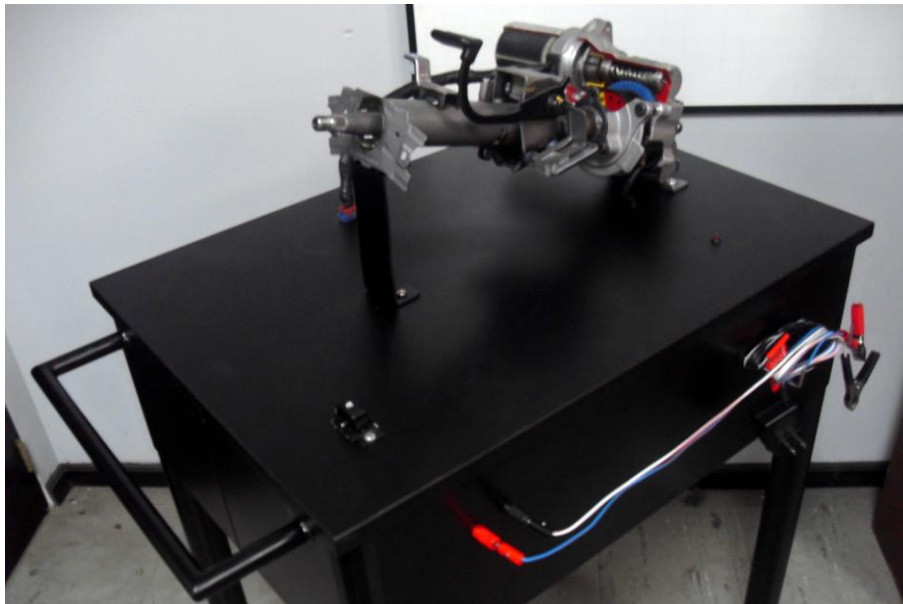


Figura 4.65 Proyecto Finalizado en perspectiva

Después de haber instalado las conexiones eléctricas y accesorios, podemos apreciar al proyecto ya concluido con su tablero didáctico; listo para su uso.

4.4. POSIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DE OTROS SENSORES

Después de haber mostrado el proceso de planificación, planeamiento y cada uno de los pasos para la elaboración del nuevo sensor de giro, se ideó proponer la utilización del mismo circuito para poder complementar y perfeccionar las señales adquiridas por el módulo eléctrico. Así, evitando posibles señales erróneas que puedan averiar a todo el sistema.

Los posibles sensores que se podrían incluir en el sistema de dirección electromecánica serían:

- Un sensor de ángulo, el cual determinaría la cantidad de desplazamiento, en grados, que tendría el volante al momento del viraje.
- Un sensor de tope, el cual determinaría el final recorrido de la dirección de ambos extremos.

CAPITULO V

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

Tabla 5.1 Evaluación Económica Financiera (Materiales Directos)

MATERIALES DIRECTOS			
Detalle	Cant / U	Costo	Valor Total (USD)
Dirección Eléctrica	1	1.000	1.000
Tablero Didáctico	1	250	250
Componentes Eléctricos	12	0,66	8
Placa del Sensor	1	20	20
Total			1.278

Tabla 5.2 Evaluación Económica Financiera (Mano de Obra)

MANO DE OBRA				
Detalle	Horas / Semana	Semanas	Valor Hora	H/ Hombre (USD)
Darío Avila	35	32	0	0
David Arias	35	32	0	0
Taller MegaVehículos Vladimir Basantes	12	8	5	384
Total				384

Tabla 5.3 Evaluación Económica Financiera (Materiales Indirectos)

MATERIALES INDIRECTOS			
Detalle	Cant / U	Costo	Valor Total (USD)
Cableado	1	2	2
Pintura	2	1	2
Pintura en Spray	1	2,50	2,50
Fibra de Vidrio	1	10	10
Silicona	1	8	8
Hoja de Sierra	4	1,50	6
Lijas	3	0,40	1,20
Pernos, Tornillos, Ganchos	15	0,16	2,40
Garruchas	4	2	8
Total			42,10

Tabla 5.4 Evaluación Económica Financiera (Otros Gastos y Total)

OTROS GASTOS				
Detalle	Tiempo meses	Costo / Mes	Porcentaje Usado	Valor Total (USD)
Electricidad	8	17	45%	61,20
Transporte	8	6,25	100%	50
Internet	5	30	20%	30
Total				141,20

TOTAL (USD)	1845,30
--------------------	---------

Tabla 5.5 Evaluación Económica Financiera (Variación Gasto Real vs. Presupuesto Estimado)

Variación Gasto Real vs. Presupuesto Estimado			
Presupuesto Estimado (USD)	Real (USD)	Variación (USD)	Ahorro
2700	1941	-759	-28%

Después de realizar todos los análisis podemos observar que al momento de la planificación del proyecto se realizó un presupuesto estimado para cubrir los gastos que implicarían la elaboración de todo el proyecto.

Pero al final del proyecto tenemos un valor de todos los gastos realizados el cual determinaría la variación del presupuesto real versus el presupuesto estimado inicialmente. Haciendo la diferencia la cual nos daría un valor de 759 dólares, es decir un ahorro del 28% del presupuesto que estimamos al iniciar el proyecto.

Este ahorro se debió a que una parte de los materiales que se utilizaron para la elaboración del proyecto fueron de nuestra propiedad, los mismos que disminuirían parte de los gastos necesarios para el desarrollo del proyecto.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Como se pudo apreciar en el primer capítulo de este proyecto, se muestra la importancia del conocimiento de todos los tipos de sistemas de dirección a través de los años y su evolución. Lo cual concluimos que la información planteada fue una base guía de todo lo que se desarrolló dentro del proyecto y también como una información indispensable para el conocimiento general de esta rama.
- Una de las partes más importantes del proyecto, es el análisis completo del sistema de dirección electromecánica el cual nos da una clara orientación del funcionamiento, estructura y definición de cada una de las partes que conforman todo el sistema. Agregando también las diferencias que existen entre el sistema de dirección estudiado y el sistema de dirección hidráulico.
- Para facilitar la comprensión del objetivo general del proyecto se expuso el funcionamiento de cada uno de los componentes eléctricos y electrónicos del sistema de dirección electromecánica, donde principalmente nos centramos en explicar rápidamente y de manera sencilla como fue el diseño, las partes y el funcionamiento del nuevo sensor de giro del sistema.
- Finalizando por completo desarrollo del proyecto se mostró con fotografías cada uno de los pasos para la construcción del nuevo sensor de giro de la

dirección electromecánica y la implementación del tablero didáctico donde va a ir montado el proyecto. Las fotografías mostradas en el cuarto capítulo tendrán como referencia una pequeña explicación en cada una de las mismas para comprender el proceso de elaboración del proyecto hasta el momento que se encuentre listo para su uso.

- Dado por terminado el proyecto analizamos cada uno de los gastos realizados durante el avance del mismo. Donde se demostró la variación de costos, es decir el ahorro entre el presupuesto estimado y el gasto real de todo el proyecto. Concluyendo que el mismo no se realizó con el propósito de que se ejecute en masa y comercialmente, sino el de brindarlo como material didáctico y de estudio para la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Internacional del Ecuador para facilitar el aprendizaje de los estudiantes acerca de este novedoso sistema de dirección de una manera interactiva y claramente visual con respecto a sus componentes internos.

6.2. RECOMENDACIONES

- La información presentada acerca de los tipos de sistemas de dirección, historia y funcionamiento se sugiere utilizarla como fuente de consulta para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE.
- Se recomienda que la investigación presentada se de uso apropiado para el estudio de los estudiantes y también que el mismo sirva de referencia para las clases de los docentes de la facultad. Así aclarando cada una de las diferencias que existen entre el sistema de dirección hidráulico y el sistema electromecánico.
- En el tercer capítulo del proyecto da una clara idea de cómo se desarrollaría el nuevo sensor de giro, lo cual se espera que con la lectura y comprensión de este capítulo, motive y despierte el ingenio de los estudiantes para generar nuevos dispositivos que beneficien el comportamiento del automóvil.
- Aquí se desarrollo toda la parte de corte y conexión de nuestra tesis y por medio de las fotografías los estudiantes pueden apreciar de mejor manera como se llego al funcionamiento del proyecto. Esta información puede servir para despejar algunas carencias que tengan los estudiantes el momento de hacer una conexión eléctrica.

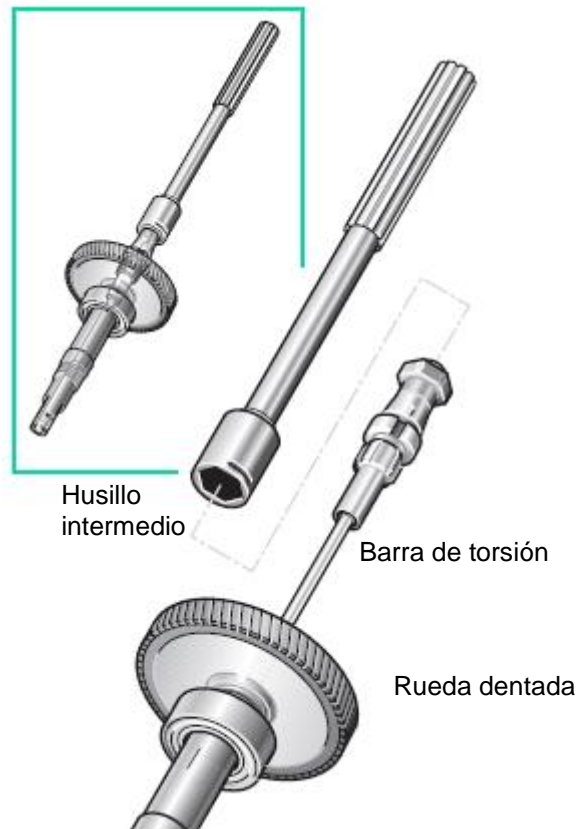
- Se recomienda hacer un cálculo de presupuesto previo a la realización de cualquier tipo de proyecto, debido a que al final de la investigación se debe realizar un cálculo entre el presupuesto estimado y el presupuesto real. Lo cual es preferible que exista un porcentaje de ahorro en el presupuesto estimado a que exista un faltante de dinero para la finalización del proyecto, ya que si existiera alguna emergencia o imprevisto durante la realización del proyecto y faltare presupuesto, el mismo no podrá ser desarrollado y mucho menos finalizado.

BIBLIOGRAFÍA

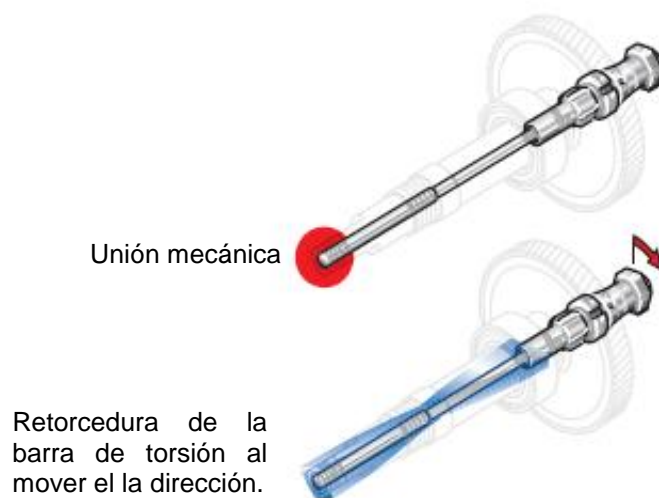
- VEGA, José Luis, *El Libro del Automóvil*, séptima edición, México, Selecciones del Reader's Digest, 1980.
- GIL MARTINEZ, Hermógenes, *Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento*, Edición 2002, España, Editorial Cultural S. A, 2002.
- RUEDA SANTANDER, Jesús, *Mecánica & Electrónica Automotriz (Tomo 2 Mecánica Automotriz)*, Edición 2003, Colombia, Editorial DISELI, 2003.
- Documento Motor Driven Power Steering, HYUNDAI Service Training.
- Documento Programa Autodidáctico Servodirección Electromecánica, Volkswagen.
- <http://artefactos.leame.com/index.php?module=weblogmodule&action=view&id=17&src=@random48e7cdc1a672d>
- Documento Transistor 2N3904, Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.
- Datasheet Hermetic Silicon Photodarlington, Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor#Tipos_de_sensores#Tipos_de_sensores
- <http://www.mecanicavirtual.org/direccion-asistida-electr.htm>

ANEXOS

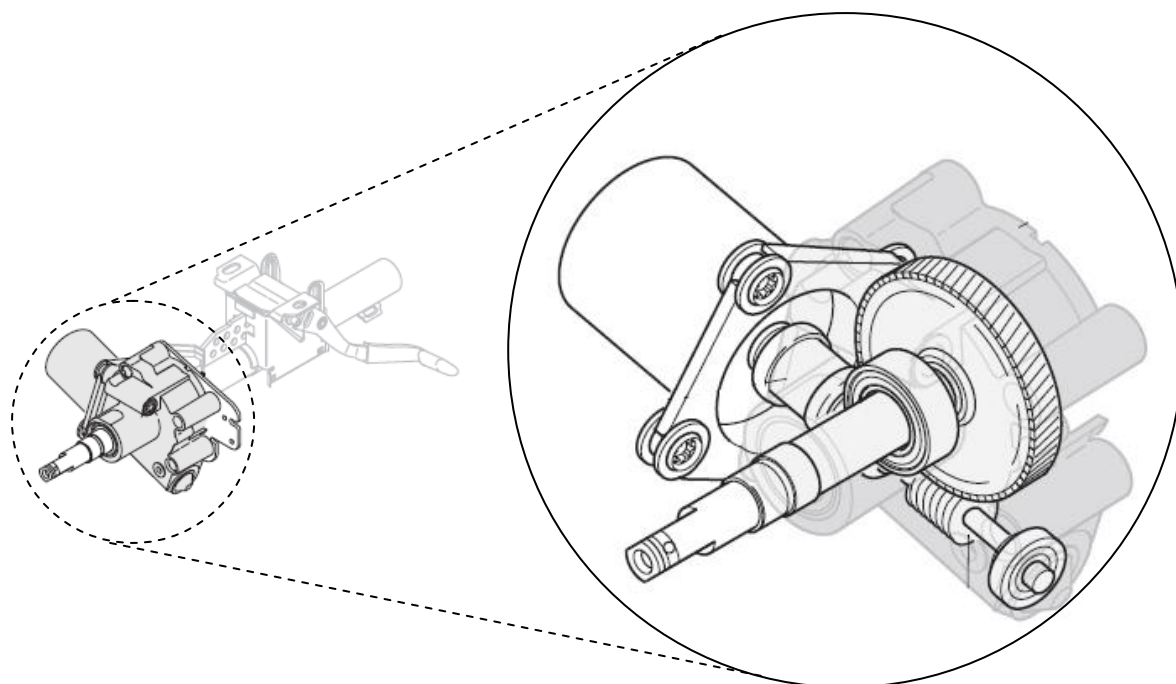
- **Columna de Dirección del Sistema con Barra de Torsión**



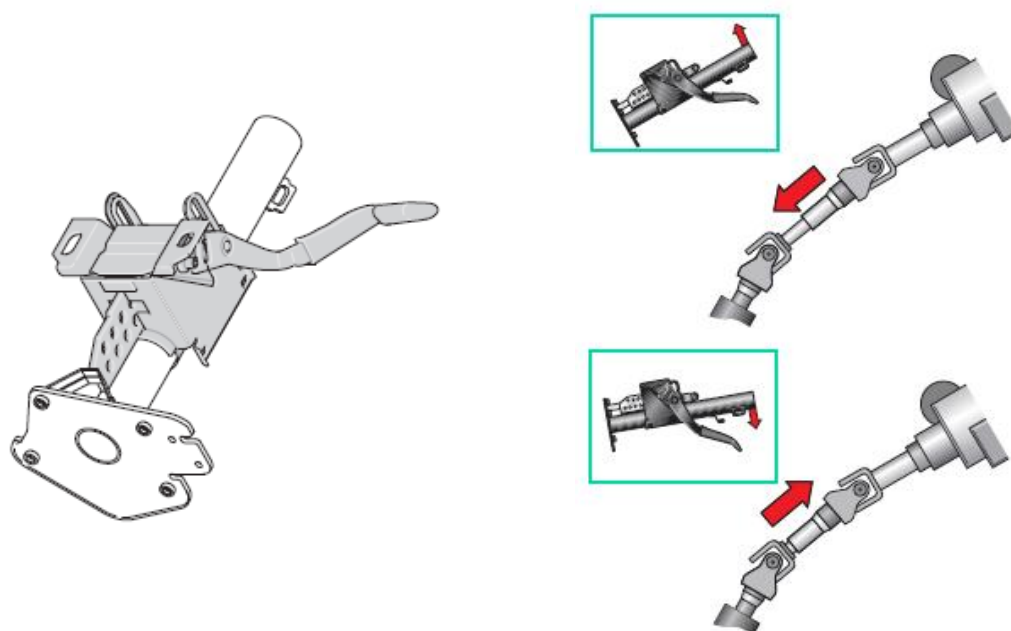
- **Barra de Torsión del Sistema de Dirección Electroasistida**



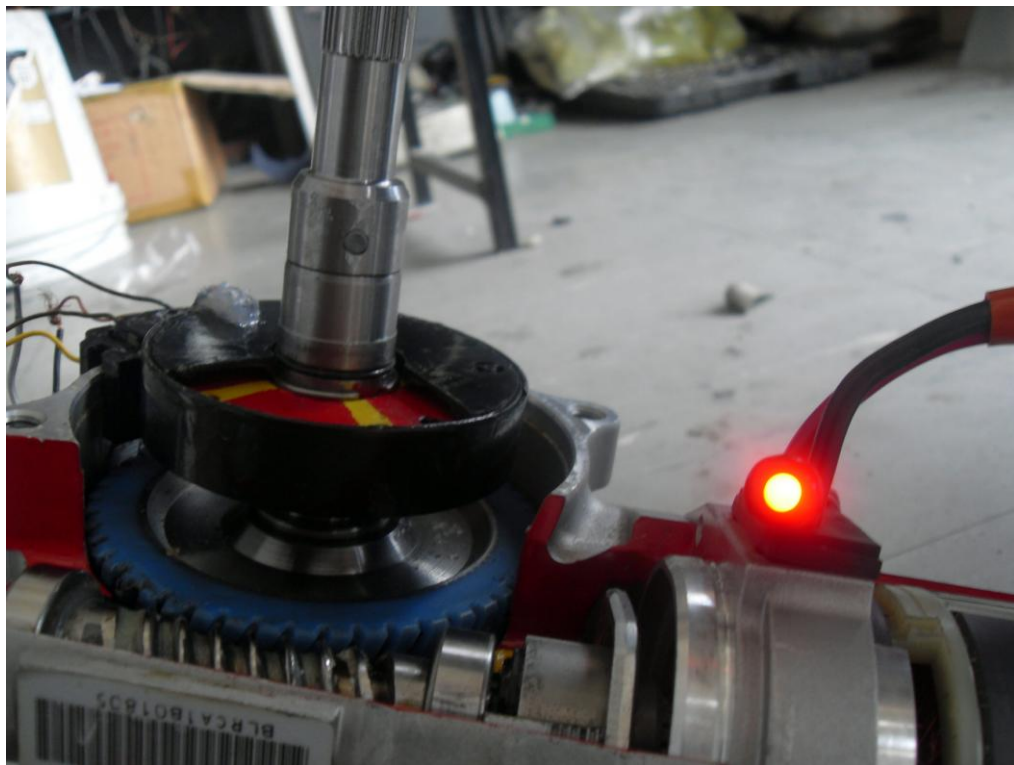
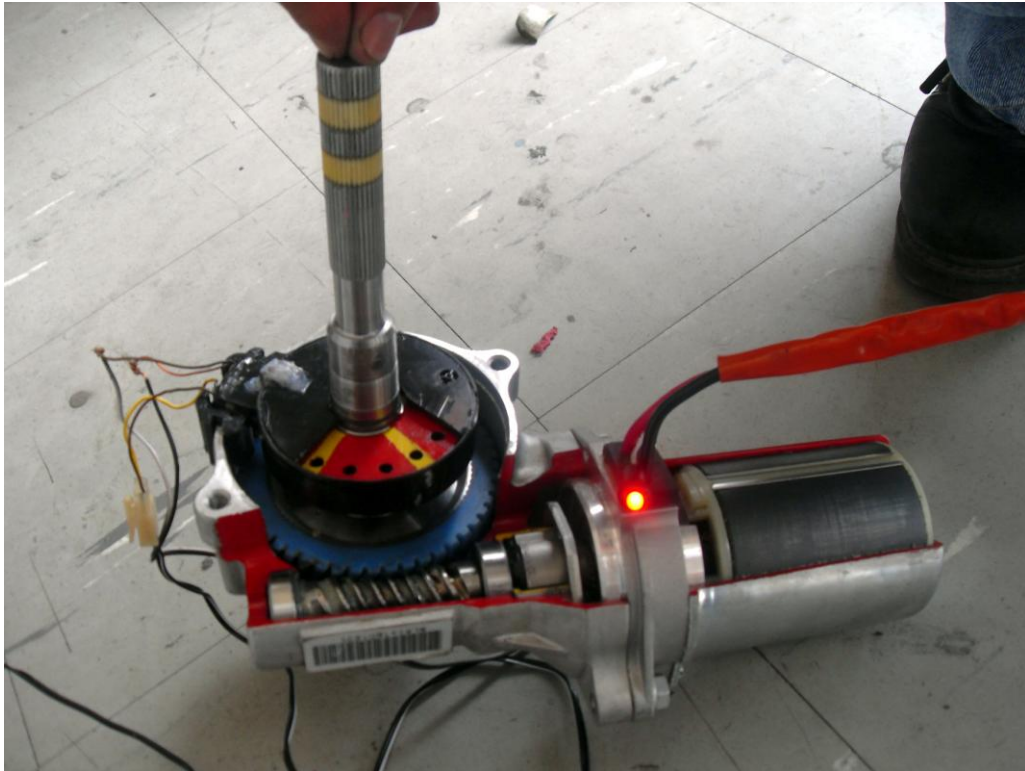
- **Engranaje Sin Fin**



- **Sistema de Dirección Regulable en Altura**



- **Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Dirección**



- **Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Dirección**

