

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO
CON SISTEMAS MECÁNICOS, HIDRÁULICOS Y
ELECTRÓNICOS DE UNA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA
TOYOTA”.**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RODRIGO JAVIER HEREDIA VILLACÍS

ADOLFO JUAN PEÑA PINARGOTE

Latacunga-Ecuador

Julio 2010

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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: Rodrigo Javier Heredia Villacís, y

Yo: Adolfo Juan Peña Pinargote

DECLARO QUE:

El proyecto de grado titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SISTEMAS MECÁNICOS, HIDRÁULICOS Y ELECTRÓNICOS DE UNA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA TOYOTA” fue desarrollado con la debida investigación científica, sabiendo respetar todos los derechos intelectuales de terceros, acorde con las citas que se hace al pie de página correspondiente, las fuentes se añaden a la bibliografía.

Por lo que se puede afirmar que este trabajo es de nuestra exclusiva autoría.

En honestidad de esta declaración, nos responsabilizamos de lo comprendido, la veracidad y el alcance científico que tiene este proyecto de grado realizado.

Latacunga Julio del 2010.

Rodrigo Javier Heredia Villacís

CI: 0503078776

Adolfo Juan Peña Pinargote

CI: 1204668766

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Juan Castro (DIRECTOR)

Ing. Leonidas Quiroz (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SISTEMAS MECÁNICOS, HIDRÁULICOS Y ELECTRÓNICOS DE UNA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA TOYOTA”, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas y estatutos establecidos, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Siendo este un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza/aprendizaje y a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

Latacunga, Julio del 2010

Ing. Juan Castro.

DIRECTOR

Ing. Leonidas Quiroz

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo: Rodrigo Javier Heredia Villacís, y

Yo: Adolfo Juan Peña Pinargote

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SISTEMAS MECÁNICOS, HIDRÁULICOS Y ELECTRÓNICOS DE UNA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA TOYOTA”, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que hemos desarrollado bajo nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, Julio del 2010.

Rodrigo Javier Heredia Villacís

CI: 0503078776

Adolfo Juan Peña Pinargote

CI: 1204668766

DEDICATORIA

A mis padres Olga y Rodrigo, pues este logro no es más que la consecución de sus anhelos y sueños, donde espero, vean reflejado mi amor y consideración y por ser mi más profundo deseo, verlos felices. A mis hermanas Estefanía y Doménica, porque en ellas espero ver cumplidos mis deseos de superación. Y a Emilia, por saber ser mi guía y mostrarme las direcciones ante las duras decisiones y en mis momentos de dudas, por hacer todo fácil sin condiciones.

Rodrigo

DEDICATORIA

Este trabajo que ha sido realizado con mucho esfuerzo está dedicado especialmente a mi madre Auria, pues ella ha sido un pilar fundamental en toda mi vida para que yo pueda terminar mis estudios con éxitos, siempre ha demostrado estar a mi lado en todo momento dándome el ánimo y el aliento necesario para que siga adelante en todo lo que me propongo, también lo dedico a la memoria de mi padre Adolfo (†), quien desde la eternidad me ilumina con sus enseñanzas que me impartió durante el tiempo que estuvo a mi lado, especialmente siendo muy responsable con mis acciones y respetuoso con los demás, y por supuesto también está dedicado a mis hermanas y hermanos, pues en su momento también me han apoyado en muchas formas para que yo pueda seguir adelante y cumplir con todas las metas que he propuesto alcanzar.

Adolfo

AGRADECIMIENTO

A mis padres por el incondicional apoyo, porque siempre estuvieron a mi lado, por darme su valioso ejemplo de fuerza y superación, por enseñarme a valorar lo que tengo y sobre todo por su gran esfuerzo, ahora reflejado en el cumplimiento de este objetivo. A Emilia, por formar plena parte de mi vida y estar contando los días junto a mí. A mi familia, porque siempre tuve de todos, palabras de ánimo y estímulo. Y a mis amigos por fundar en mí el amor a esta profesión y compartir siempre sus conocimientos.

Rodrigo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar estoy agradecido eternamente con Dios, por haberme dado la vida y permitirme realizar uno de mis más grandes deseos que es ser un Ingeniero Automotriz, también agradezco a todos los docentes de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, ellos al ser parte de mi formación académica también me han ayudado a alcanzar mi objetivo, además agradezco a muchas personas de la Ciudad de Latacunga por haberme acogido durante el tiempo que estuve radicado aquí realizando mis estudios.

Adolfo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
CERTIFICADO	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xix
CAPITULO 1	1
GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general del proyecto.....	3
1.3.2. Objetivos específicos del proyecto	3
1.4. Descripción	4
1.5. Funciones	4
CAPITULO 2	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.....	6
2.1.1. Tipos de trenes de transmisión	6
2.1.2. Componentes principales y funciones básicas	7
a. Convertidor de torsión	8
b. Unidad de engranajes planetarios	10
c. Frenos.....	11
d. Embragues y embragues unidireccionales	13
e. Sistema de control hidráulico	14
f. Control de cambios	16
g. Articulación manual	17
h. Pedal del acelerador	18
i. Unidad de impulsión final.....	19
j. Fluido para transmisiones automáticas.....	20

k. Caja de la transmisión	21
l. Transmisión de potencia.....	22
2.2. PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	23
2.2.1. Convertidor de torsión.....	23
a. La bomba	24
b. La turbina	25
c. Estator.....	26
d. Operación del embrague unidireccional	26
e. Principio de transmisión de potencia	27
g. Multiplicación de torque.....	29
h. Función del embrague unidireccional del estator.....	30
i. Función del embrague unidireccional en el convertidor de torsión.....	31
j. Rendimiento del convertidor de torque	32
j.1. Relación de torque.....	33
j.2. Eficiencia de transmisión	34
k. Operación del convertidor del torsión	35
k.1. Vehículo con motor en ralentí	35
k.2. Vehículo en movimiento.....	36
k.3. Vehículo a bajas velocidades.....	36
k.4. Vehículo a velocidades medias y altas.....	37
2.2.2. Unidad de engranajes planetarios.....	37
a. Embragues C1 y C2.....	38
b. Frenos B1, B2 y B3	40
b.1. Freno tipo banda B1	40
b.2. Frenos tipo discos múltiples húmedos B2 Y B3	41
c. Embragues unidireccionales F1 Y F2.....	42
2.2.3. Engranajes planetarios delantero y trasero.....	43
a. Funcionamiento.....	44
a.2. Desaceleración	46
a.3. Retroceso	47
b. Velocidad y sentido de giro	48
c. Relaciones de engranajes	48
2.2.4. Unidad de engranajes para tres velocidades	50
a. Rango “D” O “2” (engranaje de primera).....	51
b. Rango “D” (engranaje de segunda).....	53
c. Rango “D” (engranaje de tercera).....	54

d. Rango “2” (engranaje de segunda) frenado con el motor	55
e. Rango “L” (engranaje de primera) frenado con el motor	56
f. Rango “R”	58
g. Rangos “P” Y “N”	59
2.2.5 Sistema de control hidráulico	60
a. Funciones de las válvulas principales	61
b. Tipos de presiones generadas	63
c. Bomba de aceite	64
d. Cuerpo de válvulas	64
2.3. VENTAJAS DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA	66
CAPITULO 3	68
DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO	68
3.1 DISEÑO MECÁNICO DEL BANCO DIDÁCTICO	68
3.1.1. Elección de los materiales.	69
3.1.2. Diseño de los componentes.....	70
3.1.3. Procesos de manufactura	73
a. Corte y limado.....	73
b. Soldadura smaw.	74
c. Acabados.	75
3.2. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL BANCO DIDÁCTICO.....	76
3.2.1. Placa principal.	76
a. Microcontrolador PIC 16F873A	76
b. LCD.....	80
c. Comparadores LM324.....	80
d. Regulador de voltaje de 5 voltios 7805.....	82
e. Oscilador de cristal (para PIC)	83
3.2.2. Placa de sensores.	83
a. Sensores de reflexión óptico TCRT5000	83
3.2.3. Placa para tacómetros	84
a. Opto acoplador 4N25	84
b. Comparador LM311	85
3.2.4 Elementos comunes empleados	86
a. Resistencias.....	86
b. Condensadores.....	87
c. Potenciómetros	88

3.2.5. Medición de presión de línea de la transmisión automática.	89
3.2.6. Microcode studio. programación del PIC.....	90
3.2.7. Simulación de circuitos mediante PROTEUS.....	92
3.3. Ensamblaje final de los elementos en el banco.....	93
CAPITULO 4	98
FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS Y GUIAS EN LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA	98
4.1. FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMATICA	98
4.1.1. Puesta en marcha.....	98
4.1.2. Funcionamiento básico	99
4.1.3. Aceleración fuerte	99
4.1.4. Desaceleración	99
4.1.5. Parada	100
4.1.6. Funcionamiento interno de la transmisión en la posición “DRIVE (D)” .	100
4.1.7. Retroceso “R”	100
4.1.8. Posiciones “2” Y “L”	101
4.2. Pruebas en la transmisión automática	101
4.3. Guía para prácticas de laboratorio	108
4.4. Guía de manejo de un vehículo automático	109
4.5. Guías de mantenimiento preventivo.....	113
4.6. Consejos para la conducción	113
4.6.1. Advertencias.....	115
CAPITULO 5	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
5.1. CONCLUSIONES.....	116
5.2. RECOMENDACIONES.....	118
BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS WEB.....	120

TABLAS

Tabla 2.1	Combinación de velocidades y sentidos de giro.....	48
Tabla 2.2	Función de los elementos de la unidad de engranajes.....	50
Tabla 2.3	Función de las válvulas principales.....	62
Tabla 2.4	Tipos de presiones en la transmisión automática.....	63
Tabla 3.1	Especificaciones del acero A36.....	69
Tabla 3.2	Propiedades del estudio.....	70
Tabla 3.3	Unidades.....	70
Tabla 3.4	Propiedades de material.....	71
Tabla 3.5	Carga.....	71
Tabla 3.6	Fuerzas de reacción.....	71
Tabla 3.7	Resultados del estudio.....	72
Tabla 3.8	Propiedades del Electrodo 6011.....	75
Tabla 3.9	Características del Pic.....	77
Tabla 3.10	Descripción de pines del 16f873A.....	78
Tabla 3.11	Código de Colores de resistencias.....	87
Tabla 4.1	Valores obtenidos en rango “P”.....	102
Tabla 4.2	Valores obtenidos en rango “R”.....	103
Tabla 4.3	Valores obtenidos en rango “N”.....	104
Tabla 4.4	Valores obtenidos en rango “D”.....	105
Tabla 4.5	Valores obtenidos en rango “2”.....	106
Tabla 4.6	Valores obtenidos en rango “L”.....	107
Tabla 4.7	Guía práctica de laboratorio.....	109

GRÁFICOS

Gráfico 2.1	Relación torque-velocidad.	33
Gráfico 2.2	Relación eficiencia-velocidad.	34

FIGURAS

Figura 2.1	Tipos de Trenes de transmisión	7
Figura 2.2	Componentes principales de la transmisión automática.....	8
Figura 2.3	Convertidor de Torsión.....	9
Figura 2.4	Trenes de Engranajes Planetarios.	11
Figura 2.5	Frenos de la transmisión.....	12
Figura 2.6	Embragues de la transmisión.....	13
Figura 2.7	Componentes del sistema de control hidráulico.	15
Figura 2.8	Control de Cambios.	16
Figura 2.9	Articulación Manual.....	18
Figura 2.10	Pedal del acelerador.	19
Figura 2.11	Unidad de impulsión final.	20
Figura 2.12	Caja de la transmisión.....	22
Figura 2.13	Transmisión de potencia.	22
Figura 2.14	Convertidor de torsión.....	24
Figura 2.15	Bomba del convertidor de torsión.....	25
Figura 2.16	Turbina del convertidor de torsión.....	25
Figura 2.17	Estator de convertidor de torsión.	26
Figura 2.18	Embrague unidireccional girando.....	27
Figura 2.19	Embrague unidireccional bloqueado.	27
Figura 2.20	Ejemplo del principio de transmisión de potencia.....	28
Figura 2.21	Transmisión de potencia dentro del convertidor.....	29
Figura 2.22	Multiplicación de torque dentro del convertidor.	30
Figura 2.23	Operación del embrague unidireccional.	31
Figura 2.24	Operación del embrague unidireccional en el convertidor de torsión.	32
Figura 2.25	Convertidor de torsión con el motor en ralentí.....	35
Figura 2.26	Convertidor de torsión con el motor a bajas velocidades.	36

Figura 2. 27	Convertidor de torsión con el motor a medias y altas velocidades.	37
Figura 2.28	Unidad de engranajes planetarios.....	38
Figura 2.29	Embragues	39
Figura 2.30	Frenos.	40
Figura 2.31	Frenos tipo banda.	41
Figura 2.32	Frenos tipo discos múltiples.	42
Figura 2.33	Embragues unidireccionales	43
Figura 2.34	Engranajes planetarios delantero y trasero.	44
Figura 2.35	Engranajes planetarios.	45
Figura 2.36	Engranajes planetarios en aceleración.	46
Figura 2.37	Engranajes planetarios en desaceleración.....	46
Figura 2.38	Engranajes planetarios en retroceso.....	47
Figura 2.39	Ubicación de los componentes de la unidad de engranajes.....	51
Figura 2.40	Transmisión en rango “D” o “2”. Engranaje de primera.	52
Figura 2.41	Transmisión en rango “D”. Engranaje de segunda.	53
Figura 2.42	Transmisión en rango “D”. Engranaje de tercera.....	54
Figura 2.43	Transmisión en rango “2”. Engranaje de segunda.....	56
Figura 2.44	Transmisión en rango “L”. Engranaje de primera.	58
Figura 2.45	Transmisión en rango “R”.	59
Figura 2.46	Transmisión en rangos “P” y “L”	60
Figura 2.47	Circuito de control hidráulico.....	61
Figura 2.48	Bomba de aceite de la transmisión automática.	64
Figura 2.49	Cuerpo de válvulas.	65
Figura 3.1	Diseño final del soporte del banco.	72
Figura 3.2	Corte con sierra de arco.....	73
Figura 3.3	Limado a mano	74
Figura 3.4	Proceso de soldadura.	75
Figura 3.5	Disposición de pines del Pic.	78
Figura 3.6	Comparador LM324.....	81
Figura 3.7	Regulador 7805	82
Figura 3.8	Sensor óptico TCRT5000.....	84

Figura 3.9	Optoacoplador 4N25.....	85
Figura 3.10	Comparador LM311	86
Figura 3.11	Potenciómetros.....	88
Figura 3.12	Galga extensiométrica	89
Figura 3.13	Sensor utilizado en la Transmisión.....	89
Figura 3.14	Programa para Pic MicroCode Studio	91
Figura 3.15	Simulación del proyecto. Proteus.....	92
Figura 3.16	Preparación previa caja-motor.	93
Figura 3.17	Elaboración del banco de soporte. j.....	93
Figura 3.18	Fondo pre pintado.....	94
Figura 3.19	Pintado. Acabados finales.....	94
Figura 3.20	Montaje del conjunto en el banco.....	95
Figura 3.21	Montaje de elementos complementarios.....	95
Figura 3.22	Colocación de sensores.....	96
Figura 3.23	Colocación de placas electrónicas.....	96
Figura 4.1	Posición “P”	102
Figura 4.2	Posición “P”. Datos obtenidos LCD.....	102
Figura 4.3	Posición “R”	103
Figura 4.4	Posición “R”. Datos obtenidos LCD.....	103
Figura 4.5	Posición “N”	104
Figura 4.6	Posición “N”. Datos obtenidos LCD.....	104
Figura 4.7	Posición “D”	105
Figura 4.8	Posición “D”. Datos obtenidos LCD.....	105
Figura 4.9	Posición “2”	106
Figura 4.10	Posición “2”. Datos obtenidos LCD	106
Figura 4. 11	Posición “L”	107
Figura 4. 12	Posición “L”. Datos obtenidos LCD	107
Figura 4.13	Palanca de un vehículo con transmisión automática.....	110

RESUMEN

El “Diseño y construcción de un banco didáctico con sistemas mecánicos, hidráulicos y electrónicos de una transmisión automática Toyota”, está destinado principalmente a cumplir con la demanda pedagógica en el campo de los Sistemas Automotrices, específicamente en el área de las transmisiones automáticas.

En la actualidad, el sistema de transmisión automática ha ganado mucho terreno en el parque automotor, por cualidades como la facilidad de conducción, comodidad, etc., aspectos que contrastan con la complejidad de su funcionamiento, además del desconocimiento general por parte del conductor promedio, de su forma de operación; por lo cual existen muchos mitos que limitan la expansión del uso de estas transmisiones. Por medio de la comprensión del funcionamiento de la transmisión automática se logrará terminar todo tipo de especulación sobre las transmisiones automáticas. Una transmisión automática Toyota será el medio que nos facilitará la construcción del banco didáctico y mucho más al contar con la fuente natural de movimiento mecánico del conjunto, el motor. Teniendo en cuenta que, a la presente fecha, Toyota es una de las marcas de mayor reconocimiento a nivel mundial, por lo cual su tecnología y confiabilidad afianzan el desempeño del proyecto.

El proyecto se presenta como una herramienta de gran utilidad para todos los involucrados en la ingeniería automotriz, facilitara la comprensión exacta y precisa de un sistema de transmisión automática, con todos sus componentes y parámetros de funcionamiento reales. En el cual podemos analizar el comportamiento de la presión fluido, factor preponderante en el conjunto de la transmisión, además de comportamiento de las

revoluciones, tanto en el motor que genera el movimiento como en la misma caja, que en la realidad va ser posible el movimiento del vehículo.

Seguramente el proyecto cumplirá con todas la expectativas planteadas y servirá de medio de aprendizaje para todo aquel que se interese en conocer sobre el funcionamiento de una transmisión automática.

ABSTRACT

“Designing and construction of a didactic bench with mechanical, hydraulic and electronics systems of a Toyota automatic transmission”, is made mainly to comply with a pedagogic requirements in the branch of automotive systems, specifically inside the area automatic transmissions.

Nowadays, the automatic transmission system has gained apace in the automotive field because of its qualities and facility of driving, commodity, etc. these aspects contrast with the complex working, apart from the driver’s lack of skills and the way of operating; that is why there are many myths which limit the expansion of the use of this sort of transmission. By means of the comprehension about the functioning of the automatic transmission it is possible to end all kind of speculation about automatic transmission. A Toyota automatic transmission will be the means which enable us the construction of a didactic bench by having with a natural resource of mechanical movement together with the engine, keeping in mind that today, Toyota is one of the most recognized companies all around the world. Therefore, its technology and capability give confidence in the development and performance of the project.

The project is presented as a very useful tool for people involved with the automotive engineering. It will enable the precise comprehension of an automatic transmission system with all its components and parameters of real functioning in which we can do an analysis of the behaviour of the pressure fluid that is an important factor inside of the transmission system, apart from the behaviour of the revolutions either in the engine which produces the movement and in the gear box that makes possible the movement of the car.

The project will comply with all the expectances and it is going to be useful as a mean of the teaching to whom is interested about the knowledge how the automatic transmission works.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

En los Estados Unidos la mayoría de los vehículos vendidos desde los años 1950 montaban una transmisión automática, a diferencia de lo que ocurre en Europa y en la mayoría del resto del mundo. Las transmisiones automáticas, especialmente las más antiguas, empeoran el consumo de combustible y la potencia entregada, pero en los últimos años, las transmisiones automáticas han mejorado significativamente su capacidad para mejorar estos parámetros.

Las cajas automáticas están diseñadas para equipar vehículos de distintas aplicaciones, desde autobuses de transporte urbano a vehículos destinados a servicios públicos, como recolectores de residuos, bomberos y emergencias, así como para sectores de transporte como la distribución, la construcción y otros usos especiales.

Así, por ejemplo, la transmisión automática ya comienza a ser imprescindible para los servicios contra incendios, de recolectores de residuos y otros vehículos especiales que requieren ante todo seguridad y un control máximo del vehículo, con paradas y arranques continuos, cambios de marcha frecuentes, aceleraciones súbitas o muy fuertes y que en definitiva se manejan en entornos difíciles y en condiciones de conducción duras o extremas.

Por su parte, en sectores como la construcción o la distribución, la seguridad que proporcionan las cajas automáticas se hace extensiva también a la carga, ya que una conducción suave y constante, incluso

sobre caminos rurales, minimiza el daño que sufre la carga. Además, la transmisión incorpora el sistema integral de frenado suplementario que proporciona un mejor frenado del vehículo en pendientes y en el momento de reducir la velocidad en vehículos que transportan cargas pesadas.

Se extiende también el uso de cajas automáticas en el transporte de viajeros, en vehículos que soportan condiciones de intenso tráfico y en los que la seguridad y la comodidad tanto para conductor como para pasajeros es esencial.

1.2. ANTECEDENTES

La fuerza que produce el motor de combustión interno puede ser medida de dos maneras: La potencia pura y el torque. Esta relación es frecuentemente referida como el régimen del giro, lo cual varía entre motores y sus diseños. Al acelerar el motor, el torque llega a su máximo antes de que la potencia llegue a su máximo.

En términos simples, el propósito de la transmisión es permitir que se mantenga el motor funcionando en el rango “estable” entre el pico de torque y el pico de potencia. Con la presencia de una transmisión podemos mantener el motor en este rango de estabilidad cambiando la relación de giro del motor y las ruedas, aumentando la velocidad del motor al punto que tenga mayor potencia para mantener la velocidad.

Las transmisiones están diseñadas para el régimen del motor, el diferencial y el uso esperado que se le da a cada vehículo. Cuando partimos en primera, normalmente el motor gira unas 4 veces más que el eje de las ruedas. Cuando llegamos al último cambio, “normal” o “D”, esta relación es 1:1.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

- Diseñar y construir un banco didáctico con sistemas mecánicos, hidráulicos y electrónicos de una transmisión automática.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Diseñar y construir la estructura que soportara al conjunto de la transmisión automática y el motor de un vehículo Toyota Corolla 1.3 lit.
- Establecer diferencias y ventajas entre un sistema de transmisión automático y el sistema de cambios manuales.
- Identificar la ubicación y funcionamiento básico de los elementos que conforman la transmisión automática.
- Analizar parámetros del funcionamiento de la transmisión automática, presiones y revoluciones principalmente, por medio de datos proporcionados por sensores adaptados a la transmisión automática.
- Realizar pruebas de funcionamiento del banco didáctico en todos los sistemas adaptados para comprender parámetros reales de funcionamiento.
- Mediante guías para el uso del banco didáctico en el laboratorio, mejorar el aprendizaje sobre lo relacionado con una transmisión automática.

1.4. DESCRIPCIÓN

La construcción de un banco para una transmisión automática, tiene fines netamente didácticos. Con el fin de que los alumnos de la Carrera de Ingeniería Automotriz, logren un entendimiento práctico de los componentes de una transmisión automática se ha elaborado el presente proyecto. Los parámetros a cumplirse hacen que el banco, permita al estudiante tener al alcance cada uno de los mecanismos relacionados con el funcionamiento y desempeño de un sistema básico de una transmisión automática.

Además cada año la cantidad de vehículos con transmisiones automáticas vendidos en nuestro país crece, esto hace que las preguntas y preocupaciones de las personas que poseen un vehículo de estas características vaya aumentando, y también la posibilidad de ser engañado por mecánicos no-calificados y vendedores de aceites desactualizados. En el proyecto se explicará cómo funcionan estas transmisiones y los cuidados necesarios para obtener mejor rendimiento del sistema automático de cambios.

1.5. FUNCIONES

El banco didáctico contará con todos los componentes propios de una transmisión automática; dichos componentes son los que logran, en la realidad, que el vehículo se traslade a diferentes velocidades dependiendo de las necesidades del camino y del conductor.

Cabe destacar que el movimiento será generado por el motor de combustión interna propio del modelo del vehículo (Toyota Corolla 1994, motor 2E), a diferencia de otros tipos de maquetas demostrativas en los que el movimiento es producido por mecanismos adaptados. Esto hará

que el banco funcione prácticamente como lo haría estando montado en el vehículo.

Se diseñará y adaptara algunos sensores y circuitos electrónicos, que nos permitirán observar los parámetros de funcionamiento de la transmisión automática. Los parámetros principales a estudiar en el banco serán presiones hidráulicas (primordial en el principio de funcionamiento del sistema) y número de revoluciones del motor y número de revoluciones de la salida final hacia las ruedas. Por medio de una guía de laboratorio estos parámetros podrán ser anotados para su posterior análisis y estudio; permitiendo al estudiante sacar sus propias conclusiones.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

El cambio automático es un sistema de transmisión que es capaz por sí mismo de seleccionar todas las marchas o relaciones sin la necesidad de la intervención directa del conductor. El cambio de una relación a otra se produce en función tanto de la velocidad del vehículo como del régimen de giro del motor, por lo que el conductor no necesita ni de pedal de embrague ni de palanca de cambios. El simple hecho de pisar el pedal del acelerador provoca el cambio de relación conforme el motor varía de régimen de giro. El resultado que aprecia el conductor es el de un cambio cómodo que no produce tirones y que le permite prestar toda su atención al tráfico. Por lo tanto el cambio automático no sólo proporciona más confort, sino que aporta al vehículo mayor seguridad activa¹.

2.1.1. TIPOS DE TRENES DE TRANSMISIÓN

Existen dos tipos básicos de trenes de transmisión que son utilizados en vehículos:

- Motor delantero tracción a las ruedas delanteras (FF). Figura 2.1a.
- Motor delantero tracción a las ruedas traseras(FR). Figura 2.1b.

Las transmisiones utilizadas en vehículos FF, son más compactas que las utilizadas en vehículos FR, ya que están montadas en el compartimento del motor.

¹ <http://www.mecanicavirtual.org/caja-cambios3.htm>

La transmisión FR, posee una unidad impulsora final llamada Diferencial, montada exteriormente; en los vehículos FF, esta unidad impulsora final es interna y se denomina Transeje.

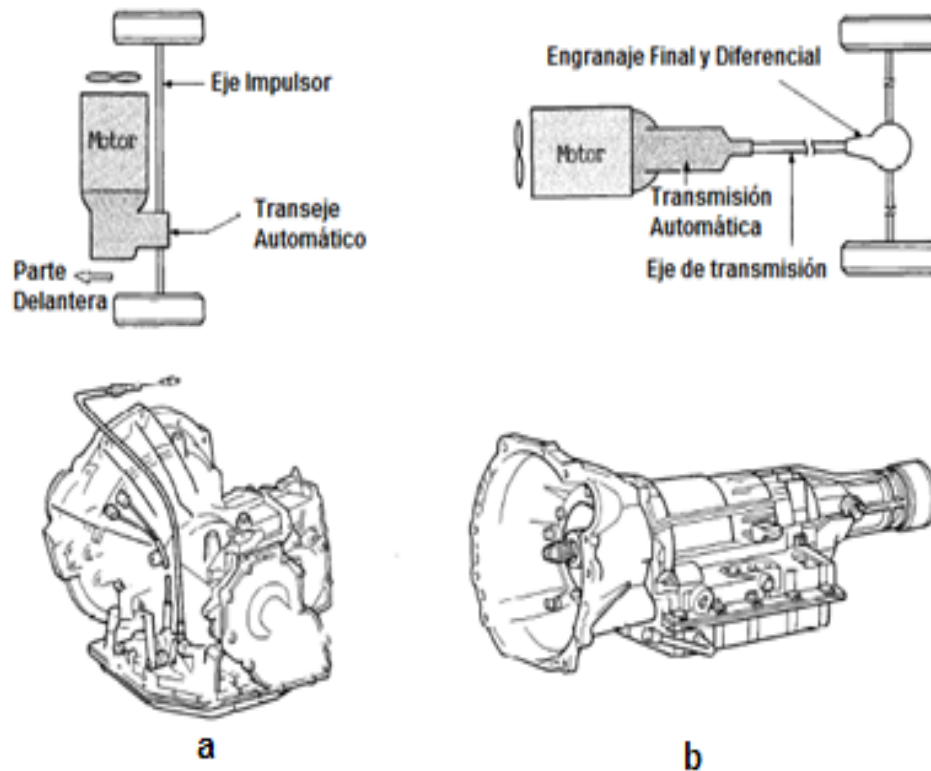


Figura 2.1 Tipos de Trenes de transmisión

2.1.2. COMPONENTES PRINCIPALES Y FUNCIONES BÁSICAS

Los diferentes tipos de transmisiones automáticas, están construidas de forma diferente, pero sus funciones básicas y sus principios de operación son los mismos.

La transmisión automática se compone de varios elementos principales, los mismos que, para realizar las funciones de transmisión automática, deben funcionar correctamente coordinados. Figura 2.2. Para comprender

íntegramente el funcionamiento de la transmisión automática, es fundamental entender las funciones básicas de los componentes principales².

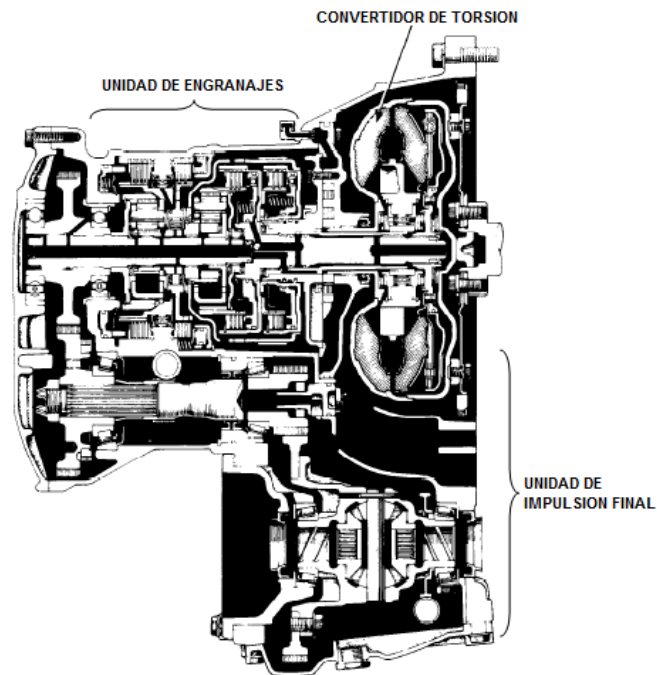


Figura 2.2 Componentes principales de la transmisión automática

a. CONVERTIDOR DE TORSIÓN

El convertidor de torsión está colocado en el extremo de entrada de tren de engranajes de la transmisión y está sujeto al extremo posterior del cigüeñal del motor por medio de una placa de impulsión³. Figura 2.3.

El convertidor está lleno de fluido para transmisiones automáticas, su función es multiplicar el torque generado por el motor y dirigir este

² TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

³ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

incremento al conjunto de la transmisión; esta transmisión del torque se realiza por medio del fluido de transmisión.

En los vehículos dotados con transmisión automática, el convertidor hace las veces de volante del motor, con la ayuda de una placa de impulsión cuya circunferencia exterior forma la corona, necesaria para que acople el motor de arranque. Puesto que la placa de impulsión rota a altas velocidades su peso está bien distribuido para conseguir el equilibrio requerido.

Entre las funciones del convertidor en resumen tenemos:

- Multiplicar el torque generado por el motor.
- Desempeña las funciones de embrague automático para la transmisión de torque.
- Gracias a que funciona como un volante de inercia, absorbe las vibraciones producidas en el motor y la caja, y suaviza la rotación.
- Genera movimiento para la bomba hidráulica del sistema de transmisión.

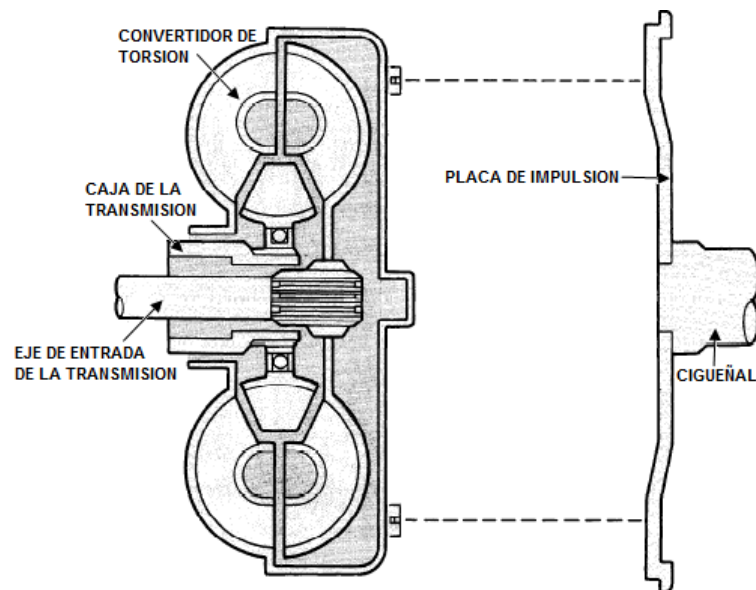


Figura 2.3 Convertidor de Torsión.

b. UNIDAD DE ENGRANAJES PLANETARIOS

La unidad de engranajes planetarios se encuentra dentro de la caja de la transmisión; transforma las rpm de salida de la transmisión y/o la dirección de giro de salida para que esta sea transmitida a una unidad de impulsión final.

La unidad de engranajes planetarios, consta de engranajes planetarios propiamente dichos, los cuales convierten las rpm de salida del motor; embragues y frenos que funcionan por medios de presión de fluido hidráulico (propio para transmisiones automáticas) para controlar la operación de los engranajes planetarios, los ejes para transmitir la potencia del motor y los cojinetes que suavizan la rotación de los ejes⁴.

Entre las funciones principales de los engranajes planetarios, describimos las siguientes:

- Proporcionan las distintas relaciones de engranajes para conseguir torque y velocidades de giro adecuadas de acuerdo a las condiciones de conducción y necesidades del conductor.
- Disponen del engranaje de retroceso para permitir el desplazamiento del vehículo hacia atrás.
- Cuentan con una posición de engranaje en un punto neutro, lo que permite que el vehículo permanezca parado mientras el motor esta en ralentí.

⁴ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

Los engranajes planetarios forman un tren de engranajes planetarios que es una serie de engranajes interconectados, conformado por un engranaje solar, un número determinado de piñones planetarios, un elemento porta planetarios que reúne y conecta a los piñones planetarios con la corona y en engranaje solar. Figura 2.4.

La similitud de este sistema de engranajes con el sistema solar, es lo que les da su nombre de conjunto de engranajes planetarios, pues giran cual planetas alrededor del sol.

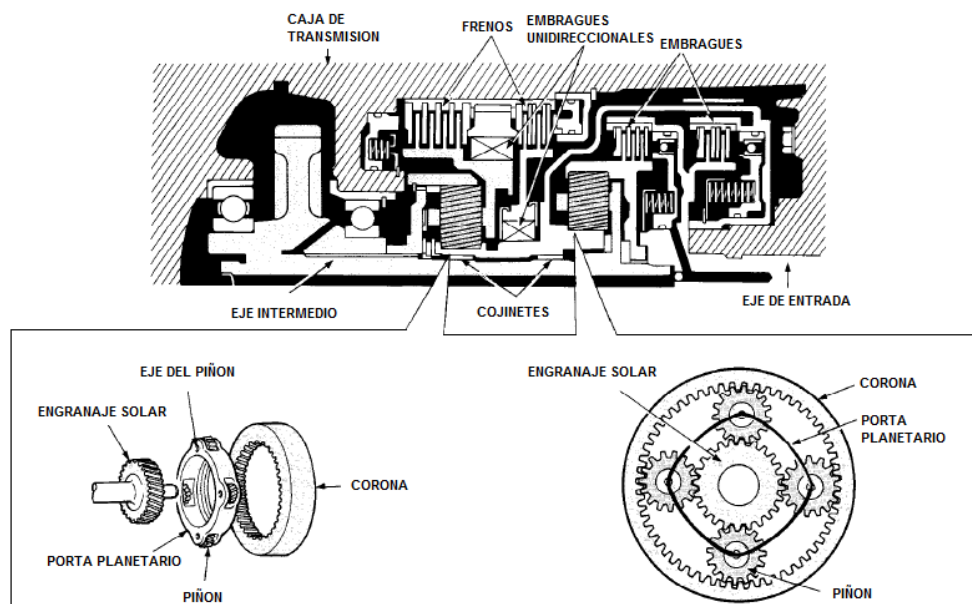


Figura 2.4 Trenes de Engranajes Planetarios.

c. FRENOS

La función básica de los frenos es, retener los componentes del conjunto de engranajes planetarios, con el fin de obtener las relaciones de transmisión requerida, esto se realiza mediante presión de fluido hidráulico. Figura 2.5.

Existen dos tipos de frenos; uno de ellos es el freno de discos múltiples húmedos. En estos, unas placas están sujetas a la caja de la transmisión y unos discos giran completamente con cada tren de engranajes planetarios; son presionados entre sí, para de esta manera retener uno de los componentes del engranaje planetario y así conseguir inmovilizarlo.

El otro tipo de freno es, el freno de banda; una banda de freno rodea a un tambor de freno el cual está conectado a uno de los componentes de los engranajes planetarios. Al momento en que la presión hidráulica actúa sobre un pistón, el cual hace contacto con la banda de freno, la banda presiona al tambor para retener uno de los componentes de los engranajes planetarios, de manera que este se inmoviliza.

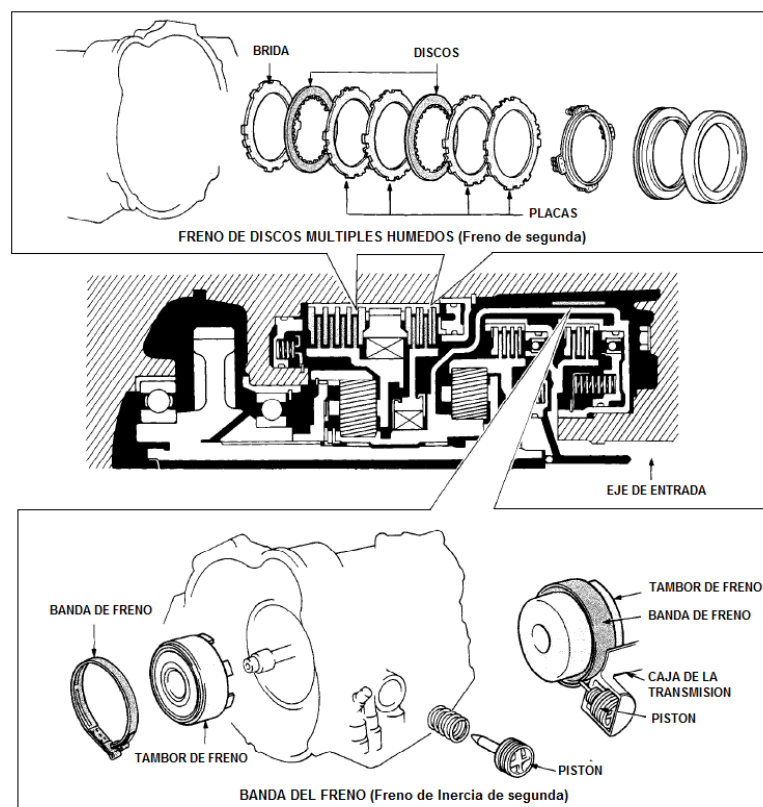


Figura 2.5 Frenos de la transmisión.

d. EMBRAGUES Y EMBRAGUES UNIDIRECCIONALES

Los embragues son los encargados de conectar al convertidor de torsión con los engranajes planetarios para transmitir el torque del motor hacia el eje intermedio, y lógicamente también, desconectar al convertidor de torsión de los engranajes planetarios para no transmitir la torsión⁵.

Los embragues de discos múltiples húmedos consisten en una serie de discos y placas dispuestos alternativamente y es más frecuente encontrarlos en las transmisiones automáticas Toyota modernas. Para conectar y desconectar los embragues, se emplea presión hidráulica de fluido. Figura 2.6.

El embrague unidireccional en cambio, consiste en una guía interior y una guía exterior, que a su vez tienen colocado entre ellas una horquilla o rodillo. Su objetivo primordial, transmitir el torque en una sola dirección.

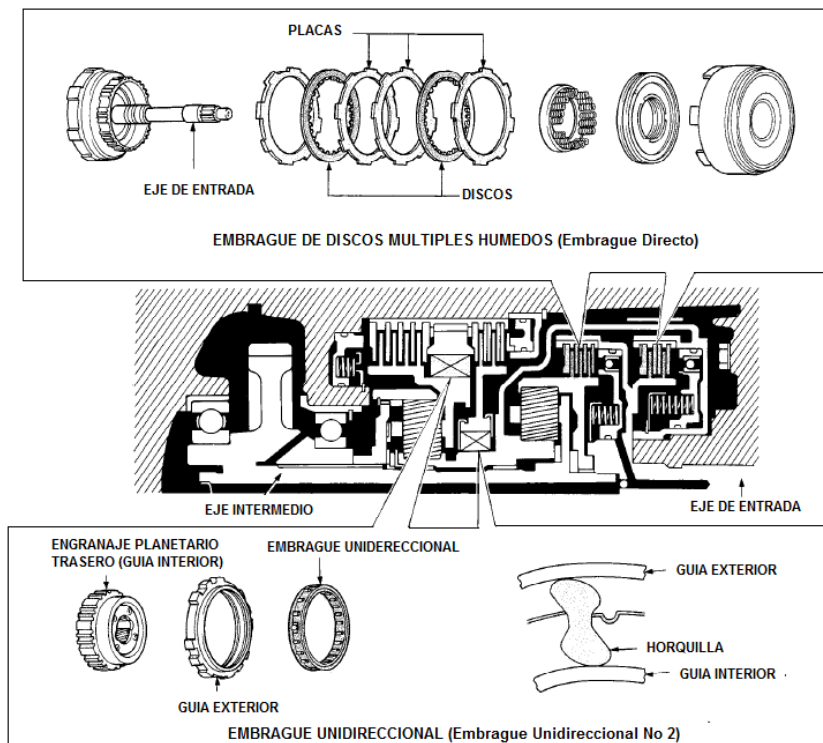


Figura 2.6 Embragues de la transmisión.

⁵ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

En cuanto a diferencias entre embragues y frenos, podemos decir que los embragues están conectados con dos elementos de los engranajes planetarios (puede ser eje de entrada y engranajes solares o el engranaje solar y el porta planetario), y siempre se encuentran girando juntos. Se encargan de transportar la velocidad rotacional de los dos componentes superiores e inferiores a velocidades iguales y por tanto que giren hacia la misma dirección.

Los frenos en cambio, no se mueven, están sujetos a la caja de la transmisión y sirven solamente para detener el movimiento de la unidad de engranajes planetarios.

e. SISTEMA DE CONTROL HIDRÁULICO

El complejo sistema de control hidráulico, posee entre sus elementos básicos, un depósito de aceite, el cual almacena el fluido hidráulico de transmisión automática; el elemento vital del sistema es la bomba de aceite, encargada de generar la presión hidráulica. Figura 2.7.

Conforman el sistema además, una serie de válvulas que tienen diferentes funciones, los pasajes y tubos, los cuales distribuyen el fluido de la transmisión hacia los embragues, frenos y otros elementos de este sistema, que en conjunto forman lo que conocemos como cuerpo de válvulas y se ubican por debajo de los engranajes planetarios⁶.

Las funciones principales de todo este conjunto son:

- Suministrar fluido al convertidor de par.
- Regular la presión generada por la bomba.

⁶ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

- Transformar la carga del motor en la velocidad del vehículo en “señales hidráulicas”.
- Proporcionar presión hidráulica en embragues y frenos para controlar la operación de los engranajes planetarios.
- Lubricar las partes rotativas.
- Refrigerar la transmisión y el convertidor.

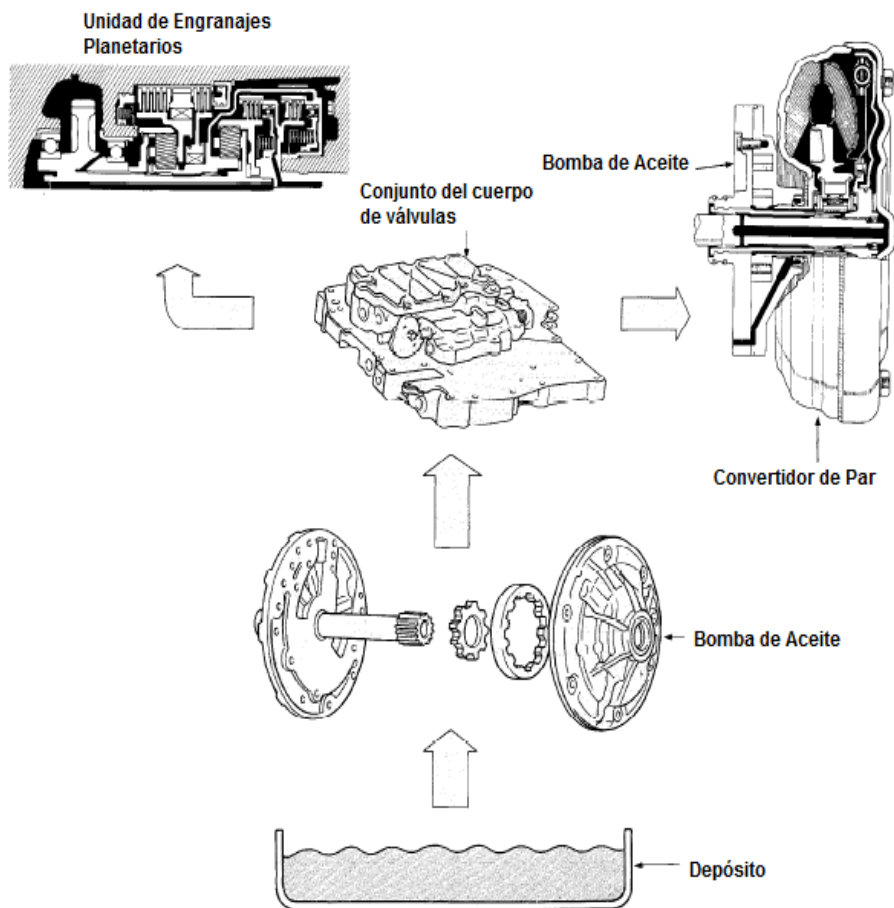


Figura 2. 7 Componentes del sistema de control hidráulico.

f. CONTROL DE CAMBIOS

El sistema de control hidráulico, se encarga de convertir parámetros como la velocidad del vehículo y la carga del motor en una especie de “señales hidráulicas”; de estas señales depende la presión hidráulica aplicada a los embragues y frenos de los engranajes planetarios, para así variar de forma automática las relaciones de engranajes dependiendo directamente de las condiciones de conducción⁷. Figura 2.8.

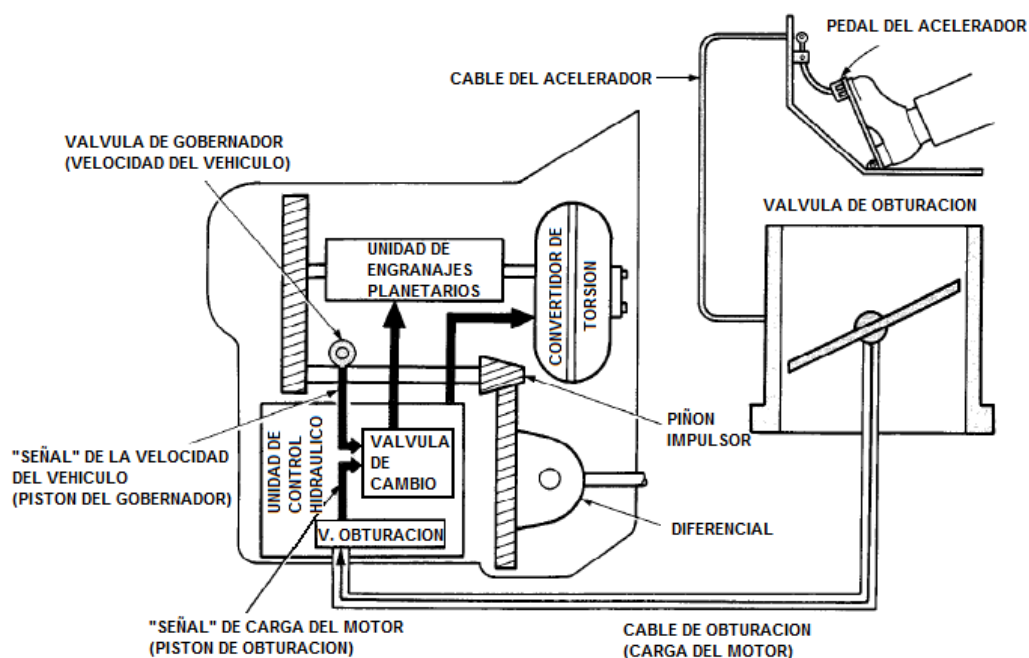


Figura 2.8 Control de Cambios.

La encargada de regular la presión hidráulica generada por la bomba (presión del gobernador), en relación con la velocidad del vehículo es la válvula del gobernador; actúa como “señal” de velocidad del vehículo para la unidad de control hidráulico.

⁷ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

Dentro de la unidad de control hidráulico, la válvula de obturación, regula la presión hidráulica proporcionada por la bomba, en proporción al grado de accionamiento del pedal del acelerador. Esta presión (presión de obturación) controla la válvula de obturación a manera de “señal” para la unidad de control hidráulico.

Las presiones de obturación y del gobernador, hacen que las válvulas de cambio entren en funcionamiento, la acción de estas depende de la intensidad de ambas presiones; estas válvulas de cambio son las encargadas de controlar la presión hidráulica hacia los embragues y frenos en la unidad de engranajes planetarios, los mismos que a su vez controlan los cambios de la transmisión.

g. ARTICULACIÓN MANUAL

Una gran diferencia entre un vehículo provisto de transmisión manual y uno con transmisión automática, tiene que ver con la manera de aplicar los cambios durante la conducción; en la transmisión automática los cambios se realizan de forma ascendente y descendente de manera automática. Dos articulaciones permiten al conductor efectuar las operaciones manuales relacionadas con la transmisión automática; estas son la palanca selectora de cambios y el cable, el pedal del acelerador y el cable de obturación⁸.

La palanca selectora de cambios se conecta a la transmisión por medio de un cable o una articulación, esta le da al conductor, la potestad de seleccionar el tipo adecuado de conducción: desplazamiento hacia adelante o hacia atrás, neutro y estacionamiento. El modo de marcha hacia adelante, consta de tres rangos “D” (Directa), “2” (Segunda) y “L” (Primera).

⁸ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

Motivos de seguridad en la transmisión automática hacen que el encendido del motor solo se pueda realizar cuando la palanca selectora está en posición de “N” (Neutro) o “P” (Estacionamiento), esto es cuando el motor no puede transmitir potencia hacia la transmisión. Figura 2.9.

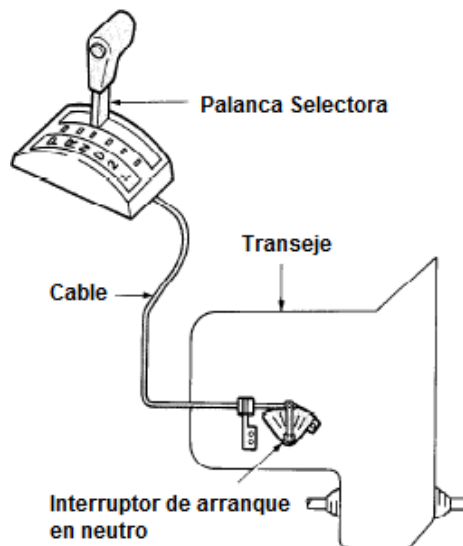


Figura 2.9 Articulación Manual.

h. PEDAL DEL ACELERADOR

El pedal del acelerador, se conecta con la válvula de obturación del carburador a través del cable del acelerador; así es como, el grado de accionamiento del pedal del acelerador, o sea la abertura de la válvula de obturación se traslada precisamente a la transmisión. Figura 2.10.

La disminución de velocidad o el cambio a velocidades ascendentes en la transmisión automática, está en función de la carga del motor (abertura de la válvula de obturación); esto significa que depende directamente del conductor al accionar el pedal del acelerador.

Al presionar levemente el pedal del acelerador, la reducción de velocidad y el cambio de velocidad ascendente de la transmisión, se da

relativamente a bajas revoluciones. En cambio si se presiona adicionalmente el pedal del acelerador, el cambio se da relativamente a altas revoluciones.

La calibración o ajuste del cable de obturación y del cable del acelerador es fundamental, esta debe realizarse a las longitudes especificadas, para que así se realice un cambio de velocidad en la transmisión con una sincronización correcta. En otras palabras, se necesita que la conversión del grado de accionamiento del pedal del acelerador en el ángulo de abertura de la válvula de obturación, sea precisa y así transmita la señal correcta hacia la transmisión⁹.

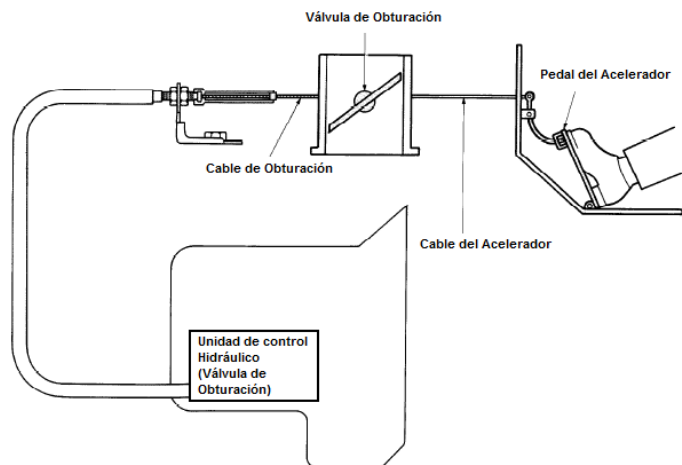


Figura 2.10 Pedal del acelerador.

i. UNIDAD DE IMPULSIÓN FINAL

En el caso de la transmisión automática, dispuesta transversalmente, el conjunto de la transmisión y la unidad de impulsión final, están alojados en la misma caja como un solo conjunto. Figura 2.11.

La unidad de impulsión final se compone básicamente de dos engranajes de reducción final que son los engranajes impulsor e impulsado y los engranajes diferenciales.

⁹ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

La función de la unidad de impulsión final es, en resumen, transmitir la potencia transformada hacia las ruedas del vehículo.

Para la unidad de impulsión final de las transmisiones automáticas, se usa el mismo tipo de fluido que se utiliza para la transmisión en lugar de aceite para engranajes.

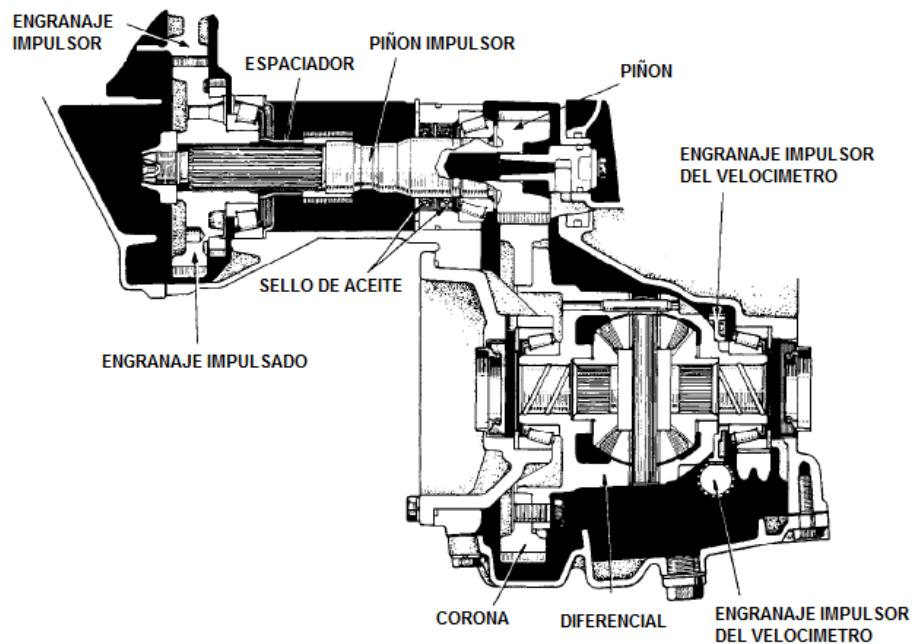


Figura 2.11 Unidad de impulsión final.

j. FLUIDO PARA TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS

Para una adecuada lubricación de la transmisión automática se utiliza un aceite mineral específico, elaborado en base de petróleo de alto grado, mezclado con varios aditivos para mejorar las características del lubricante. Este aceite se lo denomina fluido para transmisiones automáticas (ATF), estas siglas lo diferencian del resto de lubricantes automotrices¹⁰.

¹⁰ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

Las funciones que realiza este aceite especial son:

- Dirigir el torque del convertidor de torsión.
- Es el elemento primordial en el sistema de control hidráulico y en la operación de frenos y embragues.
- Lubricar las piezas, sometidas a fricción, entre las principales, los engranajes planetarios.
- Refrigeración general del conjunto de la transmisión.

En una transmisión automática, no está en discusión el uso del otro tipo de lubricante, debe usarse únicamente aceite ATF especificado para el modelo de la caja y del vehículo en general; el uso de un ATF no especificado o mezclado con otro, disminuirá el rendimiento de la transmisión automática.

El nivel de fluido es una variable que interviene directamente en el correcto funcionamiento del conjunto de la transmisión.

k. CAJA DE LA TRANSMISIÓN

Una caja de aleación de aluminio, aloja casi a la totalidad de elementos que conforman el conjunto de la transmisión automática. Figura 2.12. Un cárter de la caja aloja al convertidor de torsión; en la caja de la transmisión misma, se encuentra el tren de engranajes planetarios, el sistema de control hidráulico y la unidad de impulsión final.

En la parte superior de la caja un tapón de respiración, sirve para evitar un excesivo aumento de la presión interna de la caja. Y en la parte interior, encontramos el cuerpo de válvulas.

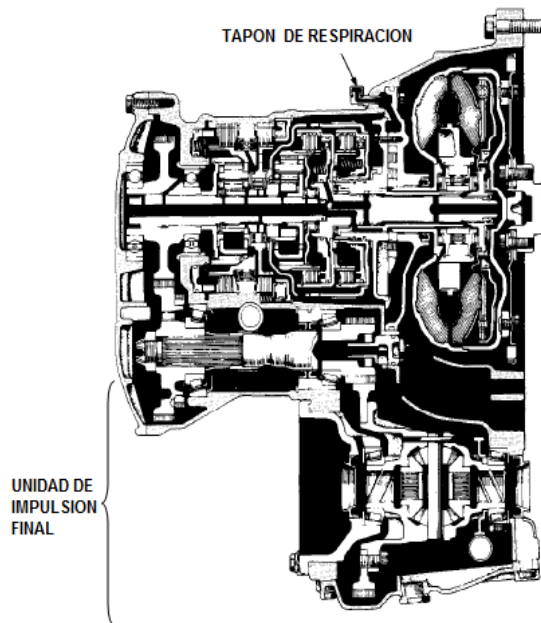


Figura 2.12 Caja de la transmisión

I. TRANSMISIÓN DE POTENCIA¹¹

El flujo de transmisión de potencia se esquematiza en la figura 2.13.

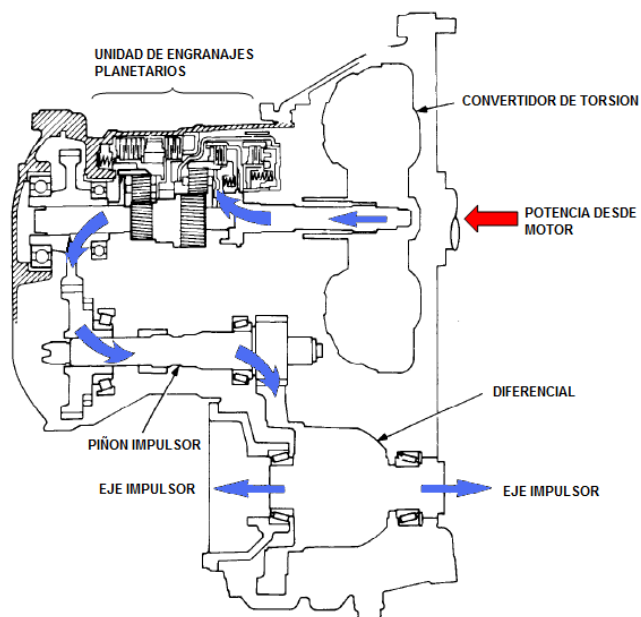


Figura 2.13 Transmisión de potencia.

¹¹ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

2.2. PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Cada elemento de la transmisión automática será analizado en su comportamiento primario, lo cual ayudará a entender el desempeño de cada uno dentro de la transmisión de potencia. Cada componente basa su funcionamiento en principios físicos y mecánicos que serán analizados a continuación.

2.2.1. CONVERTIDOR DE TORSIÓN

El convertidor de torsión utiliza el flujo de fluido hidráulico, para la transmisión del torque del motor hacia el conjunto de la transmisión. Figura 2.14.

Las partes principales que debemos identificar en el convertidor de torsión tenemos: la bomba de impulsión, conectada directamente con el cigüeñal del motor; una turbina, que está conectada al eje de entrada de la transmisión; el estator, que es un elemento que se encuentra fijo a la caja de la transmisión por medio de el embrague unidireccional.

El convertidor de torsión se encuentra lleno de fluido de transmisión automática, este fluido es propulsado por la bomba, esta presión generada, se convierte en un poderoso flujo que hace girar la turbina del convertidor¹².

¹² TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

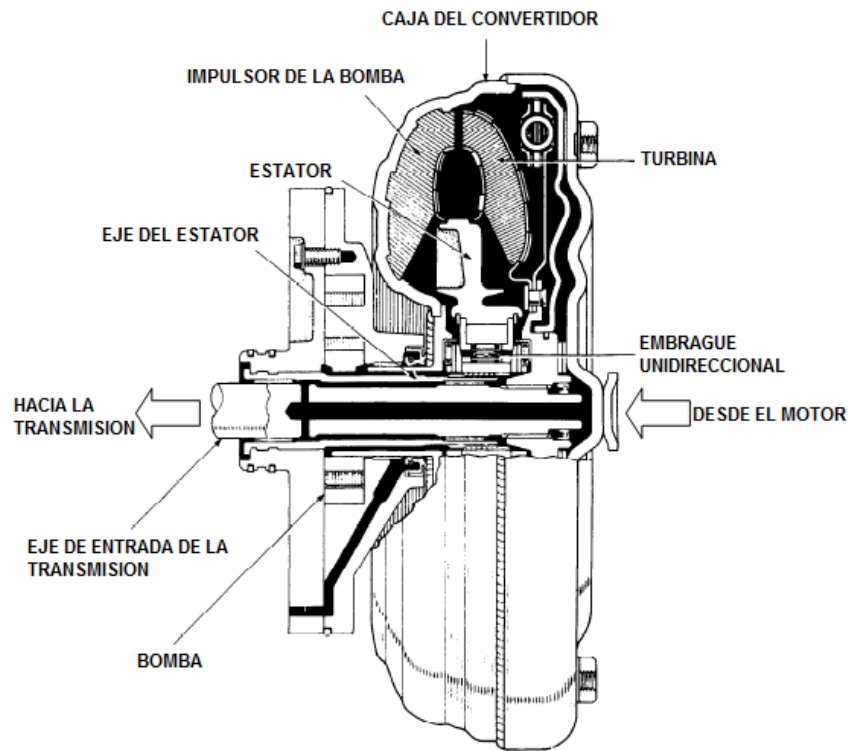


Figura 2.14 Convertidor de torsión

a. LA BOMBA

La bomba, se encuentra alojado dentro de la caja que contiene el conjunto del convertidor de torsión, está formado por varias paletas curvas colocadas radialmente; cada una de las paletas posee un anillo guía en el interior, el cual hace que la trayectoria del fluido sea suave y uniforme. Figura 2.15. Una placa impulsora conecta a la bomba con el cigüeñal del motor, por lo cual, giran juntos en todo momento¹³.

¹³ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

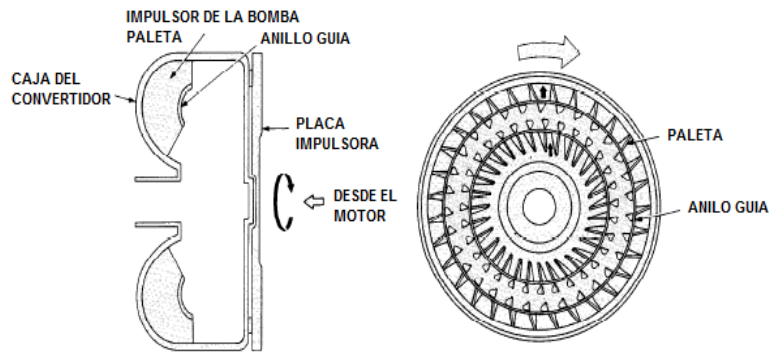


Figura 2.15 Bomba del convertidor de torsión.

b. LA TURBINA

La turbina tiene el mismo tipo de paletas que la bomba, la dirección de la curvatura es opuesta a las paletas de la bomba. La turbina se conecta directamente con el eje de entrada de la transmisión, existe una holgura muy pequeña entre las paletas de la bomba y las paletas de la turbina. Figura 2.16.

Por estar conectada al eje de entrada de la transmisión, la turbina gira cuando el vehículo esta en movimiento en los rangos “D”, “2”, “L” o “R”. No obstante, esto no permite que gire cuando el vehículo este parado con la transmisión en esos rangos y la turbina gira libremente con la bomba libremente cuando la transmisión esta en rangos de “P” o “N”.

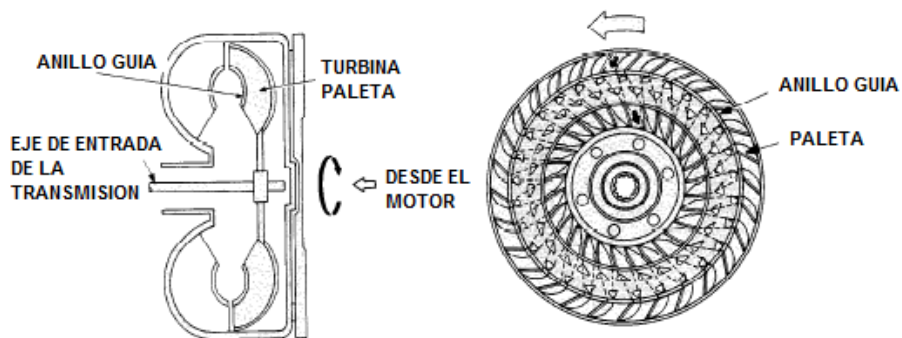


Figura 2.16 Turbina del convertidor de torsión.

c. ESTATOR

El estator va ubicado entre la bomba y la turbina, montado sobre el eje del estator, el cual a su vez va fijado a la caja de la transmisión mediante el embrague unidireccional. El estator posee también unas paletas, las cuales retienen el fluido y vuelven a dirigirlo de manera que el fluido golpea la parte posterior de las paletas de la bomba, proporcionando así una fuerza adicional. Figura 2.17.

El estator gira en la misma dirección del cigüeñal gracias al embrague unidireccional; si el estator intentase girar en dirección contraria, el embrague unidireccional traba al estator. Por tanto el estator está girando o bloqueado, dependiendo de la dirección desde la cual el fluido golpea contra las paletas¹⁴.

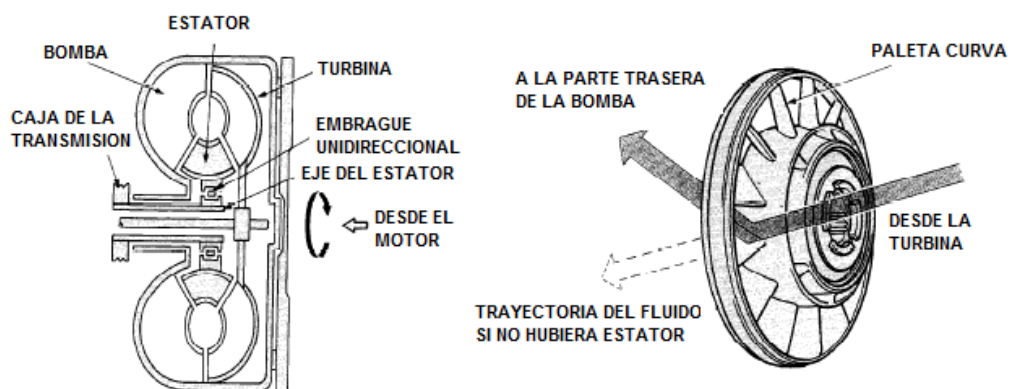


Figura 2.17 Estator de convertidor de torsión.

d. OPERACIÓN DEL EMBRAGUE UNIDIRECCIONAL

Si en la figura, la guía exterior trata de girar en la dirección A, presiona hacia las partes superiores de las horquillas. Figura 2.18. Debido a que las distancias son diferentes, las horquillas basculan y así la guía exterior gira.

¹⁴ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

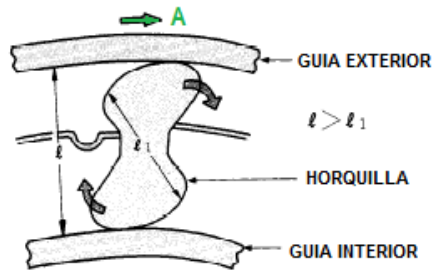


Figura 2.18 Embrague unidireccional girando.

En cambio si la guía exterior trata de girar en la dirección contraria B, las horquillas no pueden bascular debido a la diferencia entre las distancias; de esta forma, las horquillas actúan como cuñas trabando la guía exterior impidiendo su movimiento. Figura 2.19. Para ayudar al trabajo de las horquillas, existen uno resorte retenedor, el cual permite que la horquilla tenga una ligera inclinación al momento que la guía exterior se bloquea.

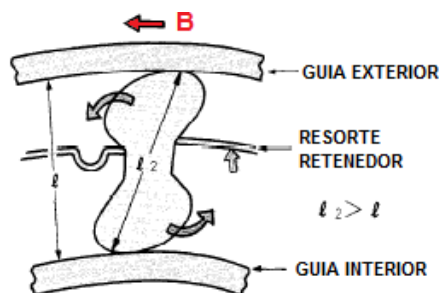


Figura 2.19 Embrague unidireccional bloqueado.

e. PRINCIPIO DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Si ubicamos de frente dos ventiladores eléctricos A y B, a una distancia de pocos centímetros y en direcciones contrarias, y luego conectamos al ventilador A, el ventilador B, gira en el mismo sentido aun estando desconectado; esto debido al flujo de aire generado por el ventilador A, que golpea las paletas del ventilador B. Figura 2.20.

Dicho de otra forma, se genera una transmisión de potencia entre ambos ventiladores, que usa aire como medio de transmisión.

El convertidor de torsión trabaja bajo este principio, la bomba desempeña el trabajo del ventilador A y la turbina viene a ser el ventilador B; e este caso el medio para transmitir la potencia viene a ser fluido de transmisión, en lugar del aire¹⁵.

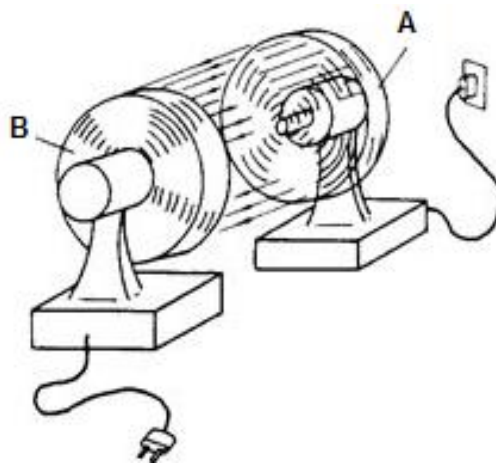


Figura 2.20 Ejemplo del principio de transmisión de potencia.

f. TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Al momento en que el cigüeñal, acciona la bomba, el fluido que está en el impulsor de la bomba, gira en la misma dirección con la bomba.

Si la velocidad de la bomba aumenta, por efecto de la fuerza centrífuga, el fluido comienza a circular hacia las partes exteriores desde la parte central de la bomba y a lo largo de las paletas; cuando la velocidad de giro aumenta, el fluido es empujado hacia afuera de la bomba. Entonces

¹⁵ <http://www.mecanicavirtual.org/caja-cambios3.htm>

el fluido golpea las paletas de la turbina, produciendo que gire en el mismo sentido de la bomba. Figura 2.21.

Después de que esta energía ha sido disipada en contra de las paletas de la turbina, circula hacia adentro del rodete de la turbina, cuando el flujo del fluido alcanza la parte central de la turbina, la superficie curva interior, dirige el líquido hacia la bomba, comenzando así un nuevo ciclo.

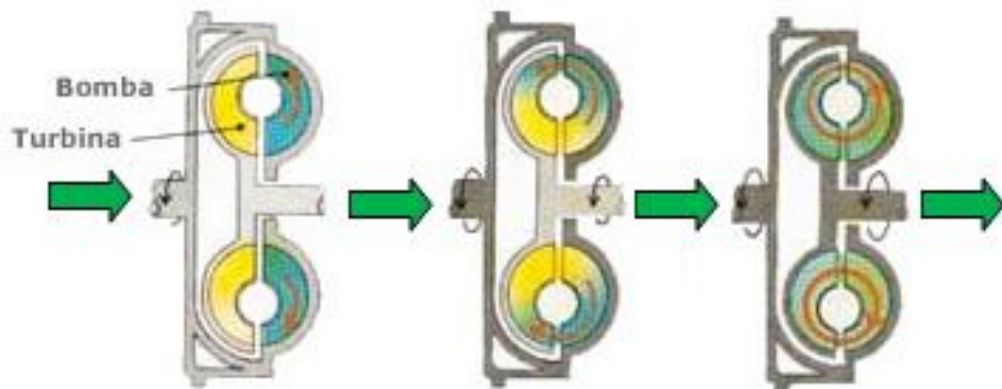


Figura 2.21 Transmisión de potencia dentro del convertidor.

g. MULTIPLICACIÓN DE TORQUE

El convertidor de torsión efectúa la multiplicación de torque mediante el retorno del fluido a la bomba, trabajo que lo realiza el estator, después de haber atravesado el rodete de la turbina. En otras palabras, puesto que es el motor el que hace girar a la bomba directamente, a este torque se le añade el torque generado por el fluido que retorna desde la turbina. De esta manera la bomba multiplica su torque que a su vez es nuevamente dirigido hacia la turbina¹⁶. Figura 2.22.

¹⁶ <http://www.mecanicavirtual.org/caja-cambios3.htm>

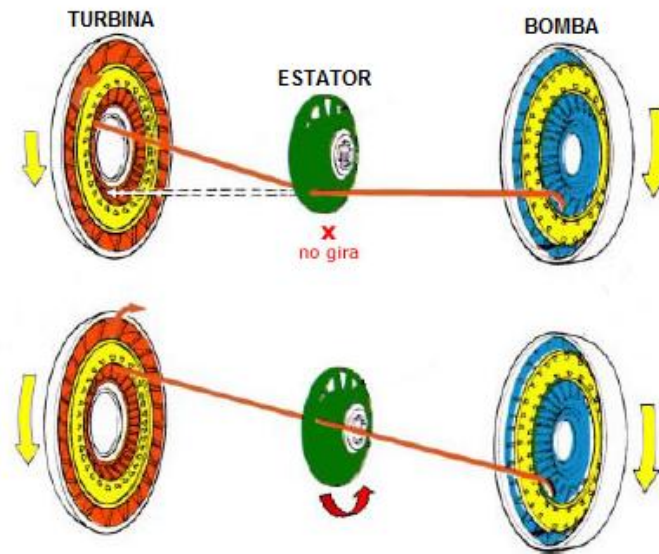


Figura 2.22 Multiplicación de torque dentro del convertidor.

h. FUNCIÓN DEL EMBRAGUE UNIDIRECCIONAL DEL ESTATOR

El fluido llega al estator desde la turbina dependiendo de la diferencia de velocidades rotacionales que se produce entre la bomba y la turbina.

Cuando esta diferencia es grande, la velocidad del fluido que pasa por la bomba y la turbina se hace mayor también, con esto, el flujo del fluido circula desde la turbina hacia el estator, de forma que impide el giro del impulsor de la bomba. Figura 2.23.

El fluido golpea contra la parte delantera de la paleta del estator, haciendo que este gire en dirección contraria de la bomba; debido a que el estator se encuentra bloqueado por el embrague unidireccional, esto no le permite girar en otra dirección; pero sus paletas hacen que el fluido cambie de dirección de manera que la bomba se ayude por medio del fluido¹⁷.

¹⁷ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

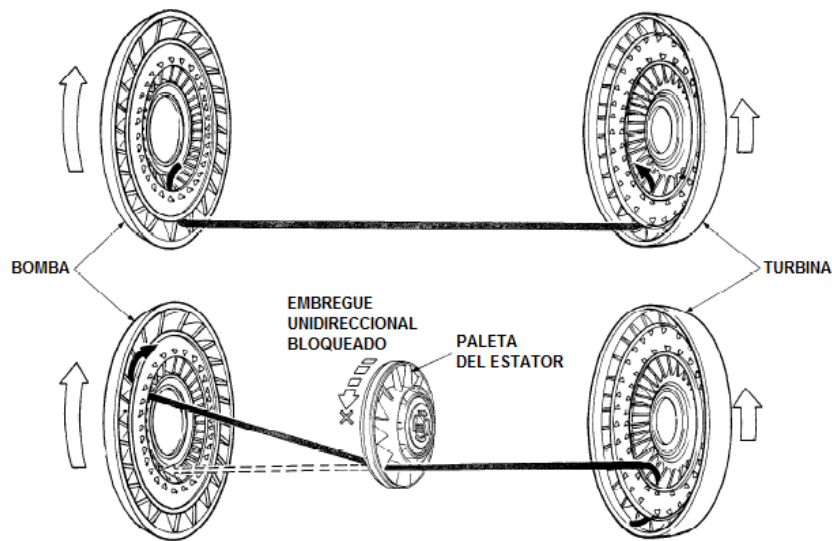


Figura 2.23 Operación del embrague unidireccional.

i. FUNCIÓN DEL EMBREGUE UNIDIRECCIONAL EN EL CONVERTIDOR DE TORSIÓN

Cuando el torbellino de fluido es menor, por cuanto la velocidad de la turbina se va aproximando a la de la bomba, la velocidad del fluido que gira con el rodete de la turbina en la misma dirección, aumenta.

Por otra parte, la velocidad del fluido, que atraviesa la bomba y el rodete de la turbina, disminuye. Figura 2.24.

Por lo tanto, la dirección en la que el fluido circula desde la turbina hacia el estator, está en la misma dirección en la cual se encuentra girando el impulsor de la bomba.

En este caso, el fluido golpea la superficie posterior de las paletas del estator, entonces las paletas obstruyen la circulación del fluido; así, el embrague unidireccional permite que el estator gire en la misma dirección que la bomba, permitiendo el retorno del fluido hacia la bomba.

El estator, comienza a girar en la misma dirección de la bomba; cuando la velocidad rotacional de la turbina, llega a tener una velocidad proporcional a la velocidad de la bomba. Esto se lo conoce como punto de embrague o punto de acoplamiento. Una vez que se alcanza el punto de embrague, no se genera la multiplicación de torque y el convertidor de torsión actúa como un acoplamiento ordinario pero de fluido¹⁸.

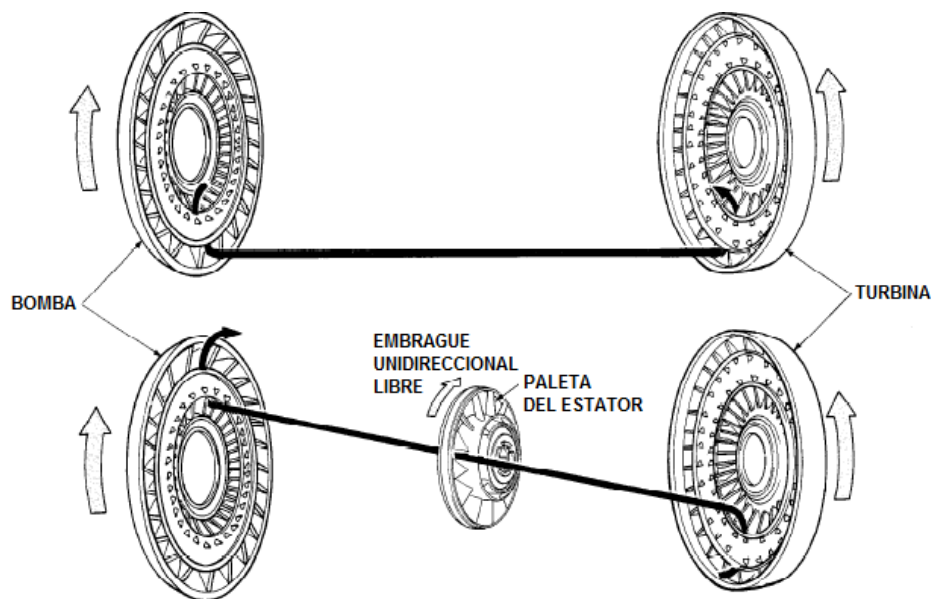


Figura 2.24 Operación del embrague unidireccional en el convertidor de torsión.

j. RENDIMIENTO DEL CONVERTIDOR DE TORQUE

El rendimiento del convertidor de torsión se analiza en base de dos relaciones, la primera es el torque generado por el convertidor en función de la velocidad adquirida por el motor; y el segundo es la eficiencia o capacidad de transmitir el torque producido. Estos dos parámetros se analizarán brevemente.

¹⁸ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

j.1. RELACIÓN DE TORQUE

Por medio del convertidor de torsión, la multiplicación de torque se hace, mayor en proporción al flujo de líquido; el torque es máximo cuando la turbina está parada.

El funcionamiento del convertidor está dividido dentro de dos rangos de operación: el rango en el cual la multiplicación de torque tiene lugar y el rango de acoplamiento en el que simplemente se produce transmisión de torque sin ser multiplicado. El punto de embrague es la línea que separa los dos rangos¹⁹. Gráfico 2.1.

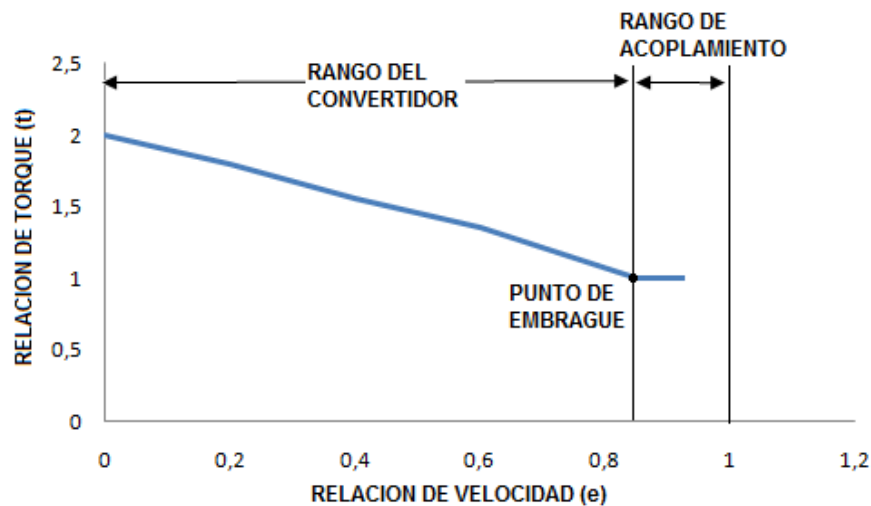


Gráfico 2.1 Relación torque-velocidad.

Donde:

$$\text{Relación de Torque } (t) = \frac{\text{Torque de salida de la Turbina}}{\text{Torque de entrada de la Bomba}} \quad \text{Ec. 2.1}^{20}$$

$$\text{Relación de Velocidad } (e) = \frac{\text{rpm de la Turbina}}{\text{rpm de la Bomba}} \quad \text{Ec. 2.2.}$$

¹⁹ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

²⁰ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

j.2. EFICIENCIA DE TRANSMISIÓN

La eficiencia de transmisión generada por el convertidor, representa como la energía entregada al impulsor de la bomba, es transmitida al rodete de la turbina. Se hace referencia a la energía de salida del motor y es proporcional a las rpm del motor y a su torque. Gráfico 2.2.

$$Potencia = K \cdot T \cdot rpm \quad \text{Ec. 2.3.}$$

Donde:

K = Coeficiente

T = Torque

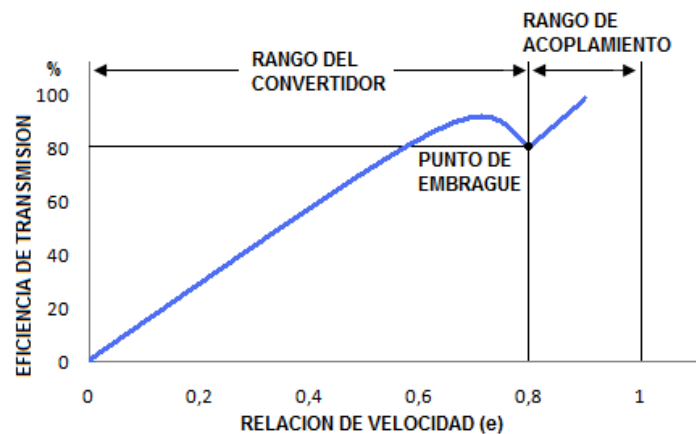


Gráfico 2.2 Relación eficiencia-velocidad.

$$Eficiencia\ de\ Transmisión\ (n) = \frac{Potencia\ de\ salida\ de\ la\ Turbina}{Potencia\ de\ entrada\ de\ la\ Bomba} \cdot 100\% \quad \text{Ec. 2.4.}$$

$$Eficiencia\ de\ Transmisión\ (n) = \frac{Torque\ de\ salida\ de\ la\ Turbina}{Torque\ de\ entrada\ de\ la\ Bomba} \cdot Relación\ de\ velocidad\ (e) \cdot 100\% \quad \text{Ec. 2.5.}$$

$$Relación\ de\ Velocidad\ (e) = \frac{rpm\ de\ la\ Turbina}{rpm\ de\ la\ Bomba} \quad \text{Ec. 2.6.}$$

k. OPERACIÓN DEL CONVERTIDOR DEL TORSIÓN

Para hablar sobre cómo opera el convertidor de torsión, se debe tener en cuenta los modos básicos de operación durante el manejo del vehículo equipado con una caja de transmisión automática. Los distintos modos de operar que tiene la caja automática, se describen a continuación.

k.1. VEHÍCULO CON MOTOR EN RALENTÍ

Cuando el vehículo permanece detenido con el motor en ralentí, el torque generado por el convertidor es mínimo. Al aplicarse el freno de pedal o de estacionamiento, la carga generada por la turbina será grande, puesto que esta no está girando. A pesar de que el vehículo está detenido, la velocidad de la turbina en relación con la velocidad de la bomba es 0; mientras la relación de torque está en el punto máximo. Por lo tanto, la turbina siempre está a punto de girar con un par superior al que produce el motor²¹. Figura 2.25.

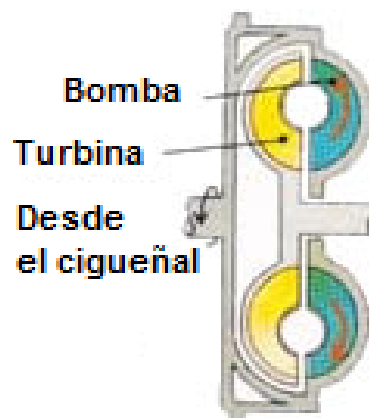


Figura 2.25 Convertidor de torsión con el motor en ralentí.

²¹ <http://www.mecanicavirtual.org/caja-cambios3.htm>

k.2. VEHÍCULO EN MOVIMIENTO

Al liberar los frenos, cuando el vehículo comienza a moverse, la turbina gira con el eje de entrada de la transmisión.

Cuando se presiona el pedal del acelerador, la turbina gira con un torque superior al generado por el motor con lo que el vehículo inicia el movimiento.

k.3. VEHÍCULO A BAJAS VELOCIDADES

Si el vehículo comienza a generar velocidad rotacional, es decir comienza a acelerar, la velocidad de la turbina se acerca rápidamente a la de la bomba. Por lo tanto la relación de torque se aproxima a 1. Cuando la velocidad de la turbina con respecto a la de la bomba alcanza el punto de embrague, el estator comienza a girar y se detiene la multiplicación de par, es decir que el convertidor funciona como un acoplamiento de fluido; entonces la velocidad del fluido aumenta casi en forma lineal a la velocidad del motor. Figura 2.26.

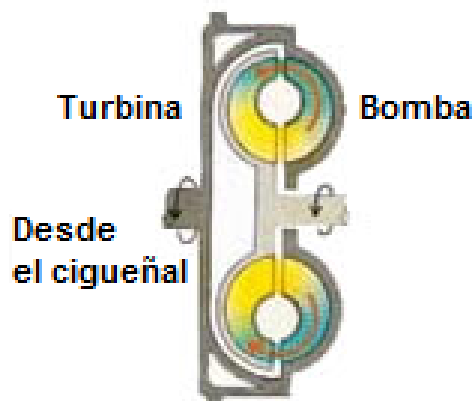


Figura 2.26 Convertidor de torsión con el motor a bajas velocidades.

k.4. VEHÍCULO A VELOCIDADES MEDIAS Y ALTAS

El convertidor actúa como un acoplamiento de fluido nada más, el rodete de la turbina gira casi a la misma velocidad que el impulsor de la bomba. Figura 2.27.

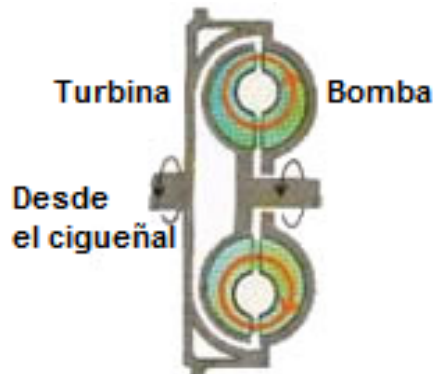


Figura 2. 27 Convertidor de torsión con el motor a medias y altas velocidades.

2.2.2. UNIDAD DE ENGRANAJES PLANETARIOS

Para transmisiones automáticas, Toyota utiliza generalmente una unidad de engranajes planetarios tipo Simpson. Esta es una unidad que está formada por dos trenes de engranajes planetarios simples que se encuentran distribuidos en el mismo eje. Estos dos trenes de engranajes son: el tren de engranajes planetarios delantero y el tren de engranajes planetarios trasero, estos dos trenes se conectan por un solo engranaje solar²². Figura 2.28.

Cuando se emplea esta disposición de engranajes, la transmisión automática es del tipo de tres velocidades y tiene tres engranajes de avance (cada velocidad representa una relación de transmisión o relación de engranajes) y un engranaje de retroceso. Junto con los frenos y

²² TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

embragues que controlan su giro, además de cojinetes y ejes para la conducción de fuerza toman el nombre de unidad de engranajes planetarios.

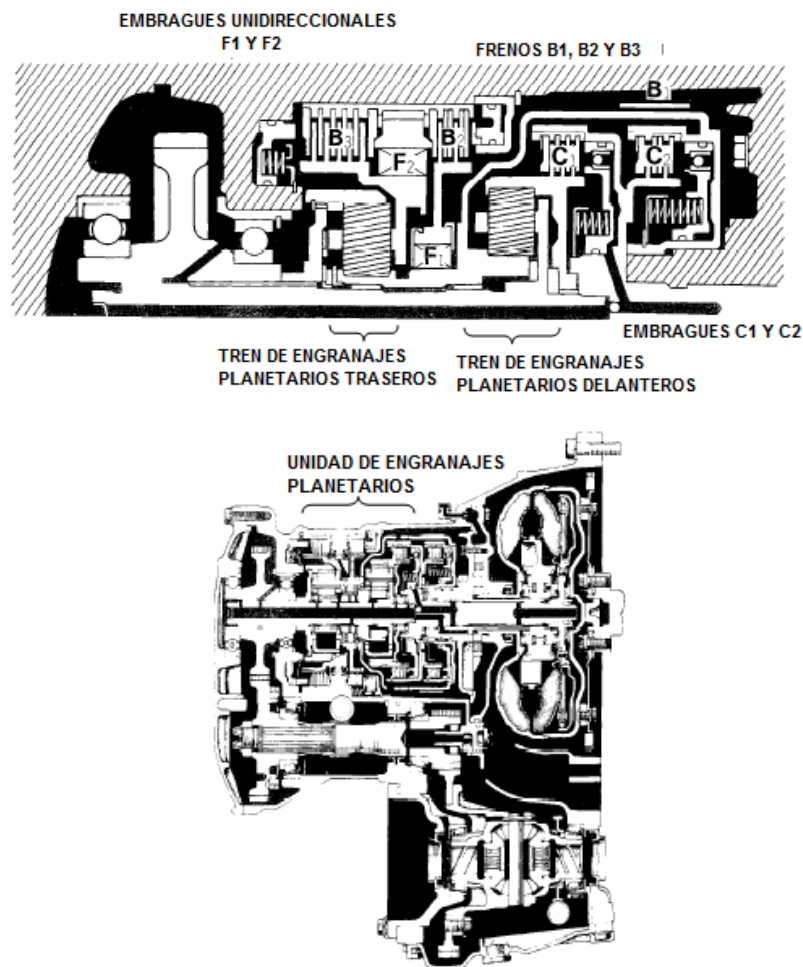


Figura 2.28 Unidad de engranajes planetarios.

a. EMBRAGUES C1 Y C2

El embrague C1 trabaja de forma intermitente para transmitir la potencia desde el convertidor de torsión hacia la corona delantera a través del eje de entrada. De forma alternativa se disponen discos y placas en relación a los estriados de la corona delantera y las placas estriadas con relación al embrague de avance. Figura 2.29.

El embrague C2 transmite la [potencia intermitentemente desde el eje de entrada al tambor del embrague directo (engranaje solar). Los discos están acoplado por medio de un estriado al cubo embrague directo y las placas están acopladas de igual forma, al tambor del embrague directo. El tambor del embrague directo engrana con el tambor de entrada del engranaje solar, y el tambor de entrada del engranaje solar esta acoplado en los engranajes solares delantero y trasero, de este modo las tres unidades giran juntas²³.

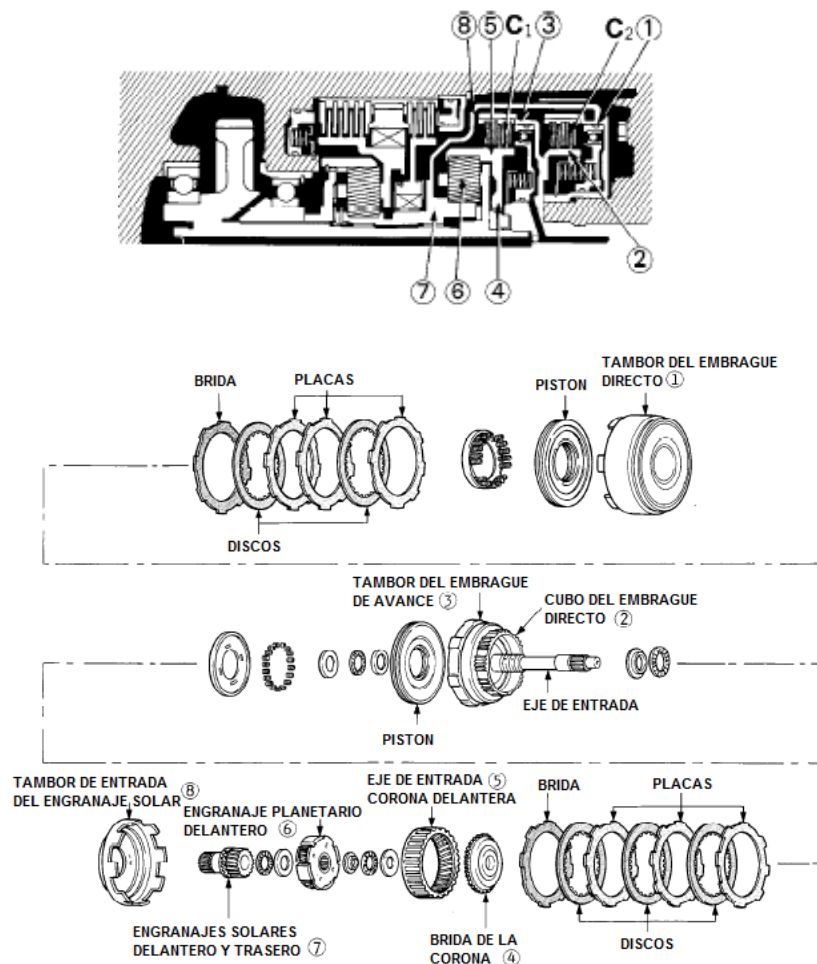


Figura 2.29 Embragues

²³ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

b. FRENOS B1, B2 Y B3

En la transmisión automática existen dos tipos de frenos, el tipo de banda que se usa en el freno B1 y el tipo de freno de discos múltiples húmedos que se utiliza en los frenos B2 y B3. Figura 2.30.

En algunos modelos de transmisiones automáticas, el tipo de frenos húmedos se emplea también para el freno B1.

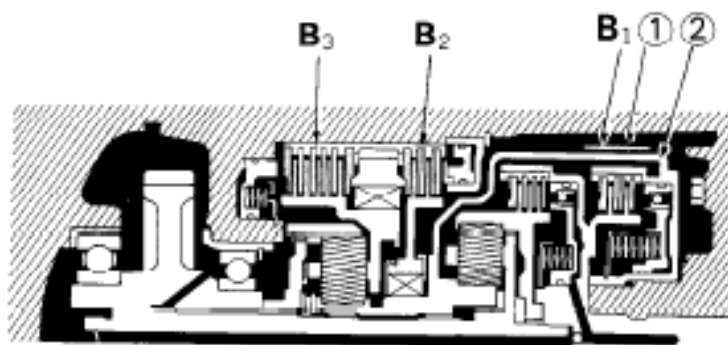


Figura 2.30 Frenos.

b.1. FRENO TIPO BANDA B1

Una banda de freno envuelve el exterior del tambor, una de los extremos de esta banda de freno está sujeta a la caja de la transmisión por un pasador, mientras que el otro extremo se conecta con el pistón del freno el mismo que es controlado por presión hidráulica. Figura 2.31. El pistón del freno recorre sobre la varilla comprimiendo el resorte interior de las varillas, tiene dos longitudes diferentes que sirven para habilitar la holgura entre la banda de freno y el tambor al ser ajustados²⁴.

²⁴ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

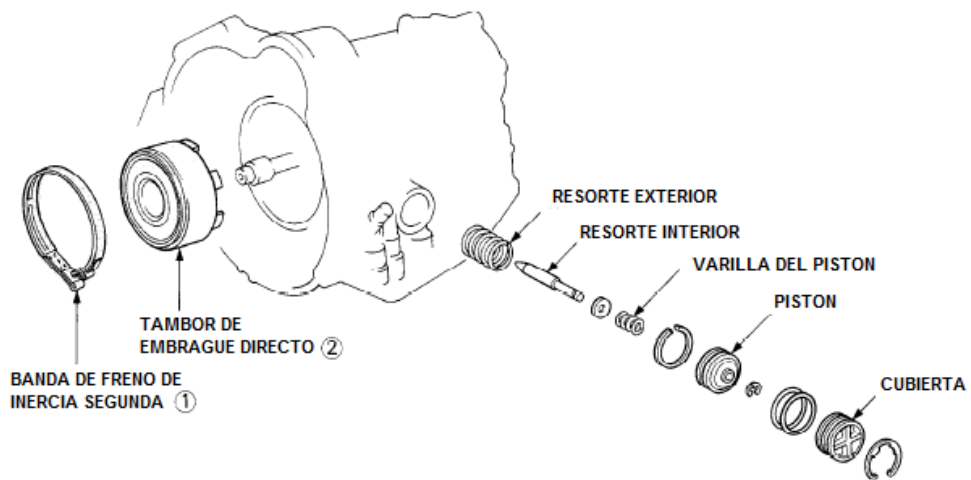


Figura 2.31 Frenos tipo banda.

b.2. FRENOS TIPO DISCOS MULTIPLES HUMEDOS B2 Y B3

El freno B2 opera a través del embrague unidireccional N° 1, esto para evitar que los engranajes solares delantero y trasero giren hacia la izquierda. Los discos están acoplados a la guía exterior del embrague unidireccional por medio de un estriado y las placas se encuentran fijas a la caja de la transmisión. La guía interior del embrague unidireccional (engranajes solares delantero y trasero) está diseñado de tal manera que, al girar a la izquierda se bloquea y giran libremente si giran a la derecha. Figura 2.32.

El freno B3 en cambio, es el encargado de evitar la rotación del portaplanetario trasero.

Los discos se engranan con el cubo del freno B3 del engranaje planetario trasero. El cubo del freno B2 y el portaplanetario trasero, forman una sola unidad por lo que giran juntos, las placas están sujetas a la caja de la transmisión.

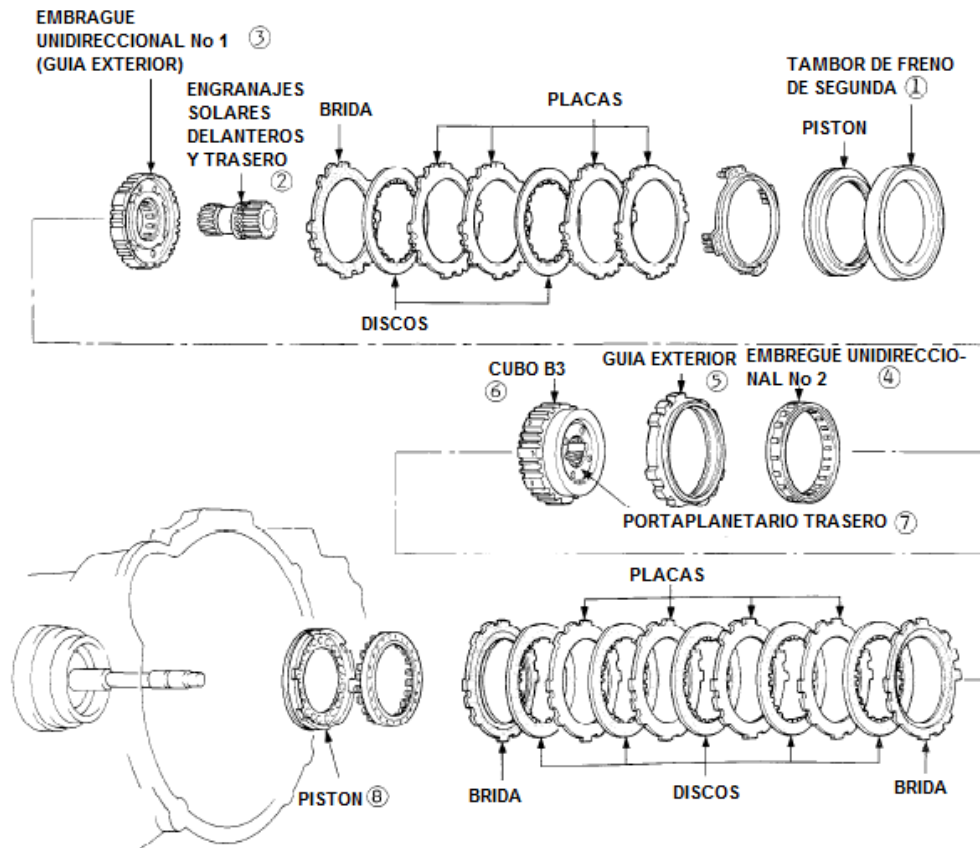


Figura 2.32 Frenos tipo discos múltiples.

c. EMBRAGUES UNIDIRECCIONALES F1 Y F2

El embrague unidireccional F1, funciona a través del freno B2, juntos impiden que los engranajes solares delantero y trasero roten hacia la izquierda. El embrague unidireccional F2, impide que en portaplanetario trasero gire a la izquierda. Figura 2.33.

El embrague unidireccional F2, está fijado a la caja por una guía exterior, está dispuesto de tal manera que se bloquea cuando la guía interior esté girando a la izquierda y por tanto gira libremente cuando el movimiento es a la derecha.

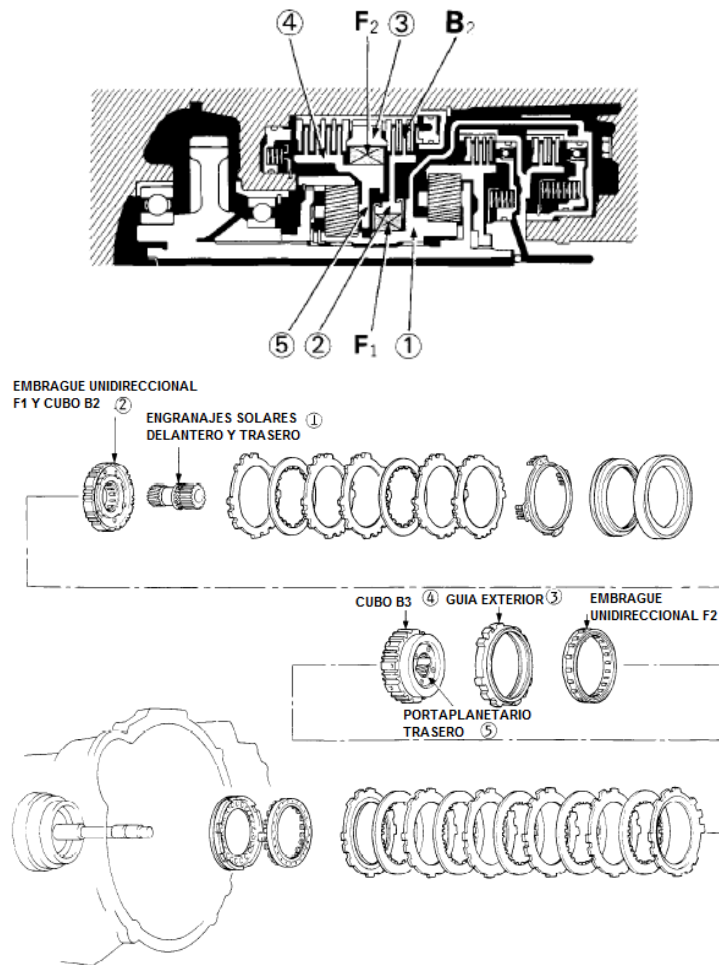


Figura 2.33 Embragues unidireccionales

2.2.3. ENGRANAJES PLANETARIOS DELANTERO Y TRASERO

Para determinar, las relaciones de engranajes para los tres engranajes de avance y el engranaje de retroceso, se emplean los dos engranajes planetarios (delantero y trasero). Figura 2.34.

Los piñones planetarios del engranaje planetario delantero, se encuentra instalado en los ejes de los piñones del portaplanetario delantero y el engranaje con la corona delantera y engranajes solares delantero y trasero²⁵.

²⁵ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

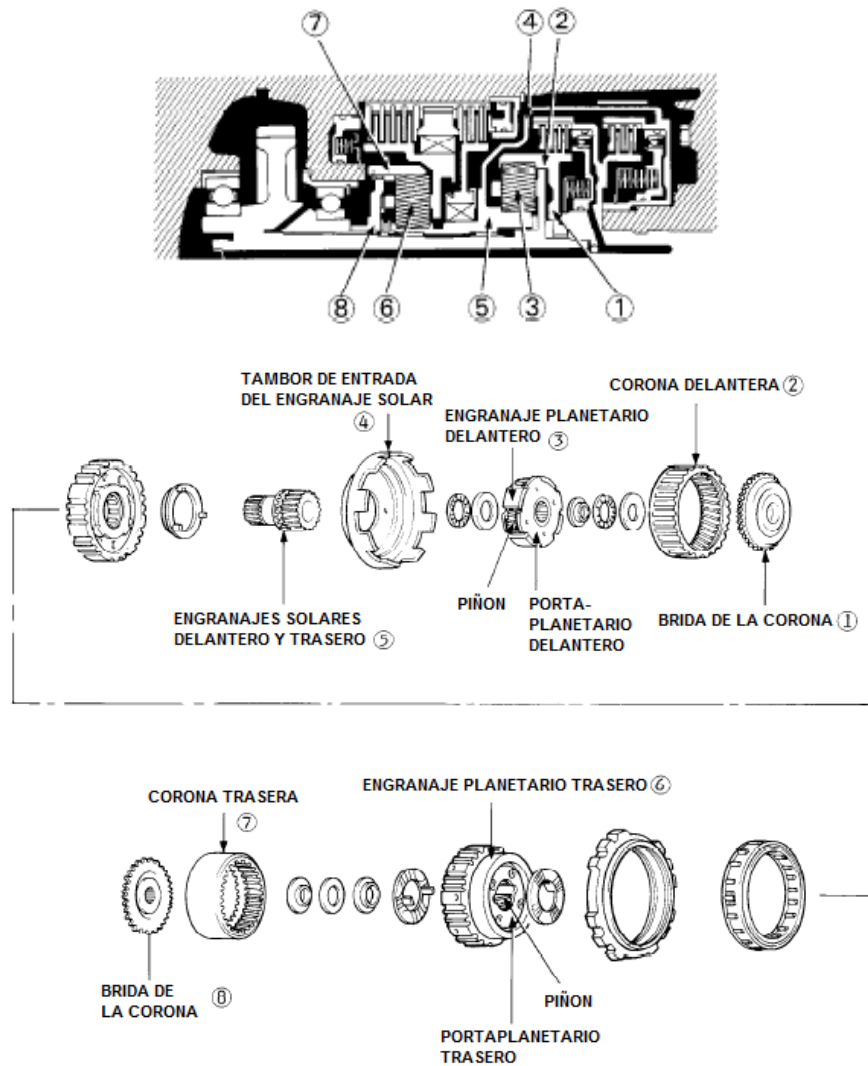


Figura 2.34 Engranajes planetarios delantero y trasero.

a. FUNCIONAMIENTO

Un tren de engranajes planetarios básico, está conformado por tres tipos de engranajes: la corona, un engranaje solar y piñones planetarios, además de un portaplanetarios donde están montados los ejes de los piñones planetarios. Figura 2.35.

Uno de estos elementos es bloqueado con los otros engranajes, actuando como eje de entrada y eje de salida, haciendo posible de esta forma la aceleración, la desaceleración y el giro a determinado sentido²⁶.

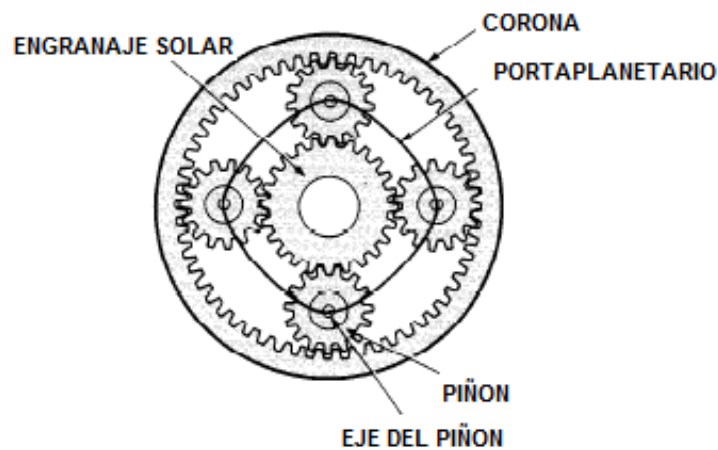


Figura 2.35 Engranajes planetarios.

a.1. ACELERACIÓN

Estado de los elementos de la unidad de engranajes planetarios:

Corona: impulsado.
Engranaje solar: fijo.
Portaplanetario: impulsor.

Cuando el portaplanetario gira hacia la derecha, los piñones planetarios giran alrededor del engranaje solar, a la derecha también. Esto causa una aceleración de la corona y del engranaje solar²⁷. Figura 2.36.

²⁶ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

²⁷ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

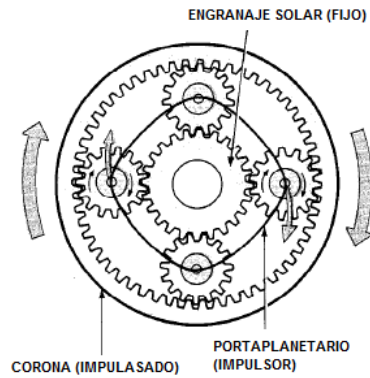


Figura 2.36 Engranajes planetarios en aceleración.

a.2. DESACELERACIÓN

Estado de los elementos de la unidad de engranajes planetarios:

Corona: impulsor.

Engranaje solar: fijo.

Portaplanetario: impulsado.

Con la corona girando a la derecha, los piñones planetarios rodean al engranaje solar rotando a la derecha. Debido al número de dientes de la corona y del engranaje solar, se produce la desaceleración del portaplanetario. Figura 2.37.

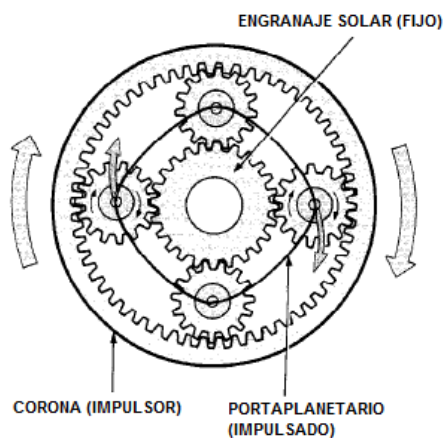


Figura 2.37 Engranajes planetarios en desaceleración.

a.3. RETROCESO

Estado de los elementos de la unidad de engranajes planetarios:

Corona: impulsado.

Engranaje solar: impulsor.

Portaplanetario: fijo.

Con el engranaje solar girando a la derecha, los piñones planetarios fijos al portaplanetarios y girando juntos hacia la izquierda, la corona gira entonces hacia la izquierda. Así se produce una desaceleración de la corona por causa del número de dientes del engranaje solar y de la corona²⁸. Figura 2.38.

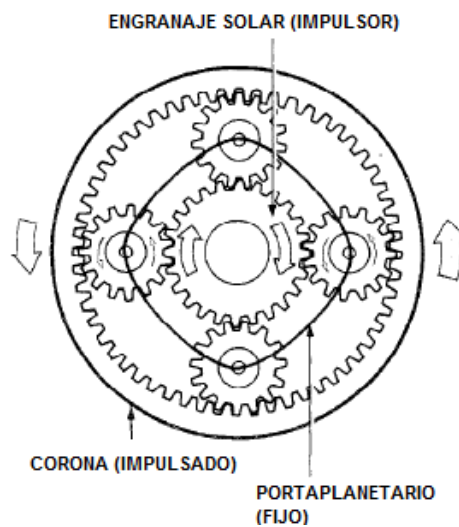


Figura 2.38 Engranajes planetarios en retroceso.

²⁸ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

b. VELOCIDAD Y SENTIDO DE GIRO

La velocidad y el sentido de giro en la unidad de engranajes planetarios, se produce por los diferentes estados de cada uno de sus elementos y se puede resumir con la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Combinación de velocidades y sentidos de giro.

FIJO	IMPULSOR	IMPULSADO	VELOCIDAD	GIRO
Corona	Solar	Portaplanetario	Reduce	Igual al impulsor
	Portaplanetario	Solar	Aumenta	
Solar	Corona	Portaplanetario	Reduce	Igual al impulsor
	Portaplanetario	Corona	Aumenta	
Portaplanetario	Solar	Corona	Reduce	Contrario al impulsor
	Corona	Solar	Aumenta	

c. RELACIONES DE ENGRANAJES

La relación de transmisión del tren de engranajes planetarios, se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Relación de Transmisión} = \frac{\text{Número de dientes de engrane impulsado}}{\text{Número de dientes de engrane impulsor}} \quad \text{Ec. 2.7}^{29}.$$

Debido a que los piñones planetarios operan como engranes neutros su número de dientes no se relaciona con la relación de transmisión del tren de engranajes.

²⁹ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

Por esto, la relación de transmisión del tren de engranajes se determina por el número de dientes del portaplanetario, corona y el engranaje solar. Puesto que el portaplanetario no es un engranaje y no tienen dientes, se le asigna un número imaginario de dientes; este número imaginario de dientes del portaplanetario (Z_C) se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Z_C = Z_R + Z_S \quad \text{Ec. 2.8.}$$

Donde:

Z_C = Número de dientes del portaplanetario.

Z_R = Número de dientes de la corona.

Z_S = Número de dientes del engranaje solar.

EJEMPLO: si tenemos una corona con un número de dientes $Z_R = 56$ y un número de dientes del engranaje solar $Z_S = 24$. Cuando el engranaje solar se encuentra fijo, la corona operando como el elemento impulsor, la relación de transmisión de engranajes se calcula así:

$$\text{Relación de Transmisión} = \frac{\text{Número de dientes de engrane impulsado}}{\text{Número de dientes de engrane impulsor}}$$

$$\text{Relación de Transmisión} = \frac{Z_C}{Z_R}$$

$$\text{Relación de Transmisión} = \frac{Z_C + Z_S}{Z_R}$$

$$\text{Relación de Transmisión} = \frac{56 + 24}{56} = \frac{80}{56}$$

$$\text{Relación de Transmisión} = 1,429$$

2.2.4 UNIDAD DE ENGRANAJES PARA TRES VELOCIDADES

Para comenzar a tratar sobre la caja de tres velocidades, estableceremos la función de cada uno de los elementos y su designación en la tabla 2.2 y su ubicación en la figura 2.39.

Tabla 2.2 Función de los elementos de la unidad de engranajes.

Designación	Función
Embrague de Avance C1	Conecta el eje de entrada con la corona delantera.
Embrague Directo C2	Conecta el eje de entrada y los engranajes solares delantero y trasero.
Freno de Inercia de Segunda B1	Bloque los engranajes solares delantero y trasero, evitando el giro en ambos sentidos.
Freno de Segunda B2	Bloquea los engranajes solares delantero y trasero, evitando que giren a la izquierda, al mismo tiempo que están operando.
Freno de Primera y Retroceso B3	Bloque el portaplanetario trasero, evitando el giro en ambos sentidos.
Embrague Unidireccional F1	Cuando B2 está operando, bloquea los engranajes solares delantero y trasero, evitando el giro hacia la izquierda.
Embrague unidireccional F2	Bloque el portaplanetario trasero, evitando el giro hacia la izquierda.

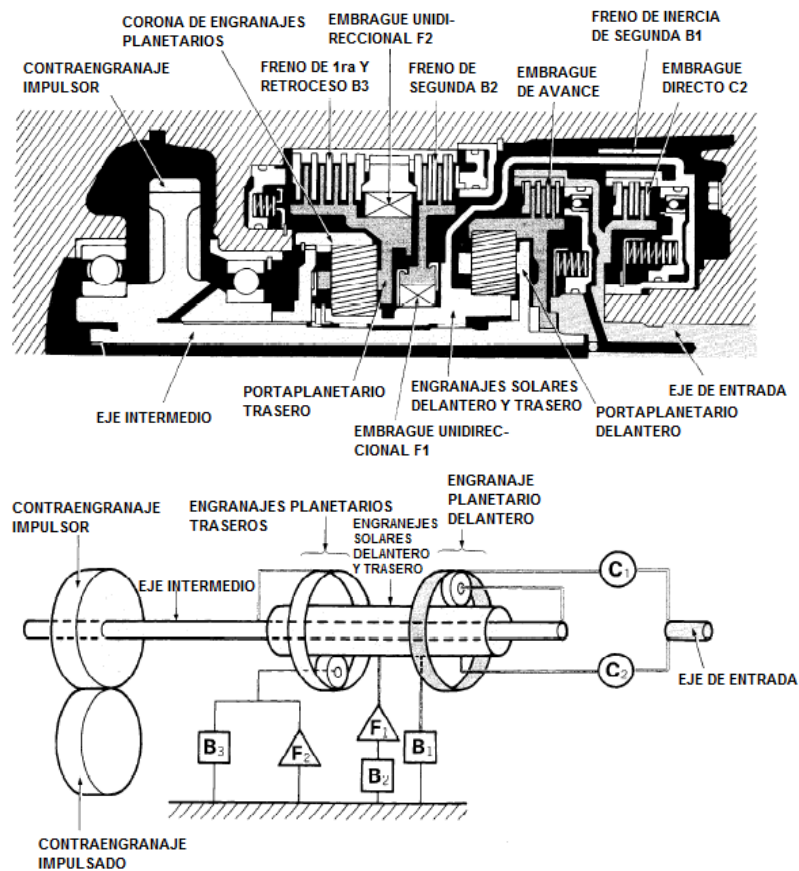


Figura 2.39 Ubicación de los componentes de la unidad de engranajes.

a. RANGO “D” O “2” (ENGRANAJE DE PRIMERA)

El embrague de avance C1 que conecta el eje de entrada con la corona delantera, trabaja directamente en el engranaje de primera. La rotación del eje de entrada es transmitida a la corona planetaria delantera, produciendo que los planetarios giren hacia la derecha alrededor del engranaje solar delantero mientras juntos giran hacia la derecha. Esto hace que los engranajes solares delantero y trasero giren hacia la izquierda, de modo que los piñones planetarios traseros giren hacia la derecha y causan que giren hacia la izquierda rodeando el engranajes solar trasero³⁰. Figura 2.40.

³⁰ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

No obstante, el portaplanetario trasero, es bloqueado para que no gire hacia la izquierda por el embrague unidireccional F2 de modo que los piñones planetarios traseros giren hacia la derecha, causando que la corona trasera gire también a la derecha.

De forma simultánea, debido a que los piñones planetarios están girando a la derecha el portaplanetario delantero, giran también a la derecha. Ya que la corona planetaria trasera y el portaplanetario delantero están contraídos al eje intermedio, el eje intermedio gira a la derecha.

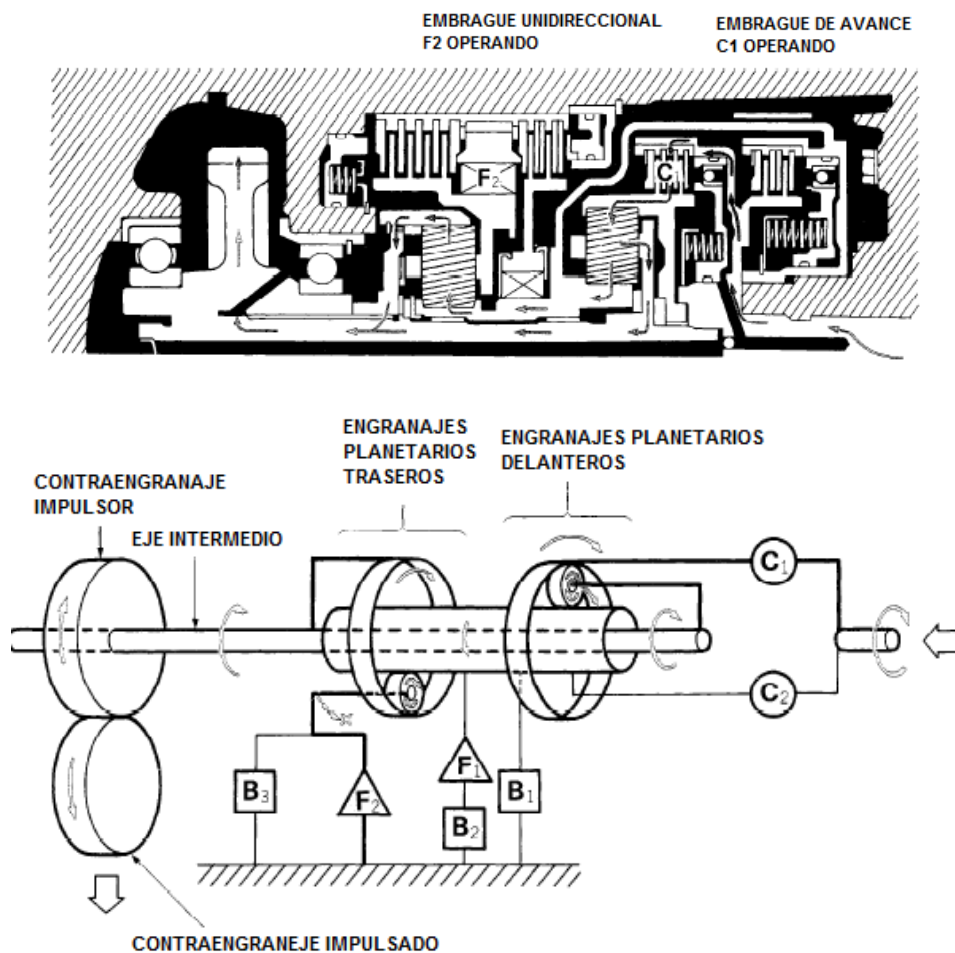


Figura 2.40 Transmisión en rango “D” o “2”. Engranaje de primera.

b. RANGO “D” (ENGRANAJE DE SEGUNDA)

C1 opera también con el engranaje de segunda. El giro del eje de entrada, es transmitido a la corona delantera, la cual hace girar a los piñones planetarios delanteros hacia la derecha produciendo que roten alrededor del engranaje solar delantero. Estos hacen girar al portaplanetarios delantero hacia la derecha, al mismo tiempo que los piñones planetarios intentan hacer girar a los engranajes solares delanteros y traseros hacia la izquierda³¹. Figura 2.41.

Debido a que los engranajes solares delanteros y traseros están evitando el giro hacia la izquierda mediante B2 y f1, los engranajes planetarios delanteros giran a una velocidad superior alrededor de los engranajes solares. Este hecho incrementa la velocidad, que se transmite al eje impulsor mediante el portaplanetario y el eje intermedio.

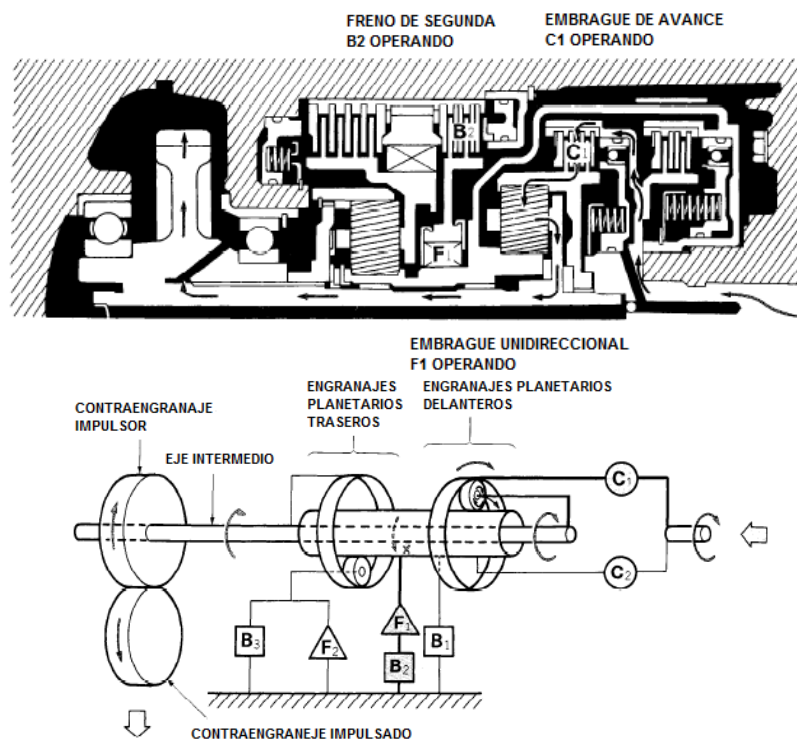


Figura 2.41 Transmisión en rango “D”. Engranaje de segunda.

³¹ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

c. RANGO “D” (ENGRANAJE DE TERCERA)

C1 y C2 operan en el engranaje de tercera. El giro del eje de entrada transmite a la corona directamente por C1 y hacia los engranajes solares delanteros y traseros por C2 respectivamente³². Figura 2.42.

De esta manera la corona delantera y los engranajes solares delantero y trasero, giran en la misma dirección y a la misma velocidad. Entonces los piñones planetarios son bloqueados y los engranajes planetarios giran conjuntamente con el eje de entrada. Como en los engranajes de primera y segunda, la rotación del portaplanetario delantero es transmitido al contraengranaje impulsor. B2 opera en este momento, pero ya que F1 está operando, los engranajes solares delantero y trasero continúan rotando a la derecha.

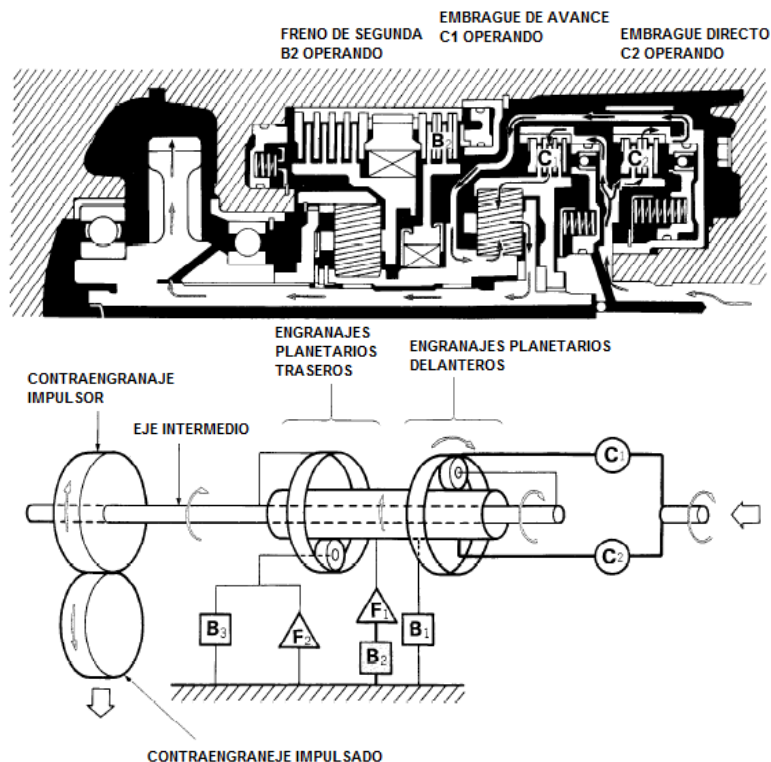


Figura 2.42 Transmisión en rango “D”. Engranaje de tercera.

³² TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

d. RANGO “2” (ENGRANAJE DE SEGUNDA) FRENADO CON EL MOTOR

Si el vehículo es desacelerado en el engranaje de segunda, con el selector de cambios en “2”, B1 está operando, además el resto de mecanismos que funcionan cuando el vehículo marcha en el engranaje de segunda con el selector en “D” (C1, F1 y B2). Figura 2.43. Esto produce el frenado del motor. La transmisión de potencia, cuando la transmisión está impulsando a las ruedas con el selector en “2” es la misma que cuando el selector está en “D”.

Sin embargo, cuando la transmisión está impulsada por las ruedas (frenado con el motor) la entrada desde el contraengranaje impulsor es transmitido desde el eje intermedio hasta el portaplanetario delantero, causando que los piñones planetarios giren a la derecha alrededor de los engranajes solares delanteros y traseros.

Los piñones planetarios, por tanto tratan de girar a la izquierda mientras los engranajes solares delantero y trasero intentan girar a la derecha, pero debido a que los engranajes solares son bloqueados para girar por B1, los piñones planetarios delanteros giran a la derecha, causando que la corona delantera también gire a la derecha.

La fuerza rotacional es transmitida al eje de entrada, causando el frenado con el motor³³.

³³ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

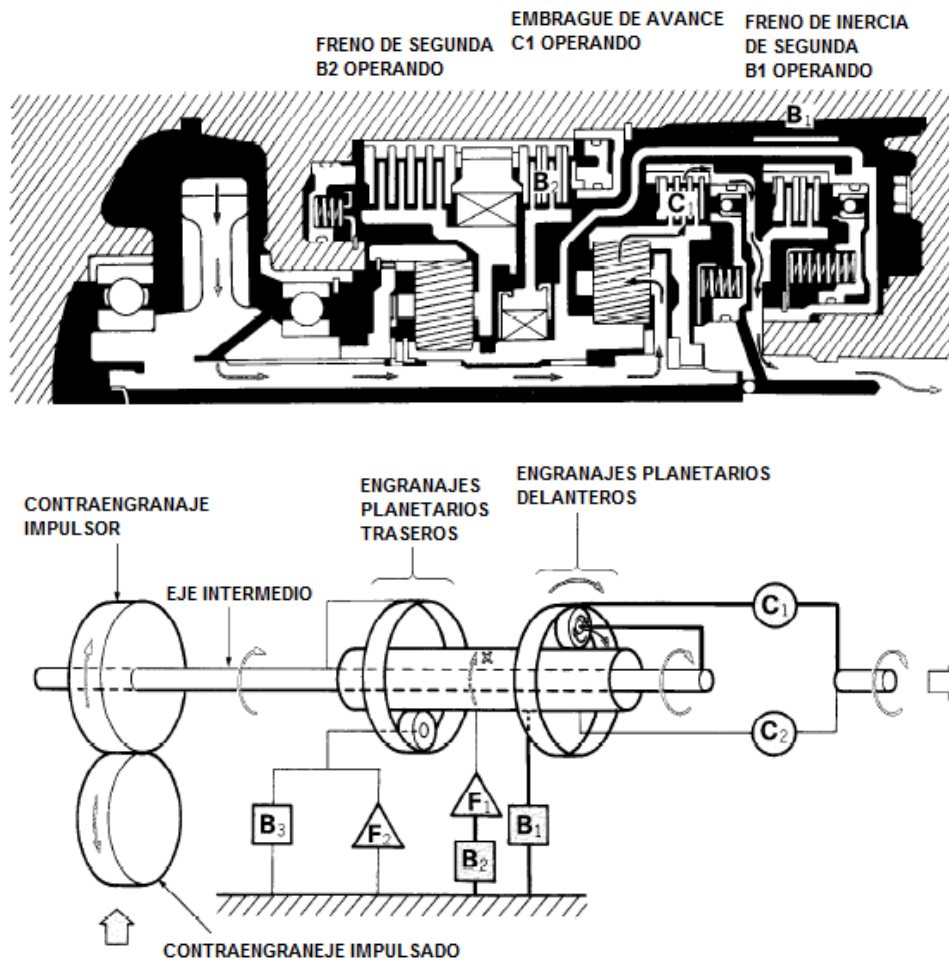


Figura 2.43 Transmisión en rango “2”. Engranaje de segunda.

e. RANGO “L” (ENGRANAJE DE PRIMERA) FRENADO CON EL MOTOR

Con el vehículo marchando en la posición “L” del selector de cambios, B3 de primera y retroceso están operando, además del resto de elementos que actúan cuando el vehículo marcha en el engranaje de primera con el selector de cambios en las posiciones “D” y “2” (C1 y F2), causando frenado con el motor.

La transmisión de potencia cuando la transmisión está impulsando directamente a las ruedas con el selector de cambios en “L” es lo mismo que cuando el selector está en “D” o “2”³⁴. Figura 2.44.

Sin embargo, cuando es la transmisión la que está siendo impulsada por las ruedas, la rotación del contraengranaje impulsor se transmite desde el eje intermedio a la corona, produciendo que los piñones planetarios traseros intenten girar a la derecha, alrededor de los engranajes solares delantero y trasero. Sin embargo B3 de la reversa impide que el portaplanetario trasero gire, los piñones planetarios traseros giran hacia la derecha mientras que los engranajes solares delantero y trasero giran a la izquierda.

El resultado es que los piñones planetarios delanteros giran a la derecha alrededor de los engranajes solares delantero y trasero mientras están girando a la izquierda alrededor de su propio eje, así transmite el giro hacia la derecha a la corona delantera y al eje de entrada.

En ese momento, la rotación del contraengranaje produce que el portaplanetario delantero gire hacia la derecha, la corona y el eje hacia la derecha al igual que los piñones planetarios delanteros. Esto causa el frenado del motor, en el engranaje de primera con el selector de cambios en “L”.

³⁴ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

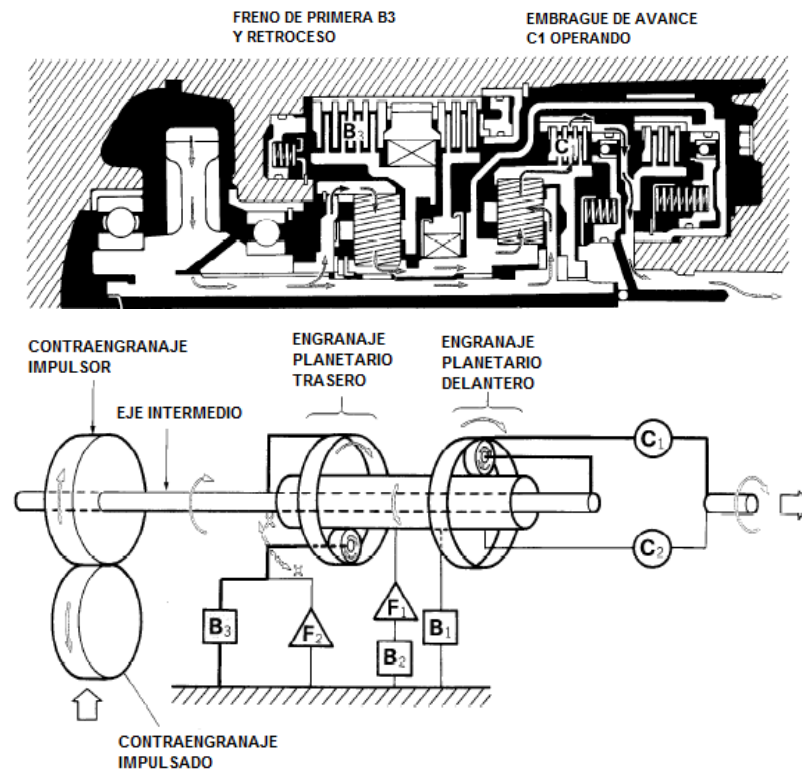


Figura 2. 44 Transmisión en rango “L”. Engranaje de primera.

f. RANGO “R”

Debido a que C2 funciona al momento en que el vehículo está marchando hacia atrás, la rotación hacia la derecha del eje de entrada es transmitida directamente en los engranajes solares delantero y trasero el cual por lo tanto gira a la derecha. Figura 2.45. Los piñones planetarios traseros, intentan girar a la derecha alrededor de los solares delantero y trasero mientras continúan rotando a la izquierda, pero el portaplanetario trasero es evitado de girar por B3 de primera y retroceso, los piñones planetarios traseros no pueden girar alrededor de los solares delantero y trasero y por esto giran hacia la izquierda produciendo que la corona gire también a la izquierda. Como resultado, el contraengranaje impulsor gira a la izquierda, impulsando a las ruedas en retroceso³⁵.

³⁵ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

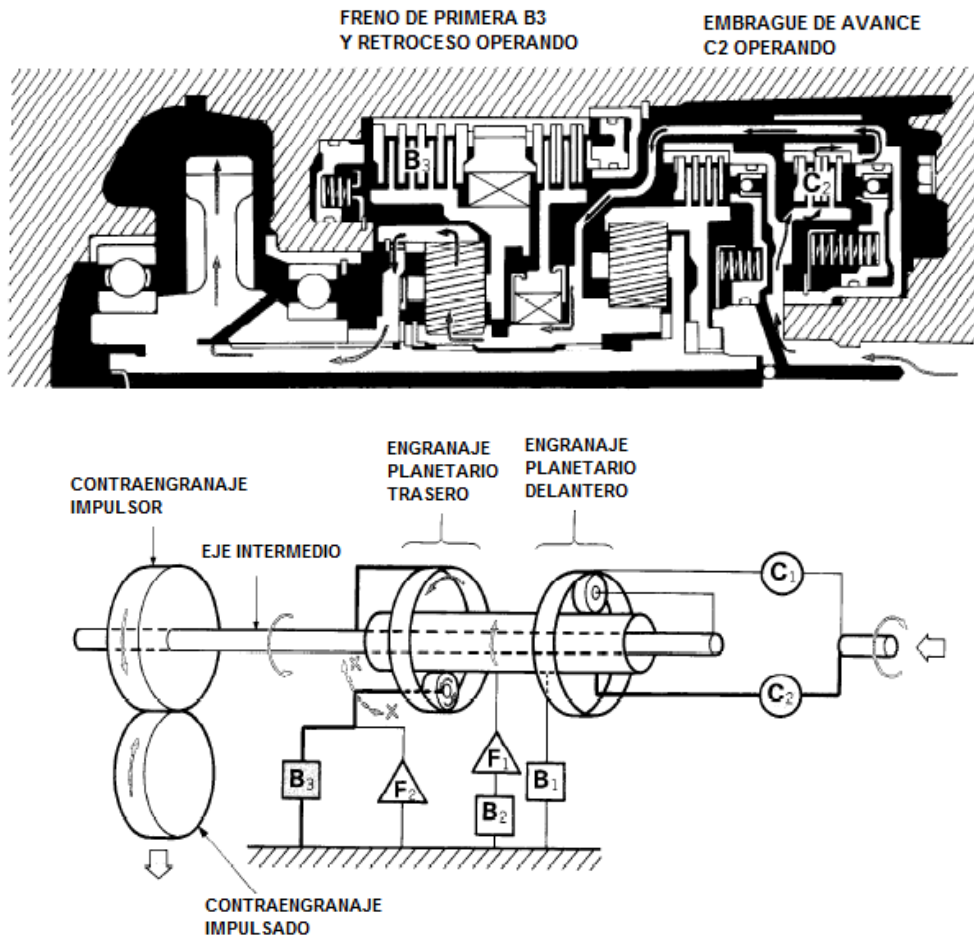


Figura 2.45 Transmisión en rango “R”.

g. RANGOS “P” Y “N”

Cuando el selector de cambios está en “P” o “N”, C1 y C2 no operan, de modo que no hay transmisión desde el eje de entrada hacia en contraengranaje impulsor. Figura 2.46.

Cuando el selector está en “P” el trinquete de bloqueo de estacionamiento se engrana con el contraengranaje impulsado el cual acopla al piñón impulsor evitando de esta manera el movimiento del vehículo³⁶.

³⁶ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

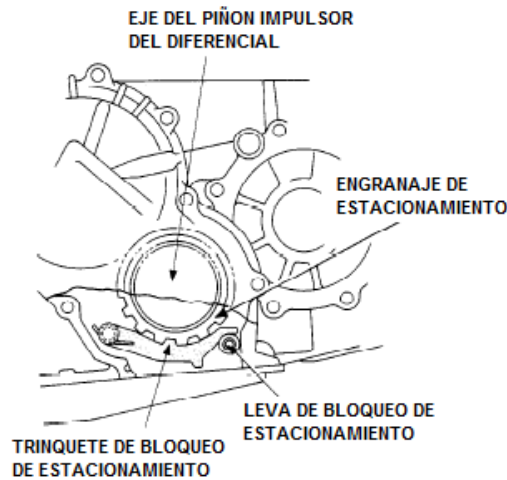


Figura 2.46 Transmisión en rangos “P” y “L”.

2.2.5 SISTEMA DE CONTROL HIDRÁULICO

El sistema de control hidráulico es el que se encarga de transformar la carga del motor (ángulo de abertura de la válvula de obturación) y la velocidad del vehículo en determinadas y diferentes presiones hidráulicas, las cuales ordenan la sincronización de cambios. Figura 2.47.

El elemento motor de este sistema es una bomba de aceite, la válvula del gobernador y el cuerpo de válvulas. Un engranaje en la bomba del convertidor de torsión impulsa a la bomba de aceite, esto hace que siempre esté girando a la velocidad del motor. La válvula del gobernador es impulsada por el piñón impulsor y convierte la rotación del eje del piñón impulsor en señales de presión hidráulica las cuales se transfieren al cuerpo de válvulas. El cuerpo de válvulas es todo un laberinto de conductos y pasajes que transportan la presión del fluido. Existen válvulas construidas en estos pasajes para abrirlos y cerrarlos, evitando y cortando las señales de cambio hidráulico y así dirigirlos a la unidad de engranajes planetarios³⁷.

³⁷ TOYOTA C.O.: “Transeje Y Transmisión Automática”. Vol. 9.

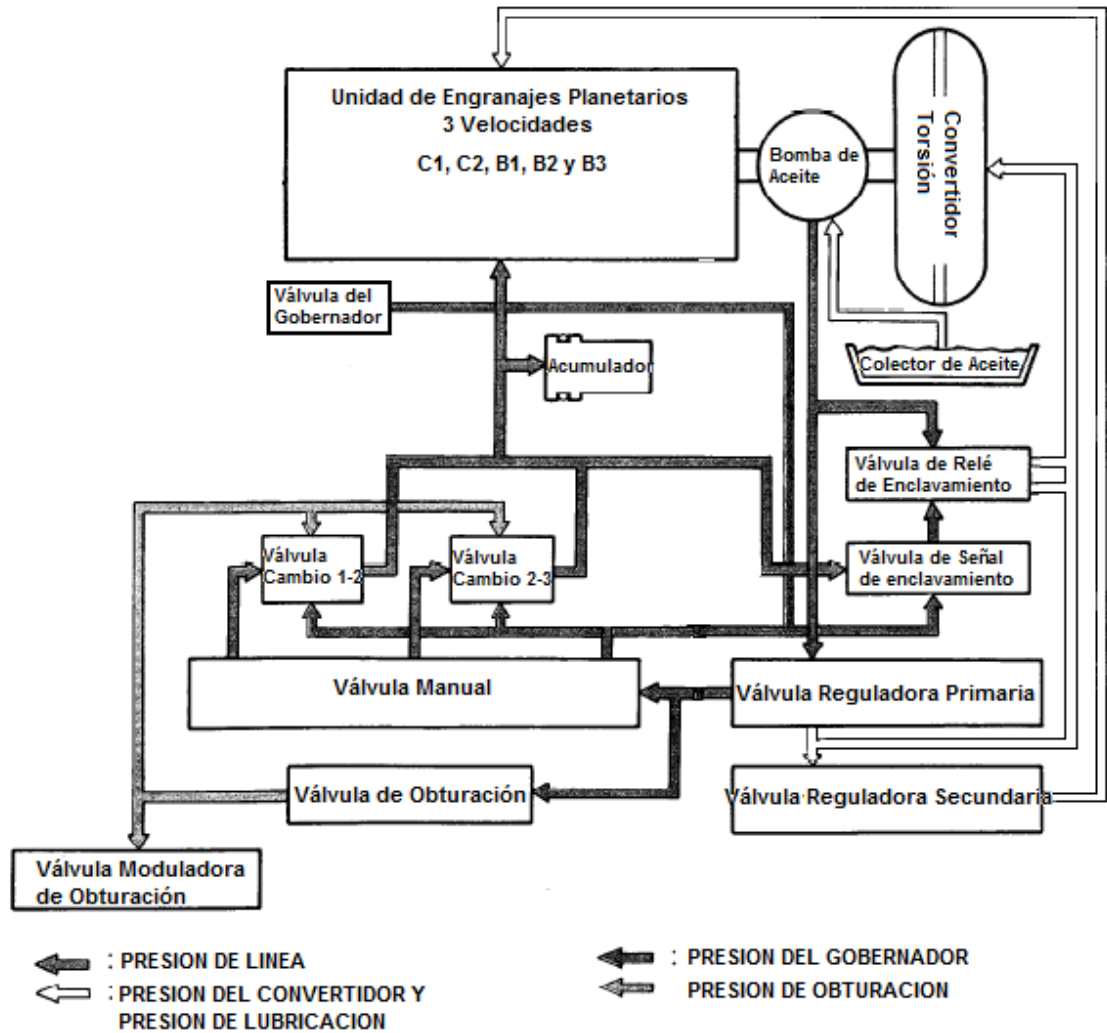


Figura 2.47 Circuito de control hidráulico.

a. FUNCIONES DE LAS VÁLVULAS PRINCIPALES

La función de las válvulas que actúan en el sistema de control hidráulico se resume en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Función de las válvulas principales.

VALVULA	FUNCION
Válvula Reguladora Primaria	Regula la presión hidráulica generada por la bomba de aceite, creando la presión de línea, siendo la base para las diferentes presiones: presión del gobernador, presión de lubricación y presión de obturación.
Válvula Reguladora Secundaria	Crea la presión del convertidor y la presión de lubricación.
Válvula Manual	Es accionada por la palanca selectora de cambio; abre los pasajes de aceite a las válvulas correspondientes para cada engranaje.
Válvula de Obturación	Crea la presión hidráulica, la cual es proporcional al ángulo de apertura del pedal de aceleración.
Válvula Moduladora de Obturación	Regula la presión de obturación, esta válvula reduce la presión de línea generada por la válvula reguladora primaria.
Válvula del Gobernador	Crea la presión hidráulica proporcional a la velocidad del vehículo.
Válvula de Reducción	Si la presión del gobernador llega a ser mayor que la presión de obturación, esta válvula regula la presión de obturación generada por la válvula de obturación.
Válvula de Cambios (1-2, 2-3)	Selecciona los pasajes 1-2 y 2-3, por la presión de línea que actúa sobre una unidad de engranajes planetarios.
Válvula de Señal de Enclavamiento	Determina la sincronización de conexión y desconexión del embrague de enclavamiento.
Acumuladores	Reduce las sacudidas generadas cuando operan los pistones C1, C2 y B2.

b. TIPOS DE PRESIONES GENERADAS

Para comprender la función que realizan las diferentes presiones hidráulicas dentro del sistema se explican en la tabla 2.4.

Tabla 2. 4 Tipos de presiones en la transmisión automática³⁸.

TIPO DE PRESIÓN	FUNCIÓN
Presión de Línea	Es regulada por la válvula reguladora primaria, esta es la presión básica y más importante usada en la transmisión automática; se usa para operar todos los embragues y frenos, además es la fuente de las diferentes presiones utilizadas en el sistema.
Presión del Convertidor y Presión de Lubricación	Esta presión se genera en la válvula reguladora secundaria, se usa para suministrar fluido al convertidor, para la lubricación de los elementos móviles de la caja y para hacer que el aceite circule por el enfriador.
Presión de Obturación	La presión de obturación, corresponde al aumento o disminución proporcional al presionar el pedal del acelerador. La presión del gobernador corresponde a la velocidad del vehículo.
Presión del Gobernador	El equilibrio entre estas dos presiones es un factor determinado por los puntos de cambio.

³⁸ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

c. BOMBA DE ACEITE

Esta bomba está diseñada para proporcionar presión hidráulica al convertidor de torsión, lubricar la unidad de engranajes planetarios y suministrar presiones al sistema de control hidráulico. La bomba es impulsada constantemente por el motor mediante el impulsor de la bomba del convertidor de torsión. Figura 2.48.

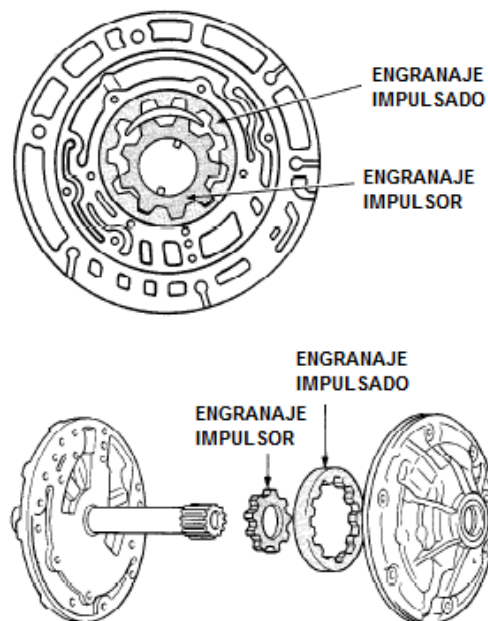


Figura 2.48 Bomba de aceite de la transmisión automática.

d. CUERPO DE VÁLVULAS

El cuerpo de válvulas puede subdividirse en cuerpo de válvulas superior, un cuerpo de válvulas inferior y un cuerpo de válvulas manual. Las válvulas contenidas en dichos cuerpos controlan la presión del fluido e interrumpen el flujo de un pasaje a otro³⁹. Figura 2.49.

³⁹ TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.

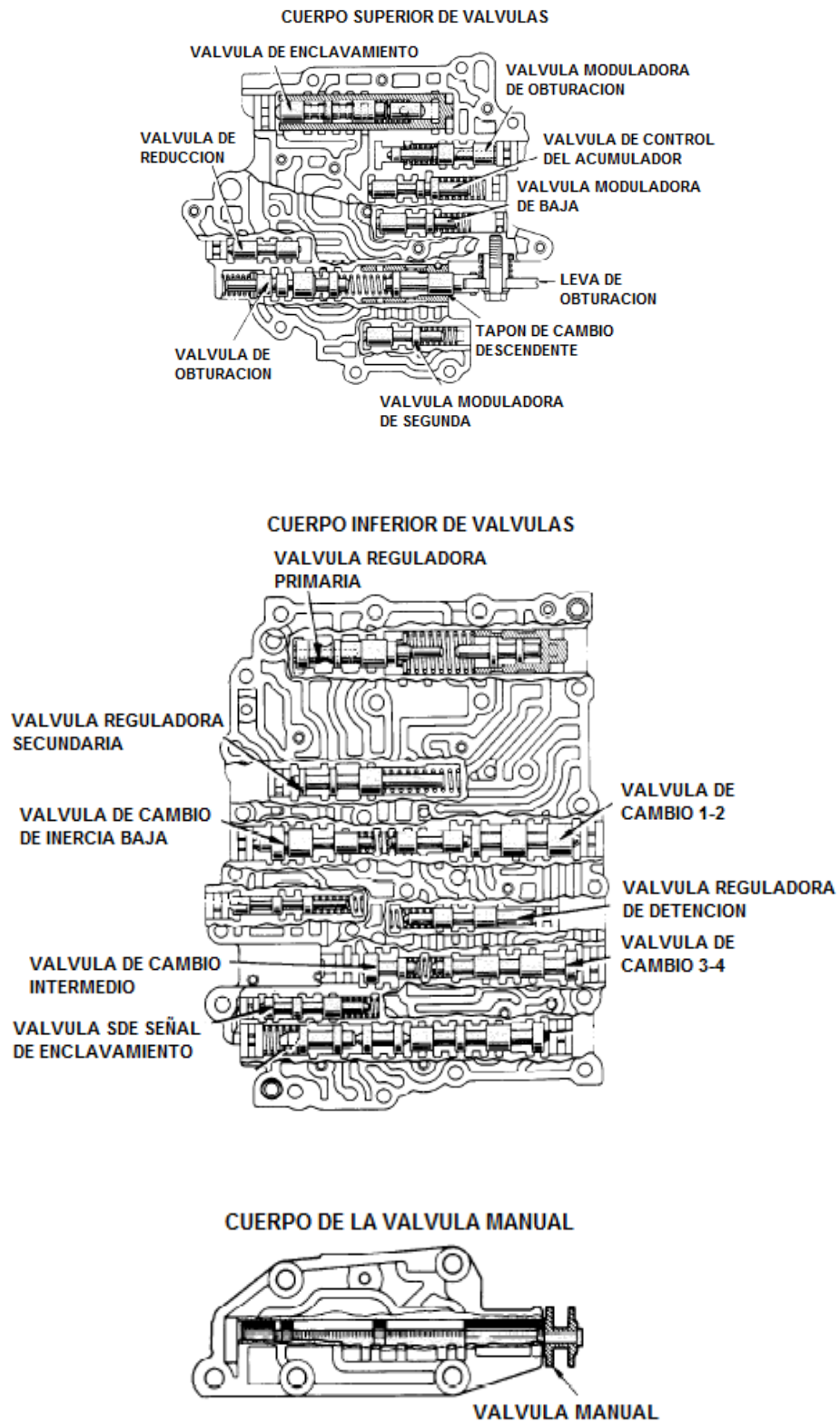


Figura 2.49 Cuerpo de válvulas.

2.3. VENTAJAS DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

La diferencia básica, y más importante, entre conducir un automóvil automático y otro manual, es que en el automático no utilizas el pedal de embrague, porque el cambio se efectúa de forma automática, como su nombre lo dice.

Para conducir un vehículo con transmisión automática sólo hay que poner la palanca de cambio en una de las velocidades señaladas, la más común es en D (Drive), pisar el acelerador y el freno. El paso de las velocidades en sentido ascendente o descendente son efectuadas por el sistema de forma automática, en alto total, se pisa el freno y posteriormente se vuelve a acelerar para continuar la marcha. En cuanto a la reversa, simplemente se coloca la palanca en R (Reverse) y se acelera.

Las transmisiones manuales tienen un set de engranajes para cada relación de giro entre la velocidad de giro del cigüeñal, y la de las ruedas motrices. Es por eso que se necesita más de una marcha para andar en un sentido. En cambio, las cajas automáticas los engranajes planetarios, permiten pasar de una relación de marcha a otra, sin tener que hacer uno el cambio.

Un mito existente sobre las cajas automáticas es el de que estas no tienen embrague. De hecho, tienen más de un embrague, que separan los distintos trenes de engranes planetarios. Lo que no tienen es un pedal de embrague, porque el proceso es automático.

La transmisión automática, es una tecnología que se asocia cada vez más con la seguridad en la conducción. Según han demostrado las distintas pruebas realizadas, el uso de cajas de cambio automáticas disminuye el estrés y aumenta la resistencia a la fatiga lo que refuerza la seguridad en

la conducción, alcanzándose reducciones de hasta un 10% en el número de accidentes.

En lo que a seguridad se refiere, los beneficios directos de la transmisión automática sobre la conducción se traducen en un incremento del rendimiento, un mayor control sobre el vehículo y una mayor facilidad y comodidad a la hora de conducir. Estas ventajas sobre la transmisión manual o semiautomática, permiten que el conductor pueda anticiparse en la toma de decisiones y en la ejecución de maniobras, algo de vital importancia para responder ante situaciones que comprometan la seguridad.

Por último, hay que mencionar las otras características de la transmisión automática que la convierten cada vez más en la opción de referencia para muchos sectores, como son un mínimo mantenimiento, alta productividad, bajo consumo y control total del vehículo son algunas de las ventajas que se suman el alto grado de seguridad que ofrece un vehículo equipado con cajas automáticas como ya se mencionó.

CAPITULO 3

DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO

El diseño de nuestro banco didáctico, consta de dos partes muy bien diferenciadas. La parte mecánica, en la cual se tratara todo lo referente a materiales y su resistencia. Y la parte de los componentes electrónicos, que son los encargados de mostrar los parámetros que varían y podemos estudiar dentro del conjunto de la transmisión automática. A continuación detallamos estos.

3.1 DISEÑO MECÁNICO DEL BANCO DIDÁCTICO.

Para diseño del banco se han tomó en cuenta algunos factores determinantes que no se podían pasar por alto.

El primero factor, es el peso aproximado de la caja de cambios automática y el motor, además de una serie de elementos necesarios que permitirán el funcionamiento correcto del banco, el peso es el determinante principal en la elección del material, se debía elegir un acero capaz de soportar las prestaciones requeridas, sin deformarse o presentar a su vez, excesivo peso.

De esto, el segundo factor a tomar en cuenta es el didáctico, pues el banco debe ser accesible, fácil de transportar, tener una visión clara y funcional de los elementos que conforman transmisión automática.

Por último, se debe ajustar el banco a las prestaciones que proporciona en conjunto caja-motor; pues estos no serán montados en el lugar para el que fueron diseñados originalmente, es decir debemos adaptarnos al conjunto.

3.1.1. ELECCIÓN DE LOS MATERIALES.

Por lo antes mencionado, el material elegido fue el acero ASTM A36, sus especificación se encuentran en la tabla 3.1 y 3.1⁴⁰; es un acero al carbono que presenta las características técnicas y propiedades requeridas, además de ser muy comúnmente utilizado en nuestro medio, por sus costos y fácil disponibilidad. Las piezas hechas a partir de acero A36 son fácilmente unidas mediante casi todos los procesos de soldadura. El más comúnmente usado para el A36 es el menos costoso y rápido: la soldadura por arco metálico protegido (SMAW, Shielded metal arc welding).

El acero A36 es también comúnmente atornillado y remachado en aplicaciones determinadas. Estos dos elementos importantes, el material y el tipo de soldadura, junto con procesos secundarios como el corte, limado, acabados, etc., harán que el banco preste todos los requerimientos, tanto didácticos como funcionales.

Tabla 3.1 Especificaciones del acero A36.

Grado de Acero	COMPOSICIÓN QUÍMICA (% en peso)										
	C Max.	Mn	P Max.	S Max.	Si Max.	Cu	Cb	V	Ni	Cr	N2
ASTM A-36	0.25	0.80-1.20	0.040	0.050	0.40
REQUERIMIENTOS FÍSICOS											
Límite de fluencia Min.		Resistencia a la Tensión				Elongación % Min.					
KSI	MPA	KSI	MPA	EN 8''	EN 2''						
36	250	58-80	400-550	20	21						

⁴⁰ http://www.tarsa.biz/pagina_nueva_27.htm

3.1.2. DISEÑO DE LOS COMPONENTES.

Para analizar los esfuerzos a los que está sometido en banco, hemos utilizado el programa de diseño Solid Works. Una herramienta muy útil la cual nos facilita comprender si el banco es capaz de prestar la resistencia adecuada para el conjunto de la caja automática y el motor. A continuación el estudio realizado en Solid Works en las tablas 3.2 hasta tabla 3.7 y el modelo final simulado en la figura 3.1.

Tabla 3.2 Propiedades del estudio.

Nombre de estudio	Estudio 2
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Fricción:	Desactivar
Ignorar distancia para contacto superficial	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Tabla 3.3 Unidades.

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Tabla 3.4 Propiedades de material.

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Mesa1-1	ASTM A36 Acero	9.82883 kg	0.00125208 m ³
2	Mesa1-1	ASTM A36 Acero	9.82883 kg	0.00125208 m ³
3	Part1-1	ASTM A36 Acero	2.74499 kg	0.00034968 m ³
4	Part1-1	ASTM A36 Acero	2.74499 kg	0.00034968 m ³

Tabla 3.5 Carga.

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza/Torsión-1 <Mesa1-1, Part1-1>	activar 4 Cara(s) aplicar fuerza normal 300 lb utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Tabla 3.6 Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.0157948	1334.64	-0.0357552	1334.64

Tabla 3.7 Resultados del estudio.

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	33470.3 N/m ² Nodo: 13628	(360.893 mm, 76.6645 mm, 31.6835 mm)	7.54534e+006 N/m ² Nodo: 6036	(390.915 mm, -434.674 mm, 326.585 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 m Nodo: 1	(-859.085 mm, -434.674 mm, -263.415 mm)	4.99065e-005 m Nodo: 6475	(-233.622 mm, -24.6742 mm, 328.207 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.64485e-007 Elemento: 2706	(326.428 mm, -329.939 mm, -280.345 mm)	1.80185e-005 Elemento: 5694	(-800.293 mm, 47.8587 mm, 330.536 mm)

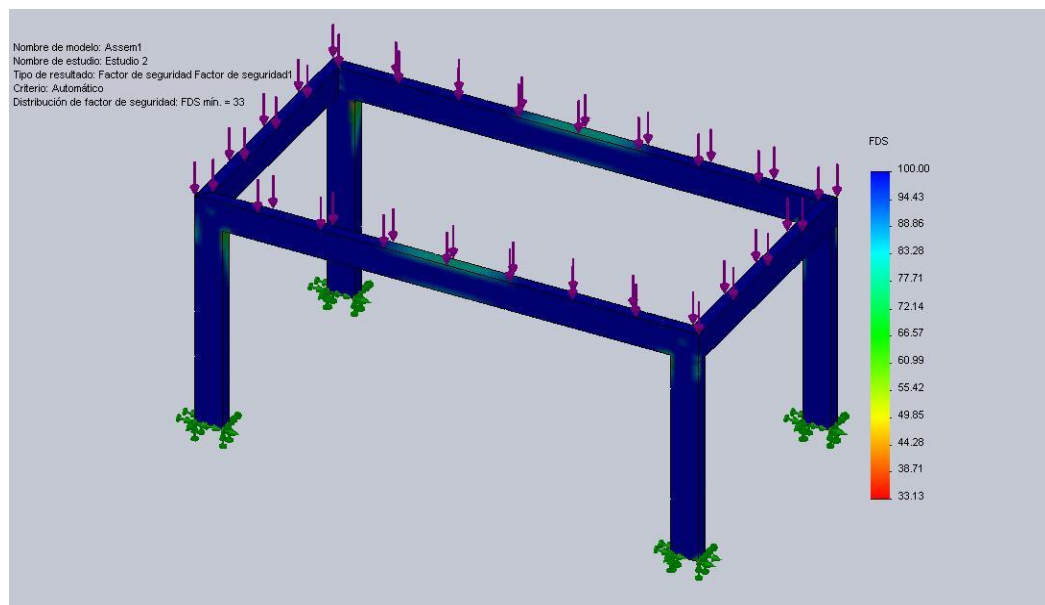


Figura 3.1 Diseño final del soporte del banco.

3.1.3. PROCESOS DE MANUFACTURA

En la construcción mecánica se han empleado procesos básicos de construcción, los cuales por ser sencillos dejan de ser importantes. Estos deben ser llevados a cabo con la precisión requerida, pues serán factores importantes en la maniobrabilidad que tenga el banco. Estos procesos se describen con breves detalles a continuación.

a. CORTE Y LIMADO.

El corte es una operación de arranque de viruta en la que se utiliza una sierra. Figura 3.2. Es importante realizar de forma correcta cada corte, pues así el resultado final, es decir el banco quedará recto y estable, puntos importantes que debemos tomar en cuenta pues este, deberá soportar esfuerzos propios del funcionamiento de la caja de cambios y del motor.

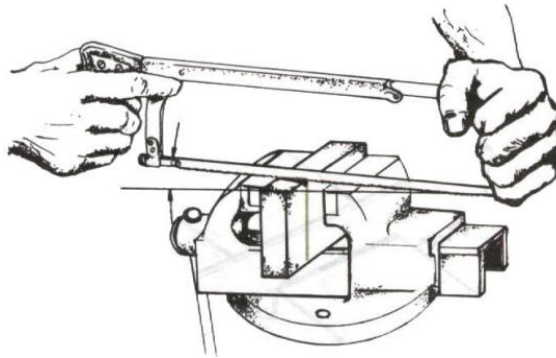


Figura 3.2 Corte con sierra de arco

La operación de limado tiene por objeto el rebajar, pulir o retocar piezas metálicas y arrancar, así, pequeñas porciones de material, en forma de virutas o limaduras. Figura 3.3. En nuestro caso particular, este procedimiento ayudará para que al banco, al final, tenga una buena apariencia y guarde estética.

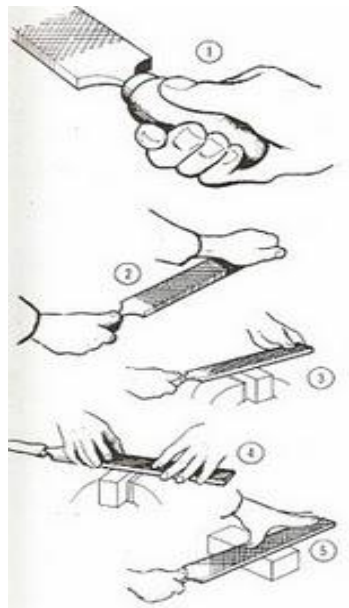


Figura 3.3 Limado a mano

b. SOLDADURA SMAW.

El sistema de soldadura eléctrica con electrodo recubierto SMAW, se caracteriza, por la creación y mantenimiento de un arco eléctrico entre una varilla metálica llamada electrodo (especificaciones en la Tabla 3.8), y la pieza a soldar. El electrodo recubierto está constituido por una varilla metálica a la que se le da el nombre de alma o núcleo, generalmente de forma cilíndrica, recubierta de un revestimiento de sustancias no metálicas, cuya composición química puede ser muy variada, según las características que se requieran en el uso. El revestimiento puede ser básico, rutilico y celulósico. Para realizar una soldadura por arco eléctrico se induce una diferencia de potencial entre el electrodo y la pieza a soldar, con lo cual se ioniza el aire entre ellos y pasa a ser conductor, de modo que se cierra el circuito. El calor del arco funde parcialmente el material de base y funde el material de aporte, el cual se deposita y crea el cordón de soldadura.

La soldadura por arco eléctrico es utilizada comúnmente debido a la facilidad de transportación y a la economía de dicho proceso Figura 3.4.

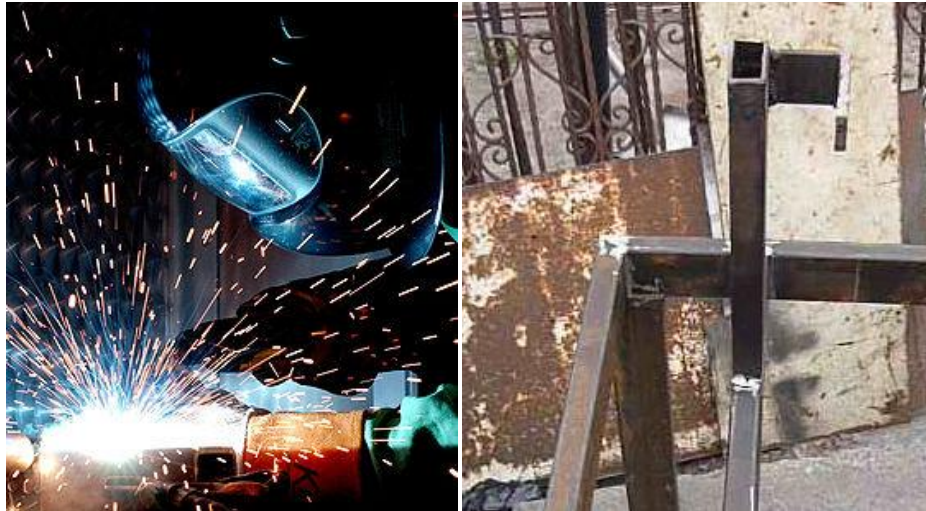


Figura 3.4 Proceso de soldadura.

Tabla 3.8 Propiedades del Electrodo 6011.

ANÁLISIS DEL MATERIAL DE APORTE Electrodo 6011		
C	Mn	Si
(%)	(%)	(%)
0.08-0.12	0.4-0.6	0.25

c. ACABADOS.

Para un buen acabado del banco, se utilizara pintura acrílica. La pintura acrílica es una clase de pintura que contiene un material plastificado, pintura de secado rápido, en la que los pigmentos están contenidos en una emulsión de un polímero acrílico. Aunque son solubles en agua, una vez secas son resistentes.

3.2. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL BANCO DIDÁCTICO.

Dentro del diseño electrónico, ha sido necesaria la construcción de algunas placas de circuitos impresos, cada una con su función determinada. La placa principal es la que lleva montada al Microcontrolador pic, el pic viene a ser en corazón del circuito pues es el encargado de interpretar y ayudarnos a visualizar las señales obtenidas desde la transmisión automática.

3.2.1. PLACA PRINCIPAL.

a. MICROCONTROLADOR PIC 16F873A

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, es decir: CPU, memorias RAM, EEPROM y circuitos de entrada y salida.

Un microcontrolador por sí solo no realiza tarea alguna, este debe ser programado para que realice, desde un simple parpadeo de un led, hasta una sofisticada automatización de una fábrica. Un microcontrolador es capaz de realizar la tarea de muchos circuitos lógicos, conversores, temporizadores, decodificadores, etc., simplificando así todo el diseño de una placa de reducido tamaño y pocos elementos.

El PIC16F873A forman una subfamilia de microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller) de gama media de 8 bits, fabricados por Microchip Technology Inc. Cuentan con memoria de programa de tipo EEPROM Flash mejorada, lo que permite programarlos fácilmente usando un dispositivo programador de PIC. Esta característica facilita sustancialmente el diseño de proyectos, minimizando el tiempo empleado en programar los microcontroladores. Las características de este pic

señaladas en las tablas 3.9.y 3.10, hacen que este sea muy útil en el procesamiento de señales; que es el principal requerimiento para el presente proyecto. La “A” indica que estos modelos cuentan con módulos de comparación analógicos. El hecho de que se clasifiquen como microcontroladores de 8 bits hace referencia a la longitud de los datos que manejan las instrucciones, y que se corresponde con el tamaño del bus de datos y el de los registros de la CPU⁴¹.

Tabla 3.9 Características del Pic.

Característica	Descripción
Frecuencia de operación	20 Mhz
Memoria FLASH de programa (palabra de 14 bits)	4k
Memoria de datos (bytes)	192
Memoria de datos EEPROM (bytes)	128
Interrupciones	13
Puertos de I/O	Puertos A, B, C
Temporizadores	3
Módulos de captura/comparación/pwm	2
Comunicación serial tipo	MSSP, USART
Módulo análogo-digital (10 bits)	5 canales de entrada
Conjunto de instrucciones	35

El PIC16F873A se presenta en un encapsulado de 28 pines como se ve en la figura 3.5 y la descripción de cada pin se muestran en tabla 3.10.

⁴¹ MICROCHIP: Pic 16F87XA Data Sheet, 2003 Microchip Technology Inc

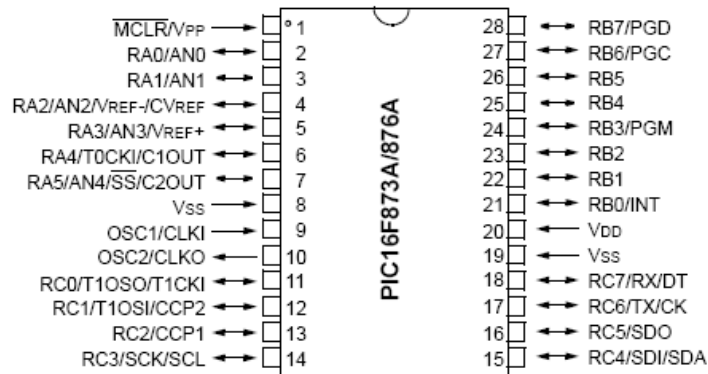


Figura 3.5 Disposición de pines del Pic.

Tabla 3. 10 Descripción de pines del 16f873A.

PIC	TIPO	DESCRIPCIÓN
OSC1/CLKIN	E	Entrada de oscilador de cristal.
OSC2/CLKOUT	S	Salida de oscilador de cristal.
MCLR/VPP/	E/V	Reset o entrada de voltaje de programación
RA0/AN0	E/S	PUERTO A es un puerto bidireccional de E/S RA0 También puede ser entrada analógica 0
RA1/AN1 3 3	E/S	RA1 También puede ser entrada analógica 1
RA2/AN2/VREF	E/S	RA2 También puede ser entrada analógica 2 o referencia analógica de voltaje negativo
RA3/AN3/VREF+	E/S	RA3 También puede ser entrada analógica 3 o referencia analógica de voltaje positivo
RA4/T0CKI	E/S	RA4 Puede ser también la entrada de reloj del módulo Temporizador 0
RA5/SS/AN4	E/S	RA5 También puede ser entrada analógica 4 o esclavo en la selección de puertos serial síncrono

PIC	TIPO	DESCRIPCIÓN
RB0/INT	E/S	PUERTO B es un puerto bidireccional de E/S RB0 También puede ser pin de interrupción externa
RB1, RB2	E/S	
RB3/PGM	E/S	RB3 Puede ser entrada de bajo voltaje de programación
RB4, RB5	E/S	
RB6/PGC	E/S	Reloj de programación serial
RB7/PGD	E/S	Dato serial de programación
RC0/T1OSO/T1CKI	E/S	PUERTO C es un puerto bidireccional de E/S RC0 Puede ser la salida del oscilador Timer1 o entrada de reloj de Timer1
RC1/T1OSI/CCP2	E/S ST	RC1 Puede ser la entrada del oscilador Timer1 o entrada de Captura2/salida de Captura2/PWM2
RC2/CCP1	E/S	RC2 entrada Captura1/salida Comparador1/salida PWM1
RC3/SCK/SCL	E/S	RC3 Puede ser entrada reloj de reloj de sincronía serial
RC4	E/S	RC4 puede ser entrada de dato SPI (en modo SPI)
RC5	E/S	RC4 puede ser salida de dato SPI (en modo SPI)
RC6/TX/CK	E/S	RC6 Puede ser pin transmisión USART
RC7/RX/DT	E/S	RC7 Puede ser pin de recepción USART
VSS	G	Referencia de tierra
VDD	V	Fuente positiva.

b. LCD

El módulo LCD (Display de Cristal Líquido), es un dispositivo que utilizaremos, para leer y analizar los mensajes y señales enviados por la caja de transmisión. El LCD permite la comunicación entre la persona que opera el banco y los dispositivos de información electrónica, ya que estos pueden mostrar cualquier carácter ASCII con un ahorro considerable de energía en comparación con otros dispositivos.

El LCD se puede comunicar con el pic mediante un bus de datos de 4 u 8 bits, la diferencia está en el tiempo que se demora, pues la comunicación a 4 bits, primero envía los 4 bits más altos y luego los 4 bits más bajos, mientras que la de 8 bits envía todo al mismo tiempo, esto no representa inconvenientes mayores pues el LCD trabaja en rangos de microsegundos.

c. COMPARADORES LM324⁴²

Los comparadores son elementos indispensables para la elaboración del proyecto, pues en el funcionamiento propio del conjunto del motor y la caja de transmisión, se producen variaciones considerables de tensión debido a diferentes factores. Además ciertos elementos electrónicos requieren de su función. Estos se emplean para estabilizar el voltaje que entregan los sensores tanto de a palanca como el de RPM de salida, es decir este compara con un voltaje de referencia y si es menor manda 0 al pic y si es mayor manda 1 al pic esto en niveles de voltaje es 0 y 5 V. Debido a que los sensores tienen una salida lineal, por ejemplo cuando está detectando una superficie blanca si medimos veremos que tiene un voltaje de $\pm 3V$.

⁴² <http://onsemi.com>

La serie LM324, figura 3.6, son de bajo costo y tienen varias ventajas con respecto a los tipos estándar amplificador operacional. El amplificador puede funcionar con tensiones de alimentación tan bajas como 3,0 V o como de hasta 32 V. Incluye el suministro negativos, eliminando así la necesidad de componentes externos de polarización en muchas aplicaciones. El rango de tensión de salida también incluye la tensión de alimentación negativa.

Características LM324A

- Salidas protegidas en caso de cortocircuito.
- Etapa de entrada diferencial verdadera.
- El funcionamiento de la fuente individual: 3,0 V a 32 V.
- Bajo Corrientes de entrada Bias: 100 nA máxima.
- Cuatro amplificadores.
- Internamente compensado.
- Rango de modo común abarca la alimentación negativa.
- Pinouts estándar.
- Pinzas ESD en las entradas.
- Prefijo de velocidad de conducción nerviosa para los usos en automotores y otros que requieren de la web y cambios de control.

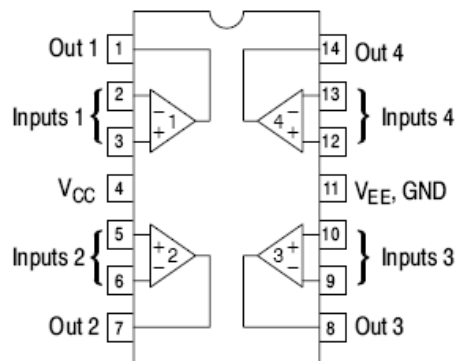


Figura 3.6 Comparador LM324.

d. REGULADOR DE VOLTAJE DE 5 VOLTIOS 7805

Dentro de la parte electrónica de nuestro proyecto es necesario contar con una etapa encargada de proveer un voltaje adecuado, y constante en el tiempo. Nuestra alternativa es utilizar un regulador de tensión integrado, disponibles para casi todos los voltajes que podamos imaginar, y para corrientes desde unas pocas centésimas de Amper hasta varios amperes.

Dentro de los reguladores de voltaje, se encuentran los pertenecientes a la familia LM78xx, donde “xx” es el voltaje de la salida. Nosotros utilizaremos el LM 7805, figura 3.7, es capaz de entregar 5 voltios positivos y una corriente máxima de 1 Amper y soporta consumos pico de hasta 2.2 Amperes.

Poseen protección contra sobrecargas térmicas y contra cortocircuitos, que desconectan el regulador en caso de que su temperatura de juntura supere los 125°C. No hacen falta adicionar demasiados componentes a la hora de alimentar un circuito mediante uno de estos reguladores⁴³.

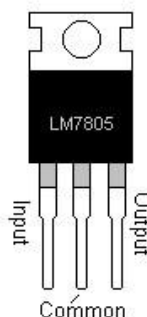


Figura 3.7 Regulador 7805

⁴³ www.datasheetcatalog.com

e. OSCILADOR DE CRISTAL (para PIC)

Todo microcontrolador requiere de un circuito que le indique a qué velocidad debe trabajar. Este circuito es conocido como oscilador de frecuencia. Este oscilador es como el motor del microcontrolador. Debido a que nuestro pic no tiene oscilador interno se requiere un oscilador externo de cristal. Su función es la generar la señal que crea los ciclos para operar el pic, suelen ser dos pin y se requiere para el cristal dos condensadores de 15 a 30 pf conectados a tierra y el cristal entre ambos pines.

Básicamente un oscilador utiliza un cristal de cuarzo como control de la frecuencia del circuito oscilador, convirtiendo las vibraciones mecánicas en voltajes eléctricos a una frecuencia específica. Esto ocurre debido al efecto "piezoeléctrico". La piezoelectricidad es electricidad creada por una presión mecánica. En un material piezoeléctrico, al aplicar una presión mecánica sobre un eje, dará como consecuencia la creación de una carga eléctrica a lo largo de un eje ubicado en un ángulo recto respecto al de la aplicación de la presión mecánica.

3.2.2. PLACA DE SENSORES.

Los sensores son elementos que nos ayudan a interpretar en forma visual, cualquier tipo de señal, sea esta digital o análoga. Gracias al pic podemos leer los valores obtenidos en la caja de transmisión y en el resto de mecanismos relacionados.

a. SENSORES DE REFLECCIÓN ÓPTICO TCRT5000

El TCRT5000 figura 3.8; es un sensor de reflexión óptico, que tiene una construcción compacta donde la fuente emisora de luz y el detector se

organizan en la misma dirección para detectar la presencia de un objeto mediante el uso de los rayos infrarrojos de reflexión de un objeto. La longitud de onda de funcionamiento es de 950 nm. El detector consta de un fototransistor.

Para nuestro proyecto lo utilizaremos en la detección de material reflectante (papel reflectivo), para la ubicación de posición de la palanca selectora de cambios. Además nos servirá como contador de rpm de salida de la caja; el pic se encargará de contar en número de pulsos detectados por este sensor, cada vez que el sensor detecte la presencia del material reflectivo, será interpretado de acuerdo a la programación en el pic.

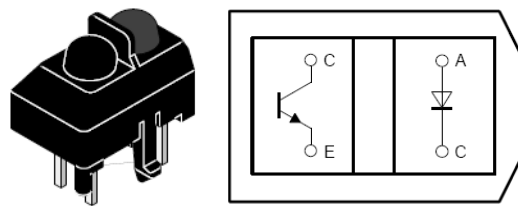


Figura 3.8 Sensor óptico TCRT5000.

3.2.3. PLACA PARA TACÓMETROS

En la placa que se realizó para hacer posible la medición de revoluciones, tanto de entrada como de salida, se utilizó ciertos elementos singulares, de los cuales se explica su funcionamiento básico a continuación.

a. OPTO ACOPLADOR 4N25

Son conocidos como dispositivos de acoplamiento óptico, basan su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para

pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica. Para nuestro proyecto nos ayudamos de la señal de la bobina de encendido para medir la rpm de entrada, reales a la caja. Ya que el modelo de motor Toyota 2E posee un sistema de encendido transistorizado, del cual aprovechamos la señal de la chispa. Esta señal la trasladamos al pic por medio del optoacoplador. El sistema de encendido viene a ser el circuito de entrada que acoplara con el circuito de salida (circuito del pic) gracias al optoacoplador. Figura 3.9.

La gran ventaja de un optoacoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida. Fundamentalmente este dispositivo está formado por una fuente emisora de luz, y un fotosensor de silicio, que se adapta a la sensibilidad espectral del emisor luminoso, todos estos elementos se encuentran dentro de un solo encapsulado.

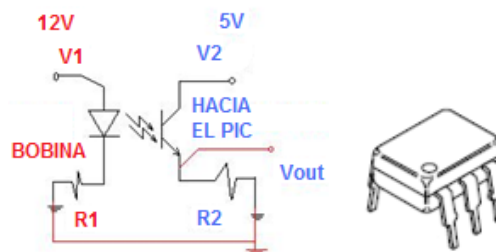


Figura 3.9 Optoacoplador 4N25

b. COMPARADOR LM311

Como se analizo anteriormente los comparadores se emplean para estabilizar el voltaje que entregan los sensores. Para el tacómetro requerimos del LM311, este nos permitirá analizar las señales y emitir una respuesta digital. El comparador LM311 es de alta velocidad como, se utiliza con señales de alta velocidad de entrada y la fuente de baja

impedancia, la respuesta de salida normalmente será rápido y estable, por lo cual es el adecuado para ser empleado para acoplar las señales provenientes del módulo de encendido. Figura 3.10.

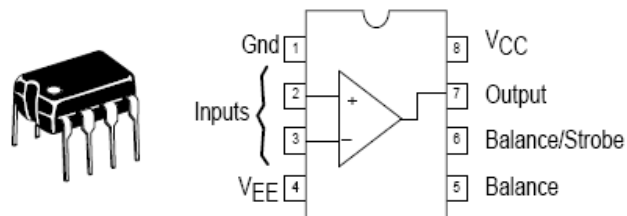


Figura 3.10 Comparador LM311

3.2.4 ELEMENTOS COMUNES EMPLEADOS

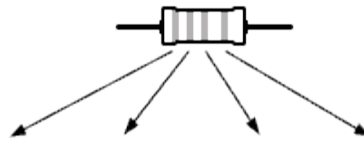
Ciertos elementos electrónicos son muy comunes en el montaje de circuitos electrónicos. Elementos como resistencias, condensadores y potenciómetros, son casi imprescindibles para la regulación y estabilización de los circuitos, más aun cuando nuestro proyecto está sometido a la influencia de circuitos inductivos, como el circuito de arranque, que producen picos de tensión que podrían afectar el funcionamiento y lectura de los valores obtenidos.

a. RESISTENCIAS

Resistencia Eléctrica, simbolizada habitualmente como R , es la dificultad u oposición que presenta un cuerpo al paso de una corriente eléctrica para circular a través de ella. 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. Dependiendo de la necesidad emplearemos en los nuestros circuitos, resistencias con valores

determinados. El valor de las resistencias se puede identificar por un código de colores donde la primera línea es la primera cifra, la segunda es la segunda cifra, la tercera es un multiplicador y, finalmente, la cuarta línea de la tolerancia. Identificados en la tabla 3.11.

Tabla 3.11 Código de Colores de resistencias.



Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro		0	0	
Marrón	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Oro			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$

b. CONDENSADORES

En electricidad y electrónica, un condensador (capacitor en inglés) es un dispositivo que almacena energía eléctrica, es un componente pasivo. Está formado por un par de superficies conductoras en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra), generalmente en forma de tablas, esferas o láminas, separados por un material dieléctrico (siendo este

utilizado en un condensador para disminuir el campo eléctrico, ya que actúa como aislante) o por el vacío, que, sometidos a una diferencia de potencial (d.d.p.) adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de las placas y negativa en la otra (siendo nula la carga total almacenada).

c. POTENCIÓMETROS

Un potenciómetro figura 3.11, es un resistor cuyo valor de resistencia puede ser ajustado. De esta manera, indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie. Normalmente, los potenciómetros se utilizan en circuitos de poca corriente. Para circuitos de corrientes mayores, se utilizan los reostatos, que pueden disipar más potencia. En nuestro proyecto hemos usado potenciómetros lineales, tal vez los más simple de todos los tipos de potenciómetros, en estos la resistencia es proporcional al ángulo de giro.

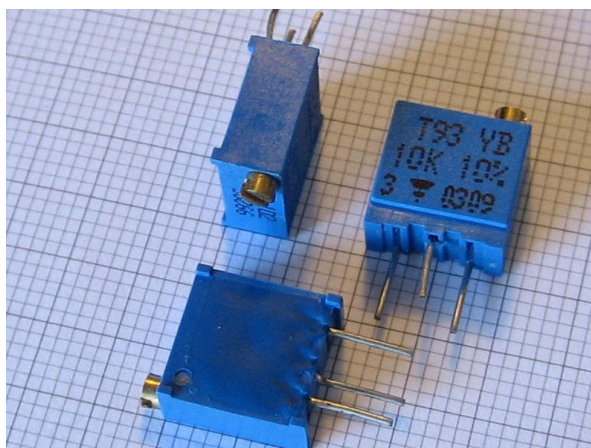


Figura 3.11 Potenciómetros.

3.2.5. MEDICIÓN DE PRESIÓN DE LÍNEA DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.

Para medir la presión de línea de la transmisión automática y sus variaciones hemos utilizado un sensor de galga extensiométrica, figura 3.12. Este tipo de sensor está basado en el efecto piezorresistivo. Un esfuerzo que deforma a la galga producirá una variación en su resistencia eléctrica. Los materiales que suelen utilizarse para fabricar galgas son aleaciones metálicas, como por ejemplo constantán, nicrom o elementos semiconductores como por ejemplo el silicio y el germanio. Es por ello que podemos clasificar las galgas en dos tipos: las metálicas y las semiconductoras.

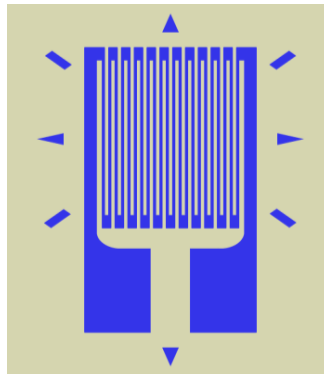


Figura 3.12 Galga extensiométrica



Figura 3.13 Sensor utilizado en la Transmisión.

3.2.6. MICROCODE STUDIO. PROGRAMACIÓN DEL PIC

MicroCode Studio es un programa de computadora, el cual, mediante un sencillo lenguaje, nos servirá para la programación del pic, que es parte fundamental de nuestro proyecto. Se lo define como un poderoso entorno de desarrollo integrado Visual (IDE) con la depuración en el Circuito (ICD) diseñado específicamente para la capacidad de MicroEngineering™ Laboratorios PICBASIC y PICBASIC compilador PRO™.

Es fácil de configurar su compilador, ensamblador y las opciones de programador o se puede dejar que el mismo programa MicroCode Studio lo haga por si solo con una función incorporada de búsqueda automática. La compilación y errores ensamblador puede ser fácilmente identificada y corregida mediante una ventana de error los resultados.

Simplemente haciendo clic en un error de compilación y estudio MicroCode automáticamente te llevará a la línea de error. MicroCode Studio incluso viene con una ventana de comunicaciones serie, lo que le permite ver la salida de depuración y de serie de su microcontrolador.

A continuación detallamos el proceso de programación utilizando MicroCode Studio, que se llevo a cabo para nuestro proyecto. Figura 3.14.

```

*****
* Name      : UNTITLED.BAS
* Author    : [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
* Notice    : Copyright (c) 2010 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
*           : All Rights Reserved
* Date      : 09/07/2010
* Version   : 1.0
* Notes     :
*****

TRISA = %00000001      ' Set PORTA to all input
ADCON1 = %00001110    ' PORTA.0 is analog

RIN      VAR WORD
ROUT     VAR WORD
PIN      VAR WORD
P        VAR BYTE

DEFINE LCD_DREG PORTC      'LCD data port
DEFINE LCD_DBIT 4          'LCD data starting bit 0 or 4
DEFINE LCD_RSREG PORTC    'LCD register select port
DEFINE LCD_RSBIT 2        'LCD register select bit
DEFINE LCD_EREG PORTC     'LCD enable port
DEFINE LCD_EBIT 3         'LCD enable bit
DEFINE ADC_BITS 8         'Number of bits in ADCIN result
DEFINE ADC_CLOCK 3        'ADC clock source (rc = 3)
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50    'ADC sampling time in microseconds

INICIO:
COUNT PORTB.0,500,RIN
COUNT PORTB.1,500,ROUT
ADCIN 0,PIN                ' Read channel 0 to PSI

P = 100*((17675/100) - PIN) / 65 ' Ecuación para pasar de

```

```

P = 100*((17675/100) - PIN) / 65 ' Ecuación para pasar de
                                ' voltaje a presión

IF RIN > 84 THEN ERROR          ' Condición para controlar
                                ' las revoluciones
GOTO MOSTRAR

END
MOSTRAR:
LCDOUT $FE,1
LCDOUT $FE,$80,"IN  : ",DEC RIN*60," RPM"
LCDOUT $FE,$C0,"OUT : ",DEC ROUT*40," RPM"

IF PORTB.4 = 1 THEN LCDOUT $FE,$90,"MARCHA : I"
IF PORTB.5 = 1 THEN LCDOUT $FE,$90,"MARCHA : 2"
IF PORTB.2 = 1 THEN LCDOUT $FE,$90,"MARCHA : D"
IF PORTB.7 = 1 THEN LCDOUT $FE,$90,"MARCHA : N"
IF PORTB.3 = 1 THEN LCDOUT $FE,$90,"MARCHA : R"
IF PORTB.6 = 1 THEN LCDOUT $FE,$90,"MARCHA : P"

IF RIN = 0 THEN
IF PIN > 250 THEN
LCDOUT $FE,$D0,"PRESION: ERROR"
ELSE
LCDOUT $FE,$D0,"PRESION: 0 PSI"
ENDIF
ELSE
IF PIN > 250 THEN
LCDOUT $FE,$D0,"PRESION: ERROR"
ELSE
LCDOUT $FE,$D0,"PRESION: ",DEC P," PSI"
ENDIF
ENDIF

GOTO INICIO

```

Figura 3.14 Programa para Pic MicroCode Studio

3.2.7. SIMULACIÓN DE CIRCUITOS MEDIANTE PROTEUS.

PROTEUS es un programa para simular circuitos electrónicos complejos, el cual nos ayuda a simular circuitos de electrónicos de todo tipo inclusive los realizados con microcontroladores de varios tipos, en una herramienta de alto desempeño con unas capacidades graficas excelentes y lo que es más simulaciones muy reales. Es un paso importante en el desarrollo de nuestro proyecto, pues esta simulación nos servirá para analizar el comportamiento de cada elemento electrónico empleado en la lectura de los datos referentes a la transmisión automática. Su opción de trabajo funciona arrastrando componentes de una barra e incrustándolos en la aplicación; además es compatible con el programador MicroCode Studio.

Detallamos en las siguiente gráfica la simulación en Proteus, que nos facilito la configuración de los circuitos que luego fueron utilizados en el presente proyecto. Figura 3.15.

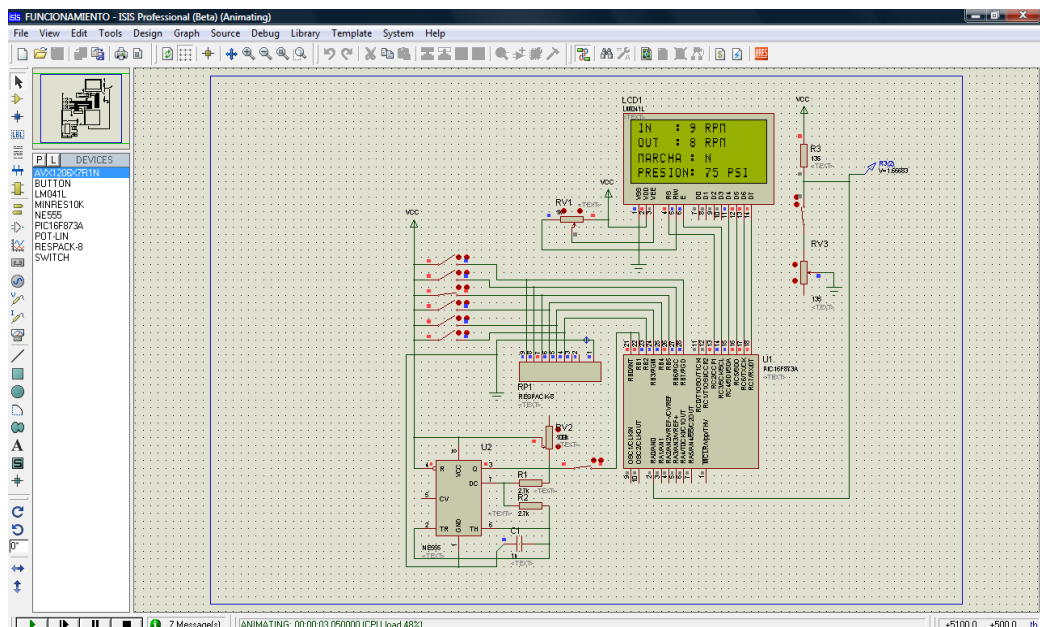


Figura 3.15 Simulación del proyecto. Proteus.

3.3. ENSAMBLAJE FINAL DE LOS ELEMENTOS EN EL BANCO

1. Previa preparación, se cuenta con la caja de transmisión automática y el motor, funcionando en perfectas condiciones.



Figura 3.16 Preparación previa caja-motor.

2. Se construye el banco con todos los procedimientos que se menciono anteriormente. Se debe conseguir que el motor acople perfectamente en el banco, las bases propias del motor sirven para este fin.



Figura 3.17 Elaboración del banco de soporte.;

3. El banco es preparado antes de realizar los acabados finales, utilizando un fondo previo a la pintura, el mismo que ayudara a preservar el material gracias a las propiedades anticorrosivas.



Figura 3.18 Fondo pre pintado.

4. Una vez que el fondo se ha secado, se aplicó la pintura, que será el acabado final para el banco.



Figura 3.19 Pintado. Acabados finales.

5. Un tecele servirá para elevar el motor, con el fin de colocar el conjunto caja-motor sobre el banco.



Figura 3.20 Montaje del conjunto en el banco.

6. Se procede al montaje del resto de elementos, como batería, tanque de combustible, sistema eléctrico, etc., indispensables para el buen funcionamiento del conjunto caja-motor.



Figura 3.21 Montaje de elementos complementarios.

7. Una vez montado los elementos necesarios para el funcionamiento de la caja automática, se colocó los sensores, que servirán para la visualizar los valores generados en la transmisión automática.



Figura 3.22 Colocación de sensores.

8. Finalmente se acopla el conjunto de placas de circuitos electrónicos, con sus correspondientes conexiones hacia los sensores y al LCD para visualizar los valores.

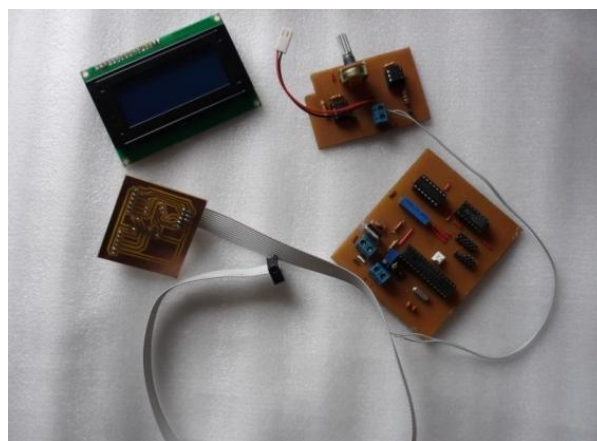


Figura 3.23 Colocación de placas electrónicas.

9. Se procederá finalmente a realizar las pruebas respectivas en la transmisión automática. Los resultados obtenidos de dichas pruebas se trataran en el siguiente capítulo.

CAPITULO 4

FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS Y GUIAS EN LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

4.1. FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

El banco de transmisión automática funciona de forma muy sencilla puesto que está diseñado exclusivamente para la enseñanza/aprendizaje del funcionamiento de un sistema de cambios automático. En el capítulo referente al marco teórico de la transmisión, se explicó el funcionamiento interno de cada uno de sus componentes; en la siguiente sección se detallara la forma de operar de la transmisión en el banco de manera general.

4.1.1. PUESTA EN MARCHA

Para poner en marcha el motor que proporcionará el movimiento hacia la transmisión automática, la palanca selectora debe ser colocado en la posición “**P**” (parking o estacionamiento), por motivos de seguridad (en la práctica el vehículo debe estar completamente detenido, para lo cual cuenta con mecanismos bloqueo con dicho fin). Una vez que el motor ha sido encendido, siguiendo los principios básicos de mantenimiento preventivo, todo el conjunto de la transmisión automática entra en funcionamiento de forma instantánea, bomba de aceite, convertidor de torsión, cuerpo de válvulas, etc. Por esta razón se podrá tomar lectura de la presión de fluido que se genera en el interior la caja, aún con los ejes de salida detenidos. La presión que es posible analizar es la presión de línea del sistema.

4.1.2. FUNCIONAMIENTO BÁSICO

Con el motor encendido y la palanca selectora en “P”, presionamos el botón de seguridad que se encuentra en la parte superior de la palanca, este nos permitirá desplazarla hacia el resto de posiciones dependiendo de las necesidades; a pesar de que en la transmisión los cambios de marcha se realizan de forma automática, la palanca selectora permite utilizar la transmisión en diversas situaciones de conducción, esto dará a la caja de cambios una mayor prestación sin causarle grandes daños. En cualquiera de las posiciones seleccionadas se podrá observar una variación de la presión conforme las revoluciones del motor varían, y por tanto las revoluciones de salida.

4.1.3. ACELERACIÓN FUERTE

Por su forma de construcción, el banco didáctico servirá de mucho ya que se puede acelerar en forma muy fuerte y tomar lectura de los parámetros (presión y revoluciones) en este momento, algo que en un vehículo normalmente sería imposible. Acelerando se podrá estudiar las variaciones y comportamiento de la transmisión automática. Se deberá precautelar la seguridad e integridad misma del banco y no sobrerrevolucionar al motor.

4.1.4. DESACELERACIÓN

Al momento de la desaceleración, en el motor se notará de forma inmediata que los parámetros de medición varían; hay que destacar que las variaciones de las mediciones son más notorias en las diversas posiciones de la palanca selectora.

4.1.5. PARADA

Para lograr que la transmisión se detenga completamente, simplemente debemos dejar de acelerar y poner la palanca selectora en la posición “**N**” (neutro), luego esperar a que los ejes de salida se detengan completamente. Es gran importancia señalar que, el banco no cuenta con un sistema de frenado, por lo cual se debe permitir que los ejes de salida se detengan por completo antes de volver a la posición de “**P**”, aquí la importancia de la posición “**N**”.

4.1.6. FUNCIONAMIENTO INTERNO DE LA TRANSMISIÓN EN LA POSICIÓN “DRIVE (D)”

Como se trató en el marco teórico de este proyecto, la unidad de engranajes planetarios utilizada en la transmisión automática Toyota, hace que esta sea del tipo de tres velocidades, pues posee tres relaciones de transmisión de avance y una de retroceso. El cambio en la posición “**D**” se realiza de forma automática dependiendo de las condiciones de conducción, es decir primera, segunda y tercera y viceversa dependiendo de la velocidad del vehículo.

4.1.7. RETROCESO “R”

Como es lógico pensar, antes que hacer que la transmisión cambie completamente de dirección, se debe permitir que esta se detenga, para lo cual servirá la posición “**N**”, luego de lo cual se podrá colocar el selector de cambios en la posición “**R**” y observar el cambio de dirección y en los parámetros analizados por el banco.

4.1.8. POSICIONES “2” Y “L”

Como ya se dijo la transmisión automática realiza los cambios de relación de forma interna, las posiciones “2” y “L” se comportan de forma algo diferente al resto de posiciones y son utilizadas de acuerdo a las necesidades del conductor y de la vía, por lo cual se analizarán en la sección de guía de manejo de un vehículo automático.

4.2. PRUEBAS EN LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Después de una inspección general de mantenimiento del banco, se procederá a ponerlo en marcha conforme a las condiciones establecidas anteriormente. Una vez encendido se deberá esperar que el motor alcance una temperatura adecuada de funcionamiento, es decir se permitirá que el motor se caliente por aproximadamente 10 minutos. Con esto conseguiremos que las lecturas realizadas sean más aproximadas a las que se tendría en un vehículo.

1. Se realiza las pruebas básicas de mantenimiento preventivo, del motor y de la transmisión automática. En el motor se comprobará, que el nivel de líquido refrigerante sea el adecuado, el nivel de aceite del motor y la carga de la batería; en cuanto a la transmisión es vital para su funcionamiento que el nivel de fluido hidráulico sea el correcto. Hay que anotar que ningún otro control previo está por demás.
2. Al encender el motor, se tendrá la palanca selectora de cambios en la posición o rango “**P**” (figura 4.1), los valores de presión se obtendrán en dos rangos de aceleración (ralentí y acelerado), los valores leídos en la pantalla LCD son los anotados en la tabla 4.1 y visualizados en la figura 4.2.



Figura 4.1 Posición “P”



Figura 4.2 Posición “P”. Datos obtenidos LCD

Tabla 4.1 Valores obtenidos en rango “P”

RANGO	RALENTÍ			ACELERADO		
	RPM		PRESIÓN (PSI)	RPM		PRESIÓN (PSI)
	IN	OUT		IN	OUT	
P	1200	0	83	3240	0	88

- Luego de detener la transmisión automática (pasando por “N”), el siguiente rango en la palanca selectora es “R” (figura 4.2), el botón de seguridad de la palanca ayudará a trasladarla a esta posición y se obtendrán los valores visualizados en la figura 4.4 y anotados en la tabla 4.2.



Figura 4.3 Posición “R”



Figura 4.4 Posición “R”. Datos obtenidos LCD

Tabla 4.2 Valores obtenidos en rango “R”

RANGO	RALENTÍ			ACELERADO		
	RPM		PRESIÓN (PSI)	RPM		PRESIÓN (PSI)
	IN	OUT		IN	OUT	
R	720	120	114	3240	400	138

4. El siguiente rango en la palanca selectora el “N” (figura 4.5) y los valores observados en la pantalla indicada en la figura 4.6, son los anotados en la tabla 4.3.



Figura 4.5 Posición “N”

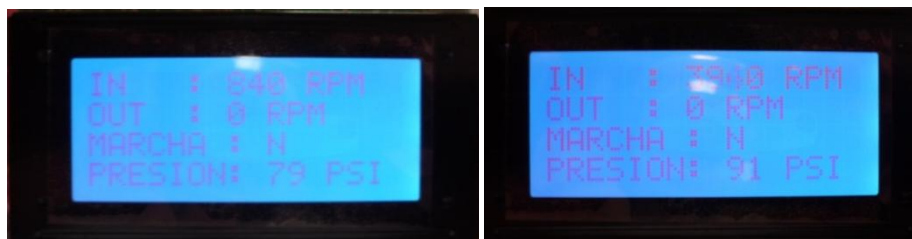


Figura 4.6 Posición “N”. Datos obtenidos LCD

Tabla 4.3 Valores obtenidos en rango “N”

RANGO	RALENTÍ			ACELERADO		
	RPM		PRESIÓN (PSI)	RPM		PRESIÓN (PSI)
	IN	OUT		IN	OUT	
N	840	0	79	3840	0	91

5. Los valores obtenidos en la siguiente posición “D” (figura 4.7), se visualizan en la figura 4.8. se encuentran en la tabla 4.4.



Figura 4.7 Posición "D"



Figura 4.8 Posición "D". Datos obtenidos LCD

Tabla 4.4 Valores obtenidos en rango "D"

RANGO	RALENTÍ			ACELERADO		
	RPM		PRESIÓN (PSI)	RPM		PRESIÓN (PSI)
	IN	OUT		IN	OUT	
D	840	120	76	4080	1280	87

6. Para la posición "2" (figura 4.9), los valores analizados se pueden observar en la figura 4.10 y se encuentran registrado se la tabla 4.5.



Figura 4.9 Posición “2”



Figura 4.10 Posición “2”. Datos obtenidos LCD

Tabla 4.5 Valores obtenidos en rango “2”

RANGO	RALENTÍ			ACELERADO		
	RPM		PRESIÓN (PSI)	RPM		PRESIÓN (PSI)
	IN	OUT		IN	OUT	
2	720	120	74	4080	840	88

7. Finalmente en la posición “L” (figura 4.11), los valores de funcionamiento aproximados son los mostrados en la figura 4.12 y registrados en la tabla 4.6.



Figura 4. 11 Posición “L”



Figura 4. 12 Posición “L”. Datos obtenidos LCD

Tabla 4. 6 Valores obtenidos en rango “L”

RANGO	RALENTÍ			ACELERADO		
	RPM		PRESIÓN (PSI)	RPM		PRESIÓN (PSI)
	IN	OUT		IN	OUT	
L	720	40	75	4080	400	88

Es importante anotar al final de las pruebas realizadas, que los parámetros medidos en cada posición, varían de alguna manera con los parámetros establecidos por manual de transmisión automática de Toyota; esto debido a que la transmisión automática en el banco actúa sin ningún tipo de carga adicional como: ejes, ruedas y otros mecanismos para mover las ruedas del vehículo, las variaciones se producen en los valores de presiones principalmente.

4.3. GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO

La siguiente guía está diseñado para obtener una referencia de los datos que se tomaran cuando el banco está en funcionamiento, simplemente se deberá llenar la tabla 4.7, para posteriormente realizar un análisis de funcionamiento de la transmisión automática. Para la práctica de laboratorio se deberá seguir la siguiente secuencia:

1. Revisar niveles de líquido refrigerante, aceite motor y fluido de transmisión además se debe realizar una inspección breve del sistema eléctrico.
2. Poner en marcha el motor. Por medio del interruptor de contacto seguidamente del pulsador de arranque. Poniendo atención a las luces indicadoras de cada uno de estos.
3. Se debe tener en cuenta que el motor alcance la temperatura adecuada de funcionamiento, antes de comenzar a realizar las mediciones.
4. Procedemos a llenar la tabla 3.7, con los valores solicitados; teniendo en cuenta que al momento de acelerar el motor no se debe superar las 5000 rpm a fin de no sobrerrevolucionarlo, pues podría ocasionar daños en el sistema.
5. Para realizar el cambio de posición de la palanca selectora, se deberá tener en cuenta lo recomendado en cuanto al funcionamiento de la transmisión automática.
6. Realizar los cambios de posición de la palanca selectora secuencialmente hasta obtener todos los valores solicitados en la tabla 3.7.

Tabla 4.7 Guía práctica de laboratorio.

POSICIÓN DE LA PALANCA	RALENTÍ			ACELERADO		
	RPM		PRESIÓN (PSI)	RPM		PRESIÓN (PSI)
	IN	OUT		IN	OUT	
P: PARKING						
R: REVERSA						
N: NEUTRO						
D: DRIVE						
2:						
L: LOW						

7. Una vez finalizado la toma de datos, apagamos el banco.
8. Realizamos las conclusiones y recomendaciones en base a la comparación de los datos obtenidos.

4.4. GUÍA DE MANEJO DE UN VEHÍCULO AUTOMÁTICO⁴⁴.

En nuestro medio la mayoría de personas no saben conducir un vehículo automático, debido a que su uso no es tan común, en los últimos años se está presentando en forma más continua el uso del sistema de transmisión automática.

⁴⁴ http://www.cajasdecambio.cl/COMO_UTILIZAR_UNA_TRANSMISION_AUTOMATICA.htm
<http://www.velocidadmaxima.com/forum/archive/index.php/t-3698.html>
<http://www.marianolozano.com/2008/06/26/cmo-conducir-un-coche-automtico/>

Lo primero con que se va a encontrar al entrar en uno de estos vehículos es que tiene sólo dos pedales. El de la izquierda, que es más grande es el freno y el de la derecha, más pequeño es el acelerador. Ambos se usan con el pie derecho y el pie izquierdo prácticamente no se usa.

Lo segundo que llama la atención es la palanca de cambios. Aquí los modelos son varios, pero básicamente presenta varias posiciones cuya finalidad iremos explicando más adelante. (Figura 4.13.)



Figura 4.13 Palanca de un vehículo con transmisión automática.

- Lo primero que se debe hacer es arrancar el vehículo, el encendido del mismo siempre se lo realiza con la palanca en posición **P** Parking y apretar el pedal del freno con el pie derecho.
- Después coger la palanca de cambios, apretar el botón que se encuentra en el propio mando y cambiar de la posición **P** a la posición **D**. El vehículo ya está listo para arrancar. Soltar el freno de mano, levantar también el pie derecho del pedal del freno y se sentirá cómo se va ligeramente el vehículo. Este momento es un punto algo crítico, el pie izquierdo no se lo mueve, se debe acelerar

un poco y se sentirá cómo enseguida el vehículo da un pequeño tirón y él sólo ha realizado el cambio de la segunda velocidad. Para frenar, aflojar el acelerador y/o apretar el freno recuerde siempre con el pie derecho.

- Si cuando se va a operar el vehículo se necesita dar marcha atrás al principio, en vez de poner la palanca en la **D**, se coloca la palanca en **R** y operas igual. No se debe cambiar nunca de marcha con el vehículo en movimiento, se puede dañar el embrague y los piñones del la caja, se debe parar el vehículo.
- Con la **D**, la **R** y la **P** se considera que el 90% del vehículo está controlado. Las diferentes posiciones de la palanca de cambios y sus usos son estos:
 - a) **P**: Parking o estacionamiento. Se debe recordar dejar siempre el vehículo estacionado en esta posición y después subir el freno de mano. Algunos modelos permiten sacar las llaves del contacto si no se ha colocado la palanca en esa posición.
 - b) **R**: marcha atrás o retroceso. No activar jamás con el coche en movimiento la transmisión automática posee una relación de transmisión exclusiva para retroceso.
 - c) **N**: neutral o punto muerto, en esta posición la caja no presenta trabajo alguno en cuanto a movimiento.
 - d) **L**: se conoce a esta posición como “low”, baja o primera velocidad, debido a que esta equivale a una primera en un sistema manual. Nos sirve para remolcar o subir fuertes pendientes; es recomendada también cuando el vehículo queda atascado, sea en arena o en barro, en este caso la aceleración debe ser lo más lenta posible, cuanto más lento sea el desplazamiento mayor fuerza

tendrá la transmisión, por la multiplicación del convertidor de torque esta posición permite que el motor imprima toda la potencia.

- e) **2:** Con esta selección de cambio, se comporta como una caja automática de sólo dos relaciones, primera y segunda. Si se arranca en “2”, el cambio seleccionará automáticamente primera y pasará a **segunda** tan pronto como la velocidad del vehículo lo permita, además, impide a la transmisión operar en cualquier otro cambio ascendente, en forma automática, de otra manera en algunos modelos al seleccionar la posición “2”, permite a la transmisión, comenzar el desplazamiento del vehículo en la segunda velocidad con lo que en estos casos si el vehículo es sacado desde reposo en esta posición, lo más probable es que salga sin fuerza. Este cambio es útil bajo diversas situaciones, y condiciones como por ejemplo: superficies resbaladizas, como nieve o hielo, caminos arenosos, o fangosos. La posición “2”, es recomendable cuando se precisa una mayor retención del motor en descensos, proporciona frenaje adicional del motor al vehículo, produce el efecto de enganche, en pendientes descendentes. Y en pendientes ascendente un mayor aprovechamiento del torque del motor; así mismo, cuando se desea contar con una aceleración más brillante. Para la selección de esta posición no es necesaria la detención total del vehículo; y tampoco es recomendable la selección a velocidades demasiado altas.
- f) **D:** Conduciendo. Debe usarse cuando las condiciones de desplazamiento son normales o habituales incluyen, a veces, un remolque o conducir en terreno montuoso. El cambio de velocidad es automático, primera, segunda, y tercera velocidad y viceversa, dependiendo de la velocidad del vehículo, y de la apertura del acelerador, al igual que en la selección anterior con la palanca en “D”.

4.5. GUÍAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento preventivo en realidad es muy sencillo solo se debe seguir los siguientes pasos:

- Revisar de manera periódica el nivel de aceite de la caja de transmisión automática, tal como lo hacemos con el motor.
- En caso de que el nivel de aceite no sea el apropiado se debe completar el mismo, pero considerando que se debe utilizar el aceite especificado por el fabricante en este caso Toyota, aceite para transmisión automática **DEXRON II**.
- Cambiar el aceite de la transmisión automática a los 12 meses de uso aproximadamente, si no se lo hace el aceite se degrada y pierde principalmente sus propiedades físicas, sabiendo que el aceite a usarse es el **DEXRON II**.
- El mantenimiento preventivo también debemos realizarlo en el motor del banco, con un mantenimiento periódico básico como cambio de aceite y filtros dependiendo del tiempo de uso; además no debemos olvidarnos de la parte eléctrica y electrónica del mismo.

4.6. CONSEJOS PARA LA CONDUCCIÓN

Para lograr un mejor manejo de un vehículo de transmisión automática se dan los siguientes consejos adicionales que de seguro van a servir para aprovechar las bondades de este sistema de transmisión:

- Si se quiere adelantar a otro vehículo primero se debe revisar si la vía está habilitada para eso (para evitar un accidente de tránsito o multa), luego pisar a fondo el pedal de acelerador, el vehículo cambiará a una marcha más pequeña y de esa forma aumentarás la velocidad para poder adelantar. Cuando se ha completado la maniobra, se suelta el acelerador del vehículo en forma gradual.
- Para subir cuestas o caminos empinados, en estos casos no sirve seleccionar la palanca en la posición D, ya que al subir, el motor podría dañarse más rápido puesto que al subir las marchas, no será capaz de tener fuerza y se detendrá. Para subir una cuesta o camino empinado, se debe mover la palanca a la posición L y pisar el acelerador, de esta forma el vehículo marchará lento, pero no se detendrá al subir.
- Para descender cuestas o caminos peligrosos, si se desciende con la palanca en la posición D, el carro por inercia va a aumentar las marchas, va a subir la velocidad, por tanto es posible perder el control del carro y sufrir un serio accidente. Para evitar esto, siempre se debe descender caminos empinados con la palanca en la posición 2.
- Los vehículos automáticos son más caros, no sólo por la comodidad que brinda al conducir sino también por el precio de los repuestos y las mantenciones, que son más costosas en cuanto al sistema de transmisión se refiere. Por lo tanto el mantenimiento continuo es imprescindible.
- Automático no significa todo, que el vehículo sea automático no significa que se pondría dormir en el auto. Sólo cumple la función de cambiar las marchas, pero el resto de las tareas como señalar antes de virar o prevenir un accidente sólo dependen del conductor.

- Es importante leer el manual del vehículo con atención, normalmente los vehículos nuevos y usados cuentan en el manual de instrucciones, con una sección dedicada a enseñarle al propietario del vehículo cómo conducir un auto automático en forma apropiada y segura para así aumentar la vida del coche y hacer de los viajes algo más seguro.

4.6.1. ADVERTENCIAS.

- Nunca mover la palanca de cambios mientras el vehículo esté en marcha, si lo haces, el motor y la caja de cambios se dañarán seria y gravemente y eso implica una reparación demasiado costosa (seguramente deberás reemplazar la caja por otra nueva). Sólo mueve la palanca cuando el vehículo esté totalmente detenido y pisando el pedal del freno.
- Nunca arrancar un vehículo automático remolcándolo, es muy común que cuando la batería de un auto se queda sin corriente, las personas intentan arrancar el vehículo remolcándolo, pero esos coches arrancan únicamente por ser autos no automáticos, es decir mecánicos.
- Los autos automáticos son más delicados y más propensos a fallar, eso significa que cada 30 mil kilómetros deberás hacerle una mantención a la caja de cambios (separada de la mantención del motor) que principalmente consiste en cambiar el aceite de la caja por otro más fresco y así evitar que la caja se dañe antes de tiempo. Cada caja usa un fluido específico, para mayor información se debe ver manual de instrucciones de su vehículo, preguntar en foros de internet o averigua con un mecánico capacitado o concesionario de confianza sobre cuál es el fluido correcto.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- El banco didáctico ha sido diseñado utilizando materiales resistentes capaces de soportar el peso y el funcionamiento mismo del conjunto motor-transmisión.
- La adaptación de sensores, para revoluciones y presión han sido de gran utilidad en el análisis de los parámetros generados por el motor y la transmisión, con el fin de analizar estos parámetros y comprender el desempeño de la transmisión automática.
- El fluido hidráulico para transmisión automática ATF, es un componente de gran importancia en el principio de funcionamiento de la transmisión automática, es el encargado de proporcionar el movimiento al resto de elementos para conseguir las diferentes relaciones de transmisión.
- La transmisión automática, por ser accionada principalmente por fluido hidráulico, se presenta como un sistema más cómodo y confortable al momento de la conducción si lo comparamos con una transmisión mecánica.
- Debido a la disposición del sistema de engranajes planetarios en la transmisión automática Toyota, se cuenta con tres diferentes relaciones de transmisión o velocidades hacia adelante y una relación de retroceso.

- Este proyecto realizado definitivamente es de mucha importancia para todas las personas involucradas en la enseñanza/aprendizaje de la Carrera de Ingeniería Automotriz, puesto que en nuestro medio se ve un nivel ascendente de aceptación de los vehículos de transmisión automática.
- La práctica y la teoría se debe combinar en forma adecuada. No es suficiente solo “conocer” sino que es necesario también “entender”, y dominar el funcionamiento de una transmisión automática para lo cual se ha diseñado este banco didáctico.
- La forma más idónea de entender el funcionamiento del sistema de transmisión automática es analizando su funcionamiento conjuntamente con el motor de combustión interna adecuado para generar un movimiento real, es decir se ven los parámetros del sistema completo en condiciones reales, como lo hemos hecho en este caso.
- El convertidor de torsión es un gran elemento que proporciona altos valores de eficiencia, transmisión de torque y movimiento por que se aprovecha en forma más eficaz y comfortable la potencia del motor.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para una mejor comprensión del funcionamiento de la transmisión automática, se deberá realizar la guía de laboratorio especificado, siguiendo los pasos indicados de forma correcta.
- El lugar destinado para realizar las prácticas de laboratorio, debe contar con la ventilación adecuada, pues el motor de combustión interna genera gases nocivos propios de su funcionamiento. Además se deberá tomar en cuenta las normas de seguridad de un laboratorio.
- El almacenamiento y transporte de banco didáctico deber realizarse con todos los parámetros de seguridad posible, pues sus componentes están expuestos a daños o averías que podrían influir en su funcionamiento.
- Se debe evitar la manipulación de la caja del sistema electrónico que contiene el microcontrolador y el resto de elementos electrónicos, que son los que proporcionan los parámetros de funcionamiento de la transmisión automática, debido a que estos son elementos muy sensibles.
- Realizar el mantenimiento preventivo del banco didáctico para evitar daños que puedan ser de consideración en el mismo, para lo cual es necesario llevar un plan de mantenimiento realizado por personal capacitado.
- Antes de operar el banco leer detenidamente los parámetros establecidos para el funcionamiento de la transmisión automática, para que su funcionamiento sea el adecuado y así evitar daños por manejo inapropiado del sistema.

- Debido a que el sistema de transmisión automática se debe principalmente al ATF es necesario un especial énfasis en el aceite que usa el sistema, es decir revisarlo y completarlo si es necesario. Pero sobre todo usar el fluido adecuado que este caso es el **DEXRON II**, pues el uso de un ATF no especificado disminuye el rendimiento de la transmisión automática.
- Debido a que el sistema de transmisión automática funciona a altas presiones es muy necesario e indispensable que el sistema de refrigeración del fluido sea el adecuado, ya que si no se refrigera correctamente, éste pierde sus propiedades físicas y no generará las condiciones necesaria para que el sistema funcione en forma adecuada.

BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS WEB

- <http://es.wikihow.com/conducir-un-coche-autom%C3%A1tico>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_A36
- <http://onsemi.com>
- http://widman.biz/boletines_informativos/50.pdf
- http://www.cajasdecambio.cl/COMO_UTILIZAR_UNA_TRANSMISION_AUTOMATICA.htm
- http://www.consumer.es/web/es/motor/compra_coche/2007/03/16/160840.php
- <http://www.marianolozano.com/2008/06/26/cmo-conducir-un-coche-automtico/>
- <http://www.mecanicavirtual.org/caja-cambios3.htm>
- http://www.tarsa.biz/pagina_nueva_27.htm
- <http://www.velocidadmaxima.com/forum/archive/index.php/t-3698.html>
- MICROCHIP: Pic 16F87XA Data Sheet, 2003 Microchip Technology Inc.
- TOYOTA C.O.: "Transeje Y Transmisión Automática". Vol. 9.
- www.datasheetcatalog.com
- www.widman.biz

Latacuga, 22 de Julio de 2010.

Hereduia Villacís Rodrigo

Peña Pinargote Adolfo

Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz

Ing. Juan Castro

Unidad de Admisión y Registro

Dr. Eduardo Vásquez
Secretario Académico