



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CAJA TIPTRONIC

AUTOR: IGNACIO DAVID ANDINO ROSERO

DIRECTOR: ING. ERIK PAUL HERNÁNDEZ RUEDA, MSc.

Ibarra, enero 2019

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR


En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CAJA TIPTRONIC**" presentado por el señor: **IGNACIO DAVID ANDINO ROSERO** con número de cédula 0401605928 doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe

En la ciudad de Ibarra, a los 17 días del mes Enero del 2019.

Atentamente


Ing. Erik Paul Hernández Rueda, MSc
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de texto completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

| DATOS DE CONTACTO | |
|-----------------------------|---|
| CEDULA DE IDENTIDAD: | 0401605928 |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Andino Rosero Ignacio David |
| DIRECCIÓN: | Chitán, Calle Darío Andino y Homero Cadena |
| EMAIL: | idandinor@utn.edu.ec |
| TELEFONO MÓVIL | +593 959544382 |
| DATOS DE LA OBRA | |
| TÍTULO: | Implementación de un banco de pruebas de caja Tiptronic |
| AUTOR: | Andino Rosero Ignacio David |
| FECHA: | 17 de enero de 2019 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | PREGRADO |
| TITULO POR EL QUE OPTA | INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ |
| ASESOR/DIRECTOR | Ing. Erik Paul Hernández Rueda, MSc |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Andino Rosero Ignacio David** con cédula de identidad Nro. **0401605928**, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el

Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de enero de 2019

AUTOR



Firma

Ignacio David Andino Rosero

Nombre completo

0401605928

C.C

DEDICATORIA

A mis padres Modesto y Mariela, que me brindaron su apoyo incondicional y han logrado guiarme por el camino correcto, con el fin de convertirme en una persona de bien e hicieron que nunca abandone mis sueños y anhelos, a mis tres hermanos Felipe, Sebitas y Miguelito, quienes, siempre con su forma de ser y actuar me mostraron el verdadero amor incondicional, a mi hijo Alan, quien nunca dejó de apoyarme y con su sonrisa supo mostrarme las direcciones correctas en mis momentos de dudas, por hacer todo fácil sin condiciones.

IGNACIO DAVID ANDINO ROSERO

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que han compartido su experiencia en el transcurso mis estudios.

Le doy gracias a mi Padres por los valores que me han inculcado, por ser los principales promotores de mis sueños, por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas. A mi madre por estar dispuesta a acompañarme siempre, a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| RESUMEN | ix |
| ABSTRACT | x |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Situación actual | 2 |
| 1.3 Prospectiva | 3 |
| 1.4 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.5 Delimitación | 4 |
| 1.5.1 Temporal | 4 |
| 1.5.2 Espacial | 4 |
| 1.6 Objetivos | 4 |
| 1.6.1 Objetivo general | 4 |
| 1.6.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.7 Alcance | 5 |
| 1.8 Justificación | 5 |
| 1.9 Contexto | 6 |
| 1.10 Transmisiones | 6 |
| 1.11 Tipos de transmisiones | 7 |
| 1.12 Transmisiones automáticas | 10 |
| 1.13 Transmisiones tiptronic F4A41, F4A42, F4A51 | 16 |
| 1.14 Transmisión automática F4A42 | 18 |
| 1.15 Convertidor de par | 18 |
| 1.16 Palanca de mando | 21 |
| 1.17 Trenes epicicloides | 23 |
| 1.18 Elementos mecánicos de mando | 24 |
| 1.19 Embragues | 25 |
| 1.20 Frenos | 26 |
| 1.21 Rueda de aparcamiento | 26 |
| 1.22 Sistema hidráulico | 27 |
| 1.23 Elementos hidráulicos de mando | 27 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 1.24 | Funcionamiento del sistema hidráulico | 29 |
| CAPÍTULO II..... | | 32 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | | 32 |
| 2.1 | Descripción general del banco de diagnóstico | 32 |
| 2.1.1 | Estructura del banco didáctico | 32 |
| 2.1.1.1 | Estructura metálica..... | 32 |
| 2.1.1.2 | Procesos de ensamble de estructura metálica..... | 34 |
| 2.1.1.3 | Motor de combustión interna | 34 |
| 2.1.1.4 | Cableado electrónico..... | 35 |
| 2.1.1.5 | Tanque de combustible | 36 |
| 2.1.1.6 | Transmisión automática F4A42 | 36 |
| 2.1.1.7 | Tablero de control | 39 |
| | a) Interruptor para encendido | 39 |
| | b) Tablero de instrumentos..... | 39 |
| 2.2 | Funcionamiento de la transmisión tiptronic | 40 |
| 2.3 | Equipos y herramientas utilizadas en el diagnóstico..... | 43 |
| 2.3.1 | Scanner carman lite | 43 |
| 2.3.2 | Manómetros de presión | 44 |
| 2.4 | Presión de trabajo de la transmisión..... | 46 |
| 2.5 | Señal de trabajo solenoides del cuerpo de válvulas | 47 |
| 2.6 | Metodología..... | 48 |
| 2.6.1 | Construcción del banco didáctico | 49 |
| 2.6.1.1 | Diseño y construcción estructura metálica..... | 49 |
| 2.6.1.2 | Montaje motor y transmisión a la estructura metálica | 50 |
| 2.6.1.3 | Conexión de los componentes electrónicos | 50 |
| 2.6.1.4 | Instalación de manómetros de presión | 52 |
| 2.6.1.5 | Procedimiento de conexiones de presión del fluido hidráulico. | 52 |
| CAPÍTULO III | | 53 |
| 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS | | 53 |
| 3.1 | Estructura banco didáctico | 53 |
| 3.2 | Conexión del conector del sistema electrónico a la transmisión..... | 54 |
| 3.3 | Sistema hidráulico de la transmisión..... | 57 |
| 3.3.1 | Medición de presión para la posiciones Parking (P)..... | 58 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 3.3.2 | Medición de presión para la posición Reversa..... | 61 |
| 3.3.3 | Medición de presión para la posición Neutral (N) | 64 |
| 3.3.4 | Medición de presión para la posición Drive 1 | 67 |
| 3.3.5 | Medición de presión para la posición Drive 2 | 70 |
| 3.3.6 | Medición de presión para la posición Drive 3 | 73 |
| 3.3.7 | Medición de presión para la posición Drive 4 | 76 |
| 3.4 | Sistema electrónico de la transmisión | 79 |
| CAPÍTULO IV..... | | 81 |
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 81 |
| 4.1 | Conclusiones | 81 |
| 4.2 | Recomendaciones | 83 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 84 |
| ANEXOS | | 87 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | PÁGINA |
|-------------------|---|--------|
| Tabla 1.1 | Tipos de transmisiones automotrices | 7 |
| Tabla 1.1 | Tipos de transmisiones automotrices (Continuación...) | 8 |
| Tabla 1.2 | Factores de la evolución de las transmisiones | 9 |
| Tabla 1.3 | Codificación transmisiones | 17 |
| Tabla 1.4 | Especificaciones técnicas transmisiones automáticas Hyundai | 18 |
| Tabla 1.5 | Relaciones de giro tren epicicloidal | 24 |
| Tabla 2.1 | Especificaciones tubo cuadrado | 32 |
| Tabla 2.2 | Especificaciones tubo rectangular | 33 |
| Tabla 2.3 | Especificaciones proceso de soldadura | 34 |
| Tabla 2.4 | Especificaciones técnicas del motor | 34 |
| Tabla 2.5 | Componentes internos de la transmisión F4A42 | 36 |
| Tabla 2.5 | Componentes internos de la transmisión F4A42 (Continuación...) | 37 |
| Tabla 2.6 | Identificación de terminal de conexión transmisión | 38 |
| Tabla 2.7 | Identificación de cables conector transmisión | 38 |
| Tabla 2.8 | Elementos operativos y su función | 40 |
| Tabla 2.9 | Componentes para la conexión de presión de la transmisión | 45 |
| Tabla 3.1 | Resultados mediciones resistencia a componentes internos de transmisión | 56 |
| Tabla 3.2 | Presión de trabajo para posición P | 59 |
| Tabla 3.3 | Solenoides posición Aparcado (Parking) | 60 |
| Tabla 3.4 | Presión de trabajo para posición reversa | 62 |
| Tabla 3.5 | Solenoides posición reversa (Reverse) | 63 |
| Tabla 3.6 | Presión de trabajo para posición N | 65 |
| Tabla 3.7 | Solenoides posición Neutro (Neutral) | 66 |
| Tabla 3.8 | Presión de trabajo para posición 1 | 68 |
| Tabla 3.9 | Solenoides posición 1 (Drive 1) | 69 |
| Tabla 3.10 | Presión de trabajo para posición 2 | 71 |
| Tabla 3.11 | Solenoides posición 2 (Drive 2) | 72 |
| Tabla 3.12 | Presión de trabajo para posición 3 | 74 |
| Tabla 3.13 | Solenoides posición 3 (Drive 3) | 75 |
| Tabla 3.14 | Presión de trabajo para posición 4 | 77 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabla 3.15 | Solenoides posición 4 (Drive 4) | 78 |
| Tabla 3.16 | Funcionamiento activaciones de solenoides | 79 |
| Tabla 3.17 | Control de continuidad del interruptor de rango de la transmisión | 80 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | PÁGINA |
|--------------------|---|--------|
| Figura 1.1 | Estructura básica de una caja de cambios automática | 10 |
| Figura 1.2 | Estructura básica de una caja de cambios automática | 11 |
| Figura 1.3 | Palanca selectora para establecer la condición de marcha del vehículo | 11 |
| Figura 1.4 | Estructura de un dispositivo de bloqueo | 12 |
| Figura 1.5 | Dispositivo enclavado por medio de un trinquete | 13 |
| Figura 1.6 | Cambios automáticos actuales gestionados electrónicamente | 14 |
| Figura 1.7 | Ubicación de la palanca selectora de cambios | 15 |
| Figura 1.8 | Central electrónica y distintos sensores | 15 |
| Figura 1.9 | Codificación de identificación | 17 |
| Figura 1.10 | Compones convertidor de par | 19 |
| Figura 1.11 | Ubicación del convertidor de par en la caja F4A42 | 20 |
| Figura 1.12 | Palanca de cambios transmisión automática | 21 |
| Figura 1.13 | Componentes del tren epicicloidal | 23 |
| Figura 1.14 | Vista seccionada de los componentes de mando | 24 |
| Figura 1.15 | Componentes internos de la transmisión | 25 |
| Figura 1.16 | Frenos y embragues de la transmisión automática | 26 |
| Figura 1.17 | Componentes del sistema de aparcamiento. | 26 |
| Figura 1.18 | Cuerpo de válvulas | 28 |
| Figura 1.19 | Líneas de presión para la posición P de la transmisión | 29 |
| Figura 1.20 | Líneas de presión para la posición N de la transmisión | 30 |
| Figura 2.1 | Estructura metálica | 33 |
| Figura 2.2. | Cableado ECU | 35 |
| Figura 2.3 | ECU Hyundai Tucson | 35 |
| Figura 2.4 | Contenedor de combustible | 36 |
| Figura 2.5 | Conector transmisión automática | 37 |
| Figura 2.6. | Tablero de instrumentos | 39 |
| Figura 2.7 | Elementos de uso en cada cambio de velocidad | 41 |
| Figura 2.8. | Puertos de conexión 2ND, UD, LR | 42 |
| Figura 2.9 | Puertos de conexión DA, DR | 42 |
| Figura 2.10 | Puertos de conexión RV, OD | 43 |
| Figura 2.11 | Escáner automotriz Carman | 44 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figura 2.12 | Manómetro para medición de 240 psi | 45 |
| Figura 2.13 | Presiones de trabajo de la transmisión F4A42 | 46 |
| Figura 2.14 | Solenoides en el cuerpo de válvulas | 47 |
| Figura 2.15 | Conector eléctrico de la transmisión | 47 |
| Figura 2.16 | Metodología banco de pruebas | 48 |
| Figura 3.1 | Diseño CAD base banco didáctico | 53 |
| Figura 3.2 | Desplazamiento máximo | 54 |
| Figura 3.3 | Conector de la caja de cambios | 55 |
| Figura 3.6 | Circuito hidráulico posición P | 58 |
| Figura 3.7 | Manómetros en la posición P de la transmisión | 59 |
| Figura 3.8 | Flujo de datos por medio del escáner en la posición P de la transmisión | 60 |
| Figura 3.9 | Circuito hidráulico posición reversa | 61 |
| Figura 3.10 | Manómetros en la posición Reversa (R) de la transmisión | 62 |
| Figura 3.11 | Flujo de datos por medio del escáner en la posición Reversa | 63 |
| Figura 3.12 | Circuito hidráulico posición N | 64 |
| Figura 3.13 | Manómetros en la posición N de la transmisión | 65 |
| Figura 3.14 | Flujo de datos por medio del escáner en la posición N de la transmisión | 66 |
| Figura 3.15 | Circuito hidráulico posición 1 | 67 |
| Figura 3.16 | Manómetros en la posición 1 de la transmisión | 68 |
| Figura 3.17 | Flujo de datos por medio del escáner en la posición 1 | 69 |
| Figura 3.18 | Circuito hidráulico posición 2 | 70 |
| Figura 3.19 | Manómetros en la posición 2 de la transmisión | 71 |
| Figura 3.20 | Flujo de datos por medio del escáner en la posición 2 | 72 |
| Figura 3.21 | Circuito hidráulico posición 3 | 73 |
| Figura 3.22 | Manómetros en la posición 3 de la transmisión | 74 |
| Figura 3.23 | Flujo de datos por medio del escáner en la posición 3 | 75 |
| Figura 3.24 | Circuito hidráulico posición 4 | 76 |
| Figura 3.25 | Manómetros en la posición 4 de la transmisión | 77 |
| Figura 3.26 | Flujo de datos por medio del escáner en la posición 4 | 78 |
| Figura 3.27 | Vista de los conectores de los solenoides de la transmisión | 79 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| ANEXO I | 88 |
| Diseño de soporte metálico para el motor y caja | |
| ANEXO II | 92 |
| Construcción del banco de pruebas y montaje de todos sus componentes | |
| ANEXO III | 97 |
| Diagrama eléctrico automotriz utilizado en el banco de pruebas | |
| ANEXO IV | 101 |
| Tabla de aceites ATF | |
| ANEXO V | 102 |
| Guía práctica de laboratorio | |

RESUMEN

El presente trabajo investigativo propone la implementación de un banco didáctico de una transmisión Tiptronic tipo F4A42. Primeramente, se hace una investigación bibliográfica acerca de los tipos, componentes, funcionamiento de transmisiones automáticas. Se realiza la construcción del banco didáctico mediante el diseño y análisis CAD obteniendo un desplazamiento máximo de 0.2mm en condición estática del soporte metálico para la sujeción del motor y transmisión con sus componentes eléctricos, electrónicos e hidráulicos garantizando el correcto funcionamiento de todos los sistemas. Se instala siete manómetros de presión hidráulica en los conectores disponibles en la carcasa obteniendo lecturas de presiones de trabajo en condición dinámica del embrague de marcha baja, embrague en reversa, embrague de sobremarcha, freno de baja y reversa, freno de segunda, presión aplicada en el embrague amortiguador y presión de liberación del embrague amortiguador. La utilización de un escáner automotriz facilitó la lectura de los parámetros electrónicos de funcionamiento donde se analizó temperatura, revoluciones, activación de solenoides obteniendo la diferenciación de trabajo para cada uno de las velocidades de trabajo de las posiciones parking, neutral, reverse, drive 4, 3, 2, 1. Finalmente se realiza un análisis comparativo entre los datos obtenidos en condiciones reales del banco didáctico y la información existente en el manual de taller original, obteniendo porcentajes no mayores al 10% definiendo una condición de funcionamiento aceptable de la transmisión automática.

ABSTRACT

The present investigative work proposes the implementation of a didactic bank of a Tiptronic transmission type F4A42. First, a bibliographical research is made about the types, components, operation of automatic transmissions. The construction of the didactic bench is carried out by CAD design and analysis, obtaining a maximum displacement of 0.2mm in static condition of the metallic support for the attachment of the engine and transmission with its electrical, electronic and hydraulic components, guaranteeing the correct functioning of all the systems. Seven hydraulic pressure gauges are installed in the connectors available in the housing obtaining pressures of working pressures in dynamic condition of low-speed clutch, reverse clutch, overdrive clutch, low and reverse brake, second brake, pressure applied in the shock absorber clutch and release pressure of the shock absorber clutch. The use of an automotive scanner facilitated the reading of the electronic parameters of operation where temperature, revolutions, activation of solenoids were analyzed obtaining the differentiation of work for each one of the working speeds of the positions parking, neutral, reverse, drive 4, 3, 2, 1. Finally, a comparative analysis is made between the data obtained in real conditions of the didactic bank and the existing information in the original workshop manual, obtaining percentages no greater than 10% defining an acceptable operating condition of the automatic transmission.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Un sistema de transmisión automática es aquel, en que las distintas relaciones de transmisión son seleccionadas en función de la velocidad del vehículo y del régimen motor, sin que el conductor sea obligado a determinar el instante de cambio de relación, ni realizar operación alguna para este fin.

Las cajas automáticas han tenido una evolución en el mundo automotriz muy notoria a través de los años, y es más común observar en fichas técnicas de muchos vehículos el término Tiptronic. Hablar de una transmisión automática de tipo Tiptronic es hablar de un excelente desarrollo de la marca Volkswagen utilizada inicialmente en sus modelos Porsche y más adelante en sus demás productos, las diferentes marcas han adoptado esta tecnología y le otorgan diferentes nombres (Orozco, 2015, pág. 1).

La caja de cambios Tiptronic es una caja automática donde los usuarios pueden seleccionar las marchas manualmente o de forma automática, eligiendo la forma de conducir, está disponible con cuatro, cinco o seis velocidades, pero además permite desconectar el modo automático para pasarlo a manual.

El sistema Tiptronic fue el primero en permitir, que conduciendo en modo automático, se pueda cambiar de marcha de forma secuencial en base a las necesidades del conductor, combinando así la manera de conducir entre un sistema manual más cómodo, y uno automático controlado con tan sólo ascender o descender la palanca selectora de cambios (Ro-des, 2013, pág. 1).

La finalidad de poseer un vehículo con un modo de conducción con selección de cambios “manual” en una caja automática tipo Tiptronic, es contar con la posibilidad de controlar el caballaje del motor del vehículo y que sea el piloto quien decida cuando realizar los cambios, esto es muy práctico especialmente en los descensos; y en ascensos o planos, el conductor sentirá más la sensación de velocidad con un control total en la selección de los cambios (Buitrago, 2013, pág. 2).

La caja de cambios automática tipo Tiptronic brinda un tipo de conducción deportiva, en el modo manual es posible realizar los cambios de marcha de una manera rápida, puesto que el embrague está automatizado, lo que brinda la sensación de estar conduciendo un coche

deportivo. El modo automático está enfocado a una conducción más cómoda para el piloto y que pueda circular sin preocuparse del cambio de marchas.

Fabricada por la empresa Jatco, la caja de cambios tipo Tiptronic, es una caja de cambios especialmente diseñada para vehículos que tienen el motor montado de forma transversal, conserva todas las características del cambio automático, pero le permite al conductor inhibir la automaticidad y seleccionar la marcha preferida de modo secuencial (Roa, 2015, pág. 1). La caja de cambios automática Tiptronic es una nueva modalidad disponible en algunos modelos y, dependiendo de la marca, puede variar su nombre. Esta combina una conducción automática o manual, pero en realidad es una caja automática que permite al conductor ejecutar cambios de velocidad manualmente (Orozco, 2015, pág. 1).

Una de las ventajas más notoria en éste tipo de caja es que el conductor tiene la posibilidad de controlar el ritmo de conducción más eficiente en ese momento, otorgando la sensación de estar conduciendo un vehículo súper deportivo y a la vez un vehículo con caja de velocidades manual.

Una caja automática es considerada como un accesorio de confort, ésta realiza los cambios de velocidad cuando el vehículo lo requiere en base a la aceleración; mientras en la mecánica requiere de la interacción del conductor para cambiar de una velocidad a otra (Jimenez, 2012, p. 1).

Un vehículo dotado de este sistema de transmisión solamente requiere una palanca capaz de seleccionar la marcha adelante o hacia atrás, mientras que la velocidad del vehículo y los cambios de relación se gobiernan directamente con el acelerador (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 70).

1.2 SITUACIÓN ACTUAL

Hoy en día algunos vehículos ya vienen equipados con cajas automáticas tipo Tiptronic, no solamente por su comodidad, sino por un aspecto muy importante como es la reducción del desgaste de los distintos elementos que conforman la caja de cambios, logrando así prolongar su vida útil.

Actualmente en nuestro país existe un parque automotriz muy variado, en el cual se puede encontrar diferentes vehículos que incorporan cajas Tiptronic, por este motivo es imprescindible contar con los conocimientos básicos de su funcionamiento y de las posibles

fallas a presentarse. Es muy importante mencionar que en el interior de las cajas tienen un sistema de freno de motor que nos ayuda en mantener una velocidad uniforme en los descensos.

1.3 PROSPECTIVA

Las cajas de cambios automáticas han tenido un desarrollado significativo en las últimas dos décadas, contando así con diferentes tipos. Las técnicas empleadas en su mantenimiento son variadas según sea su clasificación. El propósito es detectar la falla y dar solución a los problemas mecánicos de funcionamiento que presenten este tipo de cajas. Para alargar la vida útil de las cajas automáticas se debe hacer un mantenimiento preventivo como es: cambio de aceite, cambio de filtro cada 25 000 km.

El principal inconveniente al no realizar los cambios de aceite a su debido tiempo es la pérdida de sus propiedades físicas y químicas y con esto se produce un desgaste en los elementos internos como también el desprendimiento de partículas que se acumulan en el cuerpo de válvulas e impiden que la caja de cambios funcione correctamente.

La implementación de un banco de pruebas de caja Tiptronic se limita a la verificación y al análisis de su funcionamiento para establecer cuáles son los inconvenientes al momento de no obtener las presiones adecuadas. Con esto se espera capacitar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en los aspectos de funcionalidad de las cajas Tiptronic.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente existe un gran parque automotriz con vehículos que incorporan en sus modelos cajas automáticas de cambios tipo Tiptronic, con tecnología específica para cada fabricante, para lo cual el técnico-profesional que realice el mantenimiento de éste tipo de transmisiones debe contar con la capacitación, conocimientos y experiencia adecuada, porque es muy frecuente y alto el número de clientes que asisten a los talleres automotrices con fallas y averías en el sistema electrónico y mecánico en sus vehículos, y con una avería así es

imposible encender el automóvil, imposible de remolcar y únicamente puede ser trasladado en una wincha de plataforma, por los daños al interior de la caja de cambios que se ocasionan.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 TEMPORAL

El proyecto implementación de un banco de pruebas de caja Tiptronic se realizará a partir del mes de marzo del 2018, a octubre del 2018.

1.5.2 ESPACIAL

Dicho proyecto se lleva a cabo en la en la ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura, en los talleres de Ingeniería en mantenimiento automotriz de la Universidad Técnica de Norte.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un banco de pruebas de una caja Tiptronic para la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar bibliográficamente los diferentes tipos de cajas Tiptronic.
- Analizar los parámetros de funcionamiento de la caja Tiptronic.
- Implementar un banco de pruebas de caja Tiptronic.

1.7 ALCANCE

El desarrollo de este proyecto en el cual se diseñará y se construirá un banco de pruebas de una caja Tiptronic con la finalidad de dar a conocer su funcionamiento y se analizará las relaciones de transmisión y las presiones a las cuales está sometida y trabaja.

El banco de pruebas contará con un motor de un **Hyundai Tucson 2.0**, una caja automática tipo Tiptronic modelo **F4A42**, computadora ECU, cableado, manómetros de presión con glicerina, tanque de combustible, dos radiadores de aluminio, un ventilador, un tablero de instrumentación, e ira montado en una estructura de acero que soporte el esfuerzo y las cargas.

1.8 JUSTIFICACIÓN

Se debe tomar en cuenta que las principales fallas de la transmisión automática se deben a una mala lubricación (fricción directa entre los componentes internos), refrigeración deficiente (recalentamiento de los componentes provocando la pérdida de resistencia del material de los mismos), mal uso de la palanca selectora de cambios y sobrecargas (Yépez, 2014, pág. 5).

Las ventajas y desventajas al momento de elegir una caja de cambios automática o manual son: que la caja de cambios manual se presta a una gratificante conducción deportiva y a mantener un mayor control sobre el coche pero sugiere dominar difíciles técnicas de conducción, sin embargo la caja de cambios automática es mucho más suave y permite dejar que la automaticidad del motor y caja elija constantemente el cambio adecuado, la conducción es más relajada y confortable, y puede ser más segura (Falcón, 2013, pág. 1)

La vida funcional de una transmisión automática depende gran parte del tipo de lubricante que utilicemos, además del mantenimiento periódico que debemos realizar en la misma. El aceite de la transmisión presenta varias propiedades que le ayudan internamente en el cuidado de todos los elementos por ello es importante conocer qué tipo de aceite es el apropiado para cada transmisión tal como se indica desde fábrica (Yépez, 2014, págs. 5-6).

1.9 CONTEXTO

La implementación de un banco de pruebas de caja Tiptronic está enfocado en mejorar los conocimientos y en los múltiples avances tecnológicos que en los últimos años han llegado a dar un giro total a la mecánica convencional con la que la mayoría de vehículos presentes en nuestro medio solían traer.

Este proyecto es un aporte tanto a docentes como a alumnos de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, puesto que en nuestro medio los niveles de aceptación de vehículos equipados con tecnología moderna en cuanto a cajas de cambios automáticas y tipo Tiptronic va en aumento.

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 (Villacis & Pinargote, 2010, pág. 117).

Mediante él estudió de los tipos de transmisiones, se determinó que la mejor, para un manejo eficiente, confort y cuidado del medio ambiente, es la transmisión automática, además de poseer menos elementos mecánicos, y por ésta razón los intervalos de mantenimiento son sumamente mayores, con relación a otros tipos de transmisiones, analizamos la constitución del cuerpo de válvulas, y se dedujo que es el controlador directo de la transmisión automática, hoy en día tiene como agregados unos componentes llamados solenoides, en el cual se apoya el vehículo, y puede optimizar al máximo el rendimiento del combustible (Guayta & Lara, 2014, pág. 107).

1.10 TRANSMISIONES

La transmisión es el conjunto de órganos mecánicos que se encuentran entre el motor y las ruedas, la función es de transmitir la potencia del motor hacia las ruedas (Navascués, 2008, pág. 42). En una caja de cambios se produce la transformación de la velocidad de rotación y del par desarrollado por el motor, para ser aplicado a las ruedas. Para ello se disponen las necesarias parejas de ruedas dentadas, con los tamaños apropiados para conseguir las distintas relaciones de desmultiplicación, que el conductor selecciona en función de las

condiciones de marcha del vehículo (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 42).

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 activa.

El control electrónico es la mayor innovación que disponen los cambios automáticos actuales dando al conductor la posibilidad de elegir entre varios programas de conducción (económico, deportivo, invierno) mediante una palanca de selección, llegando actualmente a existir sistemas de control que pueden seleccionar automáticamente el programa de cambio de marchas más idóneo a cada situación concreta de conducción (Sarmiento, 2015, pág. 13).

1.11 TIPOS DE TRANSMISIONES

Existen diferentes tipos de transmisiones y han evolucionado con el avance de la tecnología y las exigencias de funcionamiento y normas de control de emisiones contaminantes. La Tabla 1.1 indica la variedad existente de transmisiones que se encuentran en el mercado automotriz, de todo el conjunto, la transmisión Tiptronic es la que se elabora en el banco didáctico.

Tabla 1.1 Tipos de transmisiones automotrices

| TIPO DE TRANSMISIÓN | |
|--|----------------------------------|
| Según número de velocidades | 2,3,4,5,6,7,8 |
| Según sincronización | Sincronizados / No sincronizados |
| SEGÚN PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO | |
| Manual (MTs) | Convencional |

Tabla 1.1 Tipos de transmisiones automotrices (**Continuación...**)

| | |
|-------------------------------------|--|
| Semi – Automática (AMTs) | Semi – manuales secuenciales Sensodrive Embrague dual (dual clutch) Saxomat |
| Automática (ATs) | Convencional Tiptronic |
| Automática variable continua (CVTs) | Variomatic Multitronic |
| Eléctrica variable (EVTs) | EVT |

Fuente: (Navascués, 2008, pág. 44)

Los elementos fundamentales que componen la mayoría de los cambios automáticos actuales son:

- Un convertidor hidráulico de par que varía y ajusta de forma automática su par de salida, al par que necesita la transmisión.
- Un tren epicicloidal o una combinación de ellos que establecen las distintas relaciones del cambio.
- Un mecanismo de mando que selecciona automáticamente las relaciones de los trenes epicicloidales. Este sistema de mando puede ser tanto mecánico como hidráulico, electrónico o una combinación de ellos.

Las varias evoluciones que han tenido todas las cajas de cambios tanto manuales como automáticas se han visto forzadas por algunos aspectos o condiciones, por ejemplo, la parte de la geografía de los países donde van a funcionar y a ser utilizados los vehículos motiva a evolucionar constantemente en la estructuración de las transmisiones, generalmente para facilitar la conducción.

También existen otras condiciones por las cuales han evolucionado las cajas de cambios y a continuación se mencionan en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Factores de la evolución de las transmisiones

| Nº Factor | Sub-factor | Consecuencia - evolución |
|--------------------------------------|---|--|
| Sociedad Bienestar | Confort Descarga tareas conductor Éxito modelos 4x4 | Sincronización velocidades Penetración creciente ATs Aparición cajas AMTs Perfeccionamiento embragues Desarrollo cajas CVTs Desarrollo transmisiones en general |
| Geográfico | USA >95% ATs Japón mayoritario ATs Europa: baja tasa de ATs | Patrón USA se adapta en Japón Europa se rinde a ATs,AMTs y CVTs tras predominio MTs |
| Inspiración en los deportes de élite | Adopción elementos probados en competición como F1 o Le Mans Prestaciones altas | Cambios secuenciales Cambios en el volante Impulso AMTs y sus controles Aumento número de velocidades |
| Presión económica | Modelos mini y nano Optimo coste de producción Economía de consumo de combustible | Cajas económicas, ligeras Mayores rendimientos, CVTs Cajas para híbridos Nuevos desarrollos para AMTs y ATs |
| Conciencia medioambiental | Desarrollo de motores Legislaciones – emisiones Aparición de híbridos | Aparición cajas para híbridos Desarrollo AMTs y ATs Forros fricción ecológicos |
| Seguridad creciente | Mas % tracción delantera Controles de tracción | Optimización dimensiones carcasas cajas de cambio Embrague dual clutch Sofisticación control ATs y AMTs |
| Investigación en materias primas | Mejora prestación correas Correas metálicas Nuevos materiales | Difusión CVTs en Japón Si a CVTs en altas potencias Forros de embragues nuevos Reducción peso elementos caja y embragues |
| Stress y vida rápida | Infraestructura viales Ritmo de vida vertiginoso Valoración tiempo libre | Aumento número de velocidades Desarrollo ATs y AMTs |

Fuente: (Navascués, 2008, pág. 45)

1.12 TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS

Un sistema de transmisión automática es aquel, en que las distintas relaciones son seleccionadas en función de la velocidad del vehículo y del régimen motor, sin que el conductor se vea obligado a determinar el instante del cambio de relación, ni realizar operación alguna para este fin. Un vehículo dotado de este sistema de transmisión solamente requiere una palanca capaz de seleccionar la marcha adelante o hacia atrás, mientras que la velocidad del vehículo y los cambios de relación se gobiernan directamente con el acelerador (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 70).

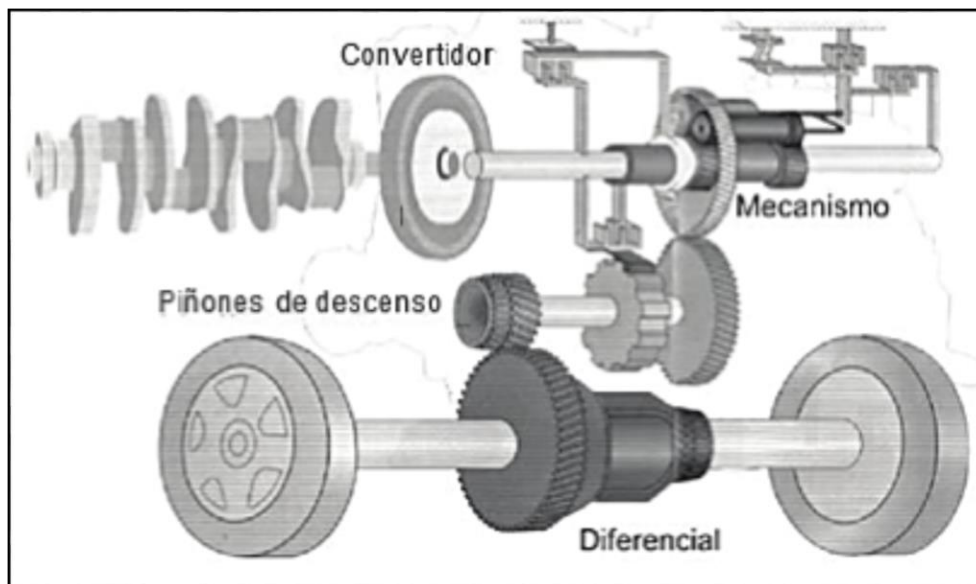


Figura 1.1 Estructura básica de una caja de cambios automática
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 70)

La Figura 1.1 muestra la estructura básica de una caja de cambios automática, cuyo mecanismo desmultiplicador está constituido por un tren de engranajes epicicloidales que recibe movimiento del motor a través del convertidor hidráulico de par y lo trasmite a las ruedas (en este caso delanteras) a través de los piñones de descenso y el diferencial convencionales (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 70).

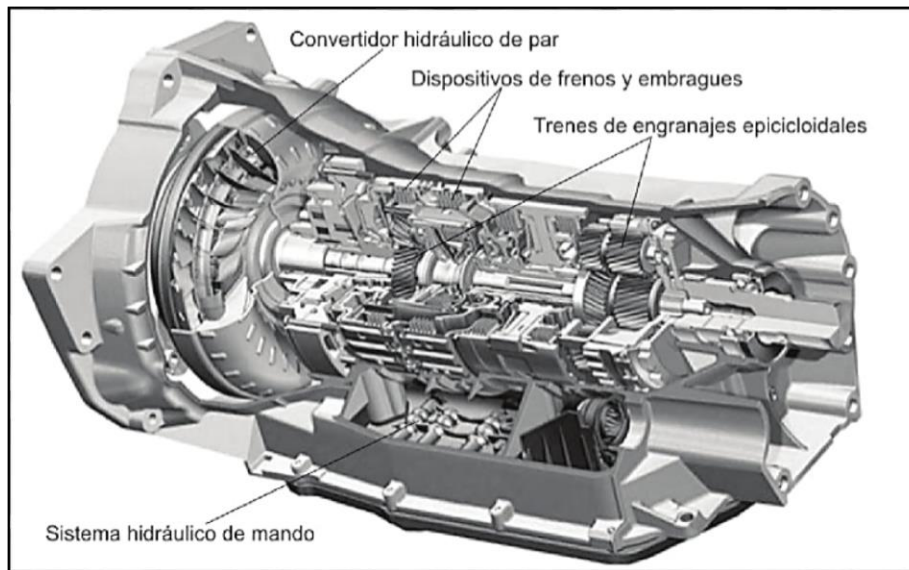


Figura 1.2 Estructura básica de una caja de cambios automática
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 70)

En la Figura 1.2 puede verse la disposición de mecanismos en una caja automática para vehículo de propulsión trasera, donde se aprecia la disposición de los trenes de engranajes epicicloidales, así como los dispositivos de frenos y embragues que se utilizan para la selección de las distintas relaciones de marcha. como se verá más adelante. En la parte inferior se ubica el distribuidor hidráulico de mando del sistema (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 70).

Las transmisiones automáticas disponen una palanca selectora que maneja el conductor para establecer la condición de marcha del vehículo (adelante, atrás, cambio automático, etc.).

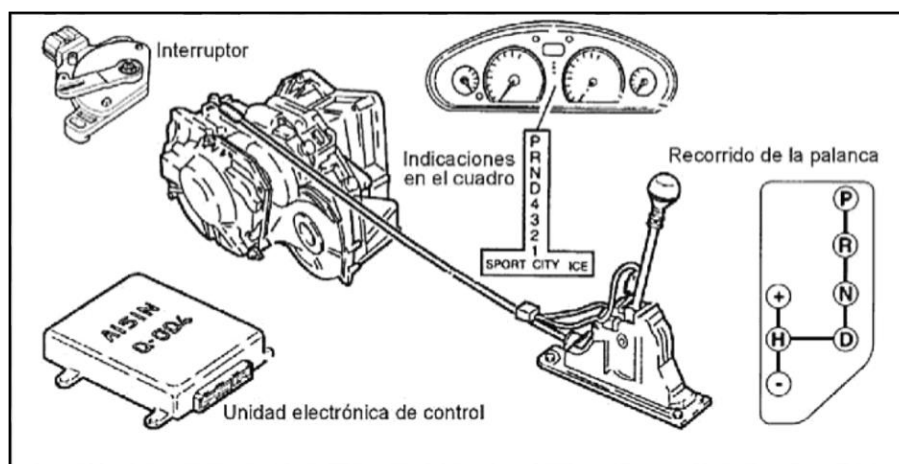


Figura 1.3 Palanca selectora para establecer la condición de marcha del vehículo
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 71)

En la Figura 1.3 Esta palanca se enlaza por medio de un cable “bowden” con el mecanismo selector en la caja de cambios (constituido por una válvula hidráulica manual). y con un interruptor eléctrico que detecta la posición. ambos ubicados en el cambio automático. Las distintas posiciones que puede ocupar la palanca del cambio en su recorrido lineal están marcadas en su base y son señalizadas en el cuadro de instrumentos del vehículo, en una ventana para tal efecto.

Dado que en los cambios automáticos el giro del motor es transmitido directamente al eje de entrada de la caja de cambios, a través del convertidor de par, en cuanto es puesto en marcha el motor, el convertidor comienza a impulsar el aceite, que incide en la turbina y aplica el esfuerzo de tracción a la caja de cambios y las ruedas, lo que implica el inicio de movimiento del vehículo. Por ello debe impedirse el arranque del motor para posiciones del mando que no sean la de parking o punto muerto. pues en el resto se obtendría un impulso de marcha del vehículo. importante si en el arranque se efectúa una aceleración (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 71).

Para realizar esta función se dispone sobre la palanca del cambio y la llave de contacto un dispositivo inhibidor, que cuando la palanca está en alguna de las posiciones de marcha, se produce el bloqueo de la llave de contacto, que no puede girar para efectuar el arranque. Igualmente, la llave no puede extraerse más que en la posición de parking. de manera que al abandonar el vehículo quede. además, bloqueada la transmisión. Por otro lado, la palanca de mando dispone un sistema de bloqueo que requiere activar la llave de contacto y pisar el pedal de freno para que pueda moverse la palanca a sus distintas posiciones (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 71).

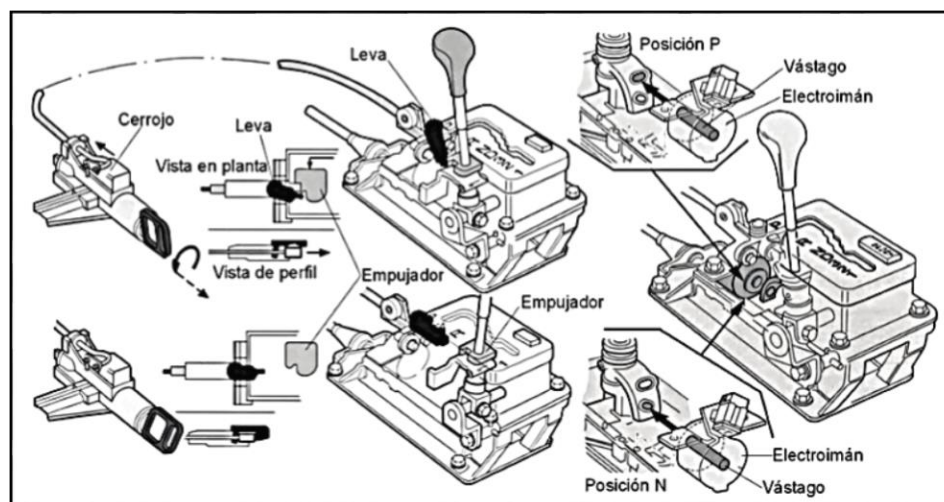


Figura 1.4 Estructura de un dispositivo de bloqueo
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 72)

La Figura 1.4 muestra la estructura de un dispositivo de bloqueo, donde puede verse que la carcasa de la llave de contacto dispone de un cerrojo. Enlazado por un cable a una leva que puede ser accionada por la propia palanca del cambio. De manera que, en cualquiera de sus posiciones, salvo en la P, bloquea el extremo del cable unido al cerrojo de la llave de contacto, quien a su vez impide que dicha llave pueda ser extraída. Por el contrario, en la posición P se activa la leva que libera el extremo del cable de mando, que desbloquea el cerrojo y permite la extracción de la llave. Por otra parte, junto a la base de la palanca de mando se disponen unos electroimanes, cuyos vástagos inmovilizan dicha palanca en las posiciones P o N, en las cuales se permite el arranque del motor. Cuyo circuito eléctrico es activado por el interruptor multifunción, movido como se ha comentado por la propia palanca. Una vez efectuado el arranque, si se desea mover la palanca es preciso pisar el pedal del freno, con cuya acción, un circuito eléctrico activa los electroimanes para el desbloqueo de la palanca (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 72).

Con la palanca del cambio en la posición P de parking, el eje de salida del movimiento del cambio automático queda enclavado por medio de un trinquete, con lo cual, la transmisión queda bloqueada.

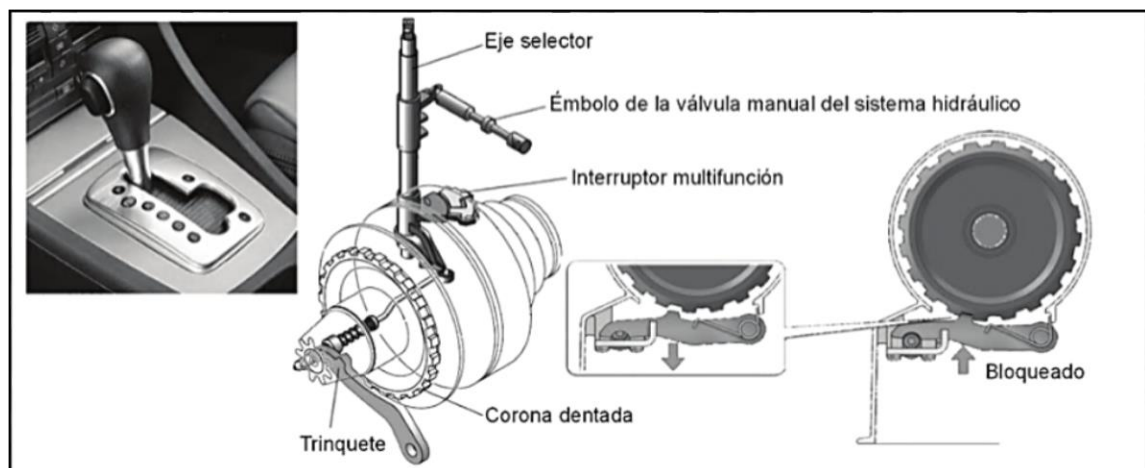


Figura 1.5 Dispositivo enclavado por medio de un trinquete
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 72)

En la Figura 1.5 se muestra que éste dispositivo consiste en una rueda dentada instalada en el árbol de salida de movimiento, que puede ser enclavada por un trinquete, que es desplazado hacia la rueda por un pulsador activado por la palanca selectora. Cuando ocupa la posición "P".

En esta posición de la palanca selectora, también son activados el émbolo de la válvula manual y el interruptor multifunción, que permite el accionamiento del motor de arranque. Se utiliza en los estacionamientos del vehículo, y debe ser solicitada solamente cuando éste se encuentra completamente parado. En la posición N de la palanca del cambio, la transmisión automática se encuentra en punto muerto, permitiendo el arranque y posterior giro del motor, sin que sea transmitido movimiento a las ruedas. En esta posición el vehículo puede ser empujado y también remolcado en trayectos cortos. Las posiciones R y D corresponden respectivamente a la marcha atrás y marcha adelante con cambio automático y en ellas queda imposibilitado el arranque del motor (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 73).

Algunos vehículos establecen posiciones 4, 3, 2, marcadas en el recorrido lineal de la palanca del cambio, que limitan el paso de las relaciones de marcha. Así, por ejemplo, cuando se selecciona la posición 3 de la palanca, queda predispuesto el sistema para que solamente puedan engranar las tres primeras relaciones de marcha, es decir desde la 1ª velocidad a la 3ª, tanto en sentido ascendente, como descendente. Estas posiciones suelen seleccionarse en circulación por ciudad o montaña (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 73).

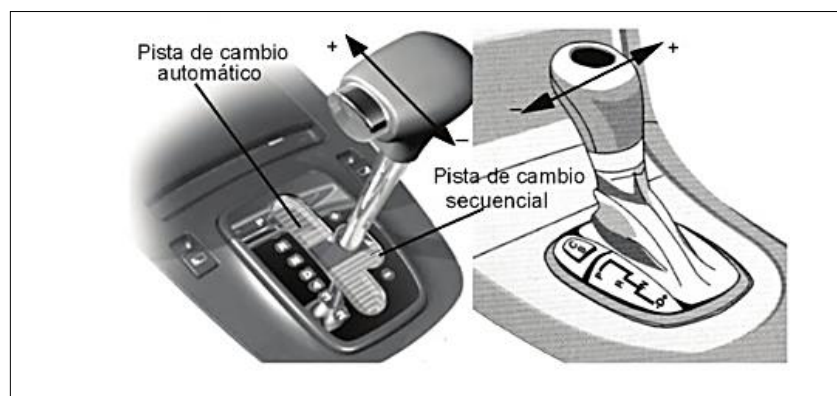


Figura 1.6 Cambios automáticos actuales gestionados electrónicamente
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 73)

Como muestra el detalle de la izquierda en la Figura 1.6 los cambios automáticos actuales son gestionados electrónicamente y posibilitan un modo de utilización de tipo manual, en el que el conductor puede seleccionar las velocidades de forma secuencial! con un leve movimiento lateral de la palanca del cambio cuando ésta ocupa la posición correspondiente a marcha automática hacia delante, o bien llevando la palanca del cambio hacia un lado,

desde la posición D. En esta nueva pista, un ligero movimiento de la palanca hacia delante produce el cambio a una velocidad superior, mientras que hacia atrás cambia a una relación más corta.

Esta utilización del cambio que algunos fabricantes suelen denominar "Tiptronic" permite efectuar procesos de retención a voluntad del conductor, que selecciona la velocidad deseada. La electrónica de la caja de cambios posibilita esta selección, siempre que ello no implique una subida de régimen motor excesiva. Se utiliza esta posición preferentemente en circulación por montaña y puede ser seleccionada tanto a vehículo parado, como en marcha (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 74).



Figura 1.7 Ubicación de la palanca selectora de cambios
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 73)

En la Figura 1.7 se muestra cómo en algunos vehículos se sustituye la palanca selectora del cambio por una maneta ubicada junto al volante de la dirección. En el propio volante se incorporan unos pulsadores para el cambio secuencial.

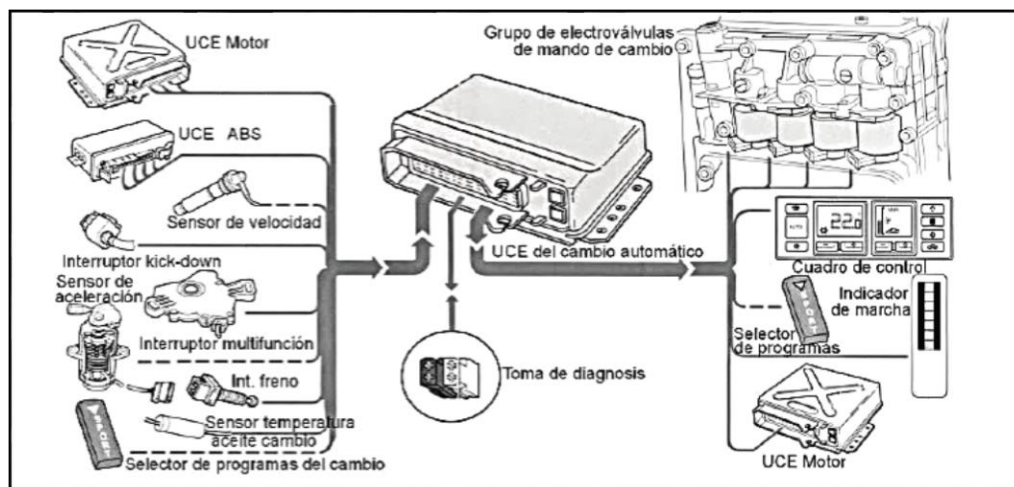


Figura 1.8 Central electrónica y distintos sensores
(Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 74)

En la Figura 1.8 se indica que, en los cambios automáticos, el paso de las distintas relaciones de marcha se realiza de manera automática, como se ha dicho, siendo la central electrónica quien determina los instantes de cambio de relación, en función de las condiciones de marcha del vehículo, para lo cual recibe información permanente de distintos sensores, como el de régimen del motor, posición del acelerador, velocidad del vehículo, posición de la palanca del cambio, etc. En función de estas señales activa las electroválvulas del distribuidor para el cambio de la relación de marcha, utilizando los programas grabados en sus memorias (Alonso, Sistemas de transmisión y frenado, 2014, pág. 74).

1.13 TRANSMISIONES TIPTRONIC F4A41, F4A42, F4A51

Los tipos de transmisiones Tiptronic F4A41, F4A42, F4A51 son de cuatro velocidades, de tracción delantera, con controles totalmente electrónicos para los cambios ascendentes y descendentes, con la 4^{ta} marcha siendo sobremarcha. Las relaciones de transmisión individuales se logran a través de dos conjuntos de engranajes planetarios conectados uno detrás del otro. Los componentes de los juegos de engranajes planetarios son accionados o sujetados por medio de cinco paquetes de embrague de placa múltiple, y algunos de los modelos posteriores están equipados con una pequeña abrazadera. En éstas transmisiones para disminuir el consumo de combustible, el embrague del convertidor de par es aplicado por el módulo de control de la transmisión o por sus siglas en inglés (transmission control module) TCM o por el Módulo de Control del Tren de Potencia (Powertrain Control Module) PCM, dependiendo de la posición del acelerador y la velocidad del vehículo. Esta unidad funciona de manera muy parecida a la transmisión Chrysler 41TE. Estas unidades se encuentran actualmente en varios modelos de Mitsubishi, Dodge Stratus, algunos modelos de Hyundai y algunos modelos de Kia.

En la parte superior de la transmisión se localiza una placa metálica donde se encuentra la información de identificación, donde la primera letra indica si la caja de cambio es de un auto tracción delantera o tracción posterior. A continuación, la Tabla 1.3 indica las características de identificación.

Tabla 1.3 Codificación transmisiones
Identificación transmisión F4A51K2E5B1

| Ubicación | Código | Característica |
|---|--------|--------------------|
| Primera posición (Eje motriz) | F | Tracción delantera |
| | R | Tracción posterior |
| Segunda posición (Velocidades de avance) | 4 | 4 velocidades |
| | 5 | 5 velocidades |
| Tercera posición (Tipo de transmisión) | A | Automática |
| | M | Manual |
| Cuarta y quinta posición (Capacidad de la transmisión) | 41 | Trabajo ligero |
| | 42 | Servicio estándar |
| | 51 | Tarea pesada |
| Sexta posición (Planta manufacturera) | K | Kyoto |

Fuente: (ATSG, 2005, pág. 3)

Es muy importante saber leer la codificación de cada una de los tipos de cajas automáticas que podemos encontrar, porque en nuestro medio existen una gran variedad de cajas de cambios automáticas Tiptronic diseñadas para modelos específicos.

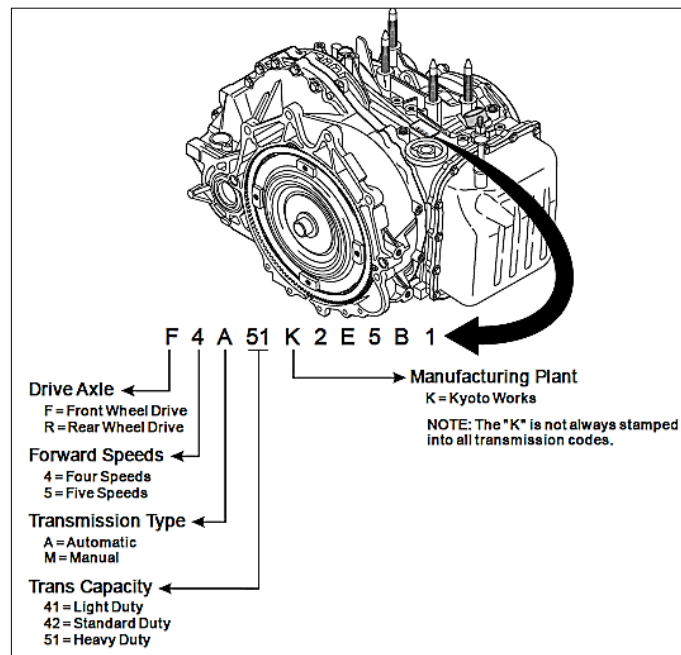


Figura 1.9 Codificación de identificación
(ATSG, 2005, pág. 3)

La Figura 1.9 muestra la ubicación de la placa de identificación y detalla la codificación que ahí viene. Es de ayuda poder identificar las características de trabajo de la caja para tener claro el tipo de caja se utiliza, ésta codificación es necesaria para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos.

1.14 TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA F4A42

La transmisión automática F4A42 viene implementada en los modelos de autos marca Hyundai exactamente en las versiones Santa Fe y Tucson, y en algunos vehículos de marca Kia. Éste vehículo en nuestro país implementa dos versiones de motores, también incorpora dos versiones de cajas de cambios una manual y una automática.

La Tabla 1.4 indica algunas especificaciones de la transmisión empleada en modelos de autos de la marca Hyundai.

Tabla 1.4 Especificaciones técnicas transmisiones automáticas Hyundai

| ITEM | F4A42-1 | F4A42-2 |
|-------------------------------|--|----------|
| Tipo de convertidor de par | 3 elementos, 1 etapa, Tipo 2 fases | |
| Tipo de Transmisión | 4 velocidades hacia adelante, 1 velocidad de reversa | |
| Desplazamiento del Motor | 2 0 DOHC | 2 7 DOHC |
| Relación del engranaje | | |
| 1ra | 2 842 | 2 842 |
| 2da | 1 529 | 1 529 |
| 3ra | 1 000 | 1 000 |
| 4ta | 0 712 | 0 712 |
| Reversa | 2 480 | 2 480 |
| Relación de transmisión final | 4 407 | 4 402 |

Fuente: (Company, 2017, pág. 2)

1.15 CONVERTIDOR DE PAR

Es un mecanismo que se utiliza en los cambios automáticos en sustitución del embrague, y realiza la conexión entre la caja de cambios y el motor. En este sistema no existe una unión

mecánica entre el cigüeñal y el eje primario de cambio, sino que se aprovecha la fuerza centrífuga que actúa sobre un fluido (aceite) situado en el interior del convertidor. Consta de tres elementos que forman un anillo cerrado en forma toroidal (como una rosquilla "donuts"), en cuyo interior está el aceite. Una de las partes es el impulsor o bomba, unido al motor, con forma de disco y unas acanaladuras interiores en forma de aspa para dirigir el aceite. La turbina tiene una forma similar y va unida al cambio de marchas. En el interior está el reactor o estator, también acoplado al cambio. Cuando el automóvil está parado, las dos mitades principales del convertidor giran independientes. Pero al empezar a acelerar, la corriente de aceite se hace cada vez más fuerte, hasta el punto de que el impulsor y la turbina (es decir, motor y cambio), giran solidarios, arrastrados por el aceite.

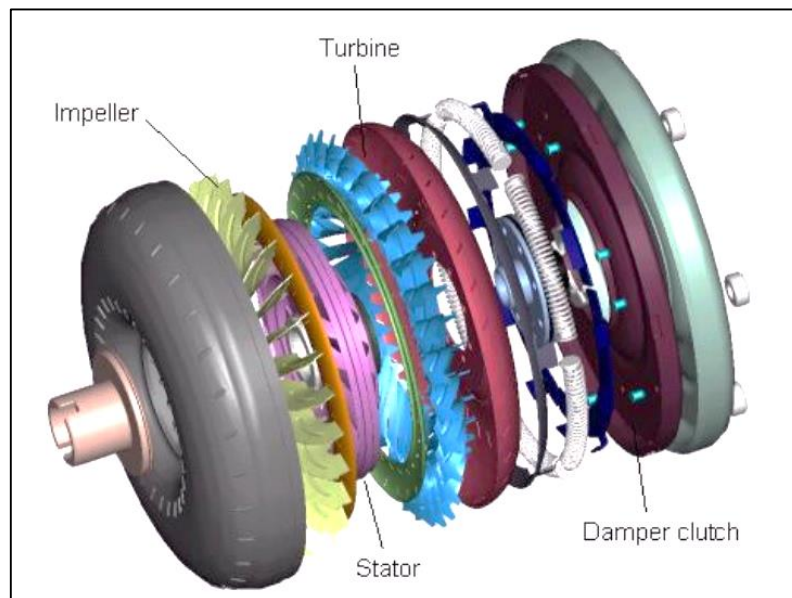


Figura 1.10 Componentes convertidor de par
(Sarmiento, 2015, pág. 21)

En la Figura 1.10 se muestra al impulsor o impulsor, es una parte del convertidor de par del cual penetra la potencia en el convertidor de par. Corrientemente, el impulsor recibe el nombre de bomba, lo que técnicamente es exacto. No obstante, se recomienda utilizar el nombre de impulsor, para evitar la confusión con las bombas de presión y otros tipos de bombas (Montufar, Tigse, & Coronel, 2017, pág. 14).

El estator que se puede ver en la Figura 1.10 es un elemento que mejora las condiciones de funcionamiento en la circulación del aceite. Tiene como misión redirigir el aceite ocupado por la turbina y entregarlo al impulsor, cambia de dirección el flujo de aceite, esto permite

aumentar el impulso del aceite. Dentro del estator se encuentra un cojinete de un solo sentido, lo que permite que este solo gire en un determinado sentido. El estator se usa para redirigir el flujo de la turbina de regreso hacia la parte de la bomba, para completar el flujo de aceite. Está montado sobre un mecanismo de rueda libre que le permite desplazarse libremente cuando los elementos del convertidor giran a una velocidad aproximadamente igual (Montufar, Tigse, & Coronel, 2017, pág. 14).

Un tercer componente es la turbina que se observa en la Figura 1.10 es un elemento conducido y va acoplada a la caja de cambios. La parte de la bomba del convertidor de par dirige aceite presurizado contra la turbina para hacerla girar. La turbina está conectada a una flecha, para transferirle potencia a la transmisión. Tiene como misión recibir el aceite enviado por el impulsor. La turbina gira en conjunto con el eje de salida ya que estos están unidos en un mismo eje (Montufar, Tigse, & Coronel, 2017, pág. 15).

Las ventajas del convertidor de par son:

- Variación continua en el par y la velocidad sin tener un control externo.
- Se produce un aislamiento de la vibración.
- Se genera una absorción de la carga de choque.
- Se necesita un tipo de mantenimiento reducido.
- El modo de trabajo se genera libre del desgaste de componentes a corto plazo.

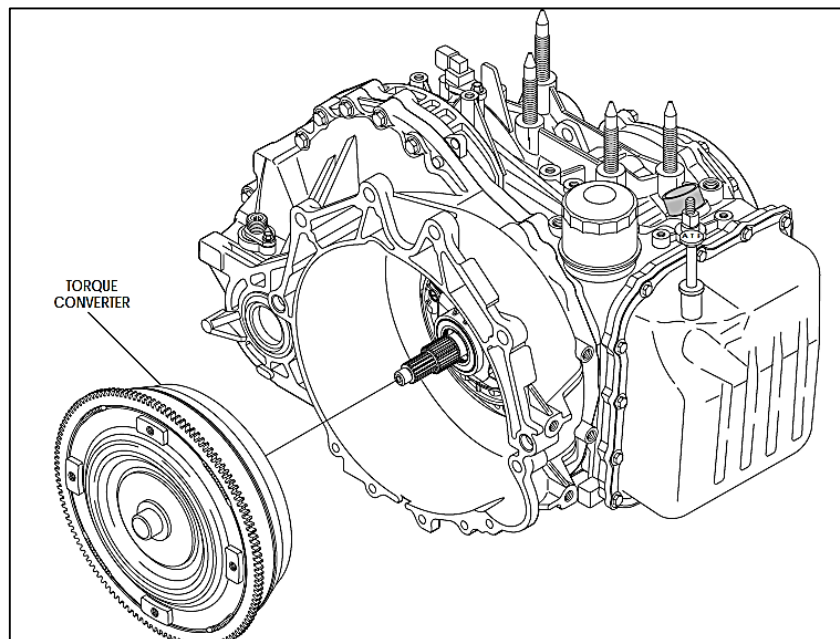


Figura 1.11 Ubicación del convertidor de par en la caja F4A42 (ATSG, 2005, pág. 20)

La Figura 1.11 indica la ubicación real del convertidor de par en la caja de cambio automática F4A42 la cual se utiliza en el banco de pruebas.

1.16 PALANCA DE MANDO

Las transmisiones automáticas cumplen la función sobre el conductor de facilitar la tarea de generar un cambio de velocidad mediante la utilización de un pedal que es el embrague, en cambio, el cambio de marcha se produce sin utilización del pedal del embrague, pero si con la manipulación de la palanca selectora de marchas que se encarga de activar y desactivar las relaciones de trasmisión correspondientes de la caja de cambios, en este caso selecciona las marchas de la caja montada en el banco de pruebas.



Figura 1.12 Palanca de cambios transmisión automática

La Figura 1.12 indica la palanca de cambios de una transmisión automática, mediante ésta palanca se realizan los cambios de marcha para obtener la velocidad y potencia deseada del automotor.

Las posiciones que puede ocupar la palanca son:

- P (aparcamiento y posición de arranque): En esta posición, la rueda de aparcamiento se encarga de enclavar el eje de salida del movimiento. Es equivalente al freno de mano de las transmisiones manuales: sólo se emplea con el vehículo totalmente parado, para evitar que se desplace, y permite accionar el motor de arranque.
- R (marcha atrás): En cuanto se accione el acelerador el coche empezará a desplazarse hacia atrás, por lo que esta posición está bloqueada para velocidades superiores a los 10 km/h hacia adelante.
- N (punto muerto y posición de arranque): El posible movimiento del motor no se transmite a las ruedas.
- D (directa): En cuanto se selecciona esta posición la caja de velocidades queda en posición de primera velocidad. Al accionar el acelerador y comenzar la marcha es la propia caja la que gestiona los cambios necesarios en la relación de marchas. Puede ser seleccionada tanto a vehículo parado como en marcha.

Las posiciones P, R y 1 requieren el desbloqueo de un seguro que evita que sean seleccionadas durante la marcha accidentalmente. Cuando la palanca de mando está en alguna de las posiciones automáticas, los cambios de velocidad se producen con arreglo a tres factores: la velocidad del vehículo, la posición de la palanca selectora y la solicitud del acelerador (régimen del motor). De este modo, el conductor puede obtener del cambio una conducción flexible y económica, o bien deportiva, según cómo solicite el pedal del acelerador (Aliaga, Anso, Lasala, & Manso, 2012, pág. 5).

Al pisar a fondo el acelerador se consigue mayor rendimiento de cada velocidad, mientras que, si se acelera parcialmente, el cambio de relación se produce a un régimen del motor bastante más bajo. También existe un dispositivo automático que funciona al pisar bruscamente a fondo el acelerador y que cambia a una velocidad más corta si no supone un incremento inadmisibile de las revoluciones del motor.

1.17 TRENES EPICICLOIDES

En las cajas manuales el cambio de marcha implica la desconexión de una combinación de ruedas dentadas para realizar la transmisión a través de otro juego de engranajes más o menos reductor. Todos los engranajes de que dispone la caja, incluso los que no están participando en la transmisión, están girando y por eso son necesarios los sincronizadores en el momento de cambiar a una nueva marcha. La filosofía del cambio en cajas automáticas es opuesta: todas las ruedas están engranadas, pero no siempre giran (García, Tolosa, Solloa, Casquero, & Álvarez, 2001, pág. 6).

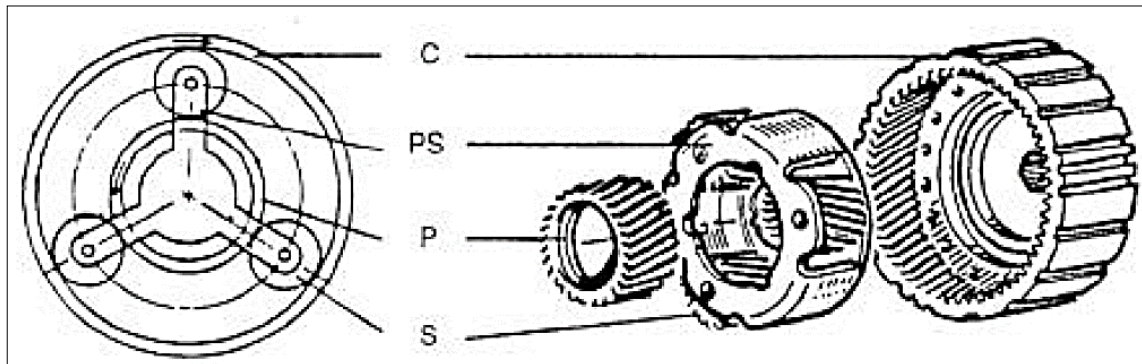


Figura 1.13 Componentes del tren epicycloidal
(García, Tolosa, Solloa, Casquero, & Álvarez, 2001, pág. 6)

La Figura 1.13 indica los componentes básicos del tren epicycloidal, donde:

- C: Es la corona
- P: Piñón planetario
- PS: Portasatélite
- S: Satélite

El mecanismo epicycloidal tiene tres movimientos de giro concéntrico (C, P, PS). Sin embargo, en una caja de velocidades automática los ejes de entrada y salida son únicos, lo cual uno de los tres giros parece repetido. De hecho, las diferentes relaciones de marcha se obtendrán eliminando ese giro redundante de diferentes opciones que tenga la transmisión, puede ser mediante frenos y embragues.

En la Tabla 1.5 se observa que detener el movimiento giratorio del portasatélites supone una inversión del sentido de giro, efecto que puede aprovecharse en la marcha atrás o reversa como se le conoce comúnmente. Por otra parte, para conseguir una reducción unidad o transmisión directa basta impedir el movimiento relativo de todos los elementos y comunicar el giro al piñón planetario, ya que así el conjunto gira solidariamente (García, Tolosa, Solloa, Casquero, & Álvarez, 2001, pág. 9).

Tabla 1.5 Relaciones de giro tren epicicloidal

| ELEMENTO FIJO | ENTRADA | SALIDA | RELACIÓN DE GIRO |
|---------------------|----------------|---------------------|------------------|
| Portasatélites (PS) | Planetario (P) | Corona (C) | $r = -Rp/Rc$ |
| Corona (C) | Planetario (P) | Portasatélites (PS) | $r = Rp/2Rps$ |
| Planetario (P) | Corona (C) | Portasatélites (PS) | $r = Rc/2Rps$ |

Fuente: (García, Tolosa, Solloa, Casquero, & Álvarez, 2001, pág. 9)

1.18 ELEMENTOS MECÁNICOS DE MANDO

Es clara la necesidad de sistemas de embrague y frenado para la explotación de las posibilidades de relación de velocidades que ofrece el mecanismo de una caja automática. Sin embargo, no son los únicos elementos mecánicos de mando.

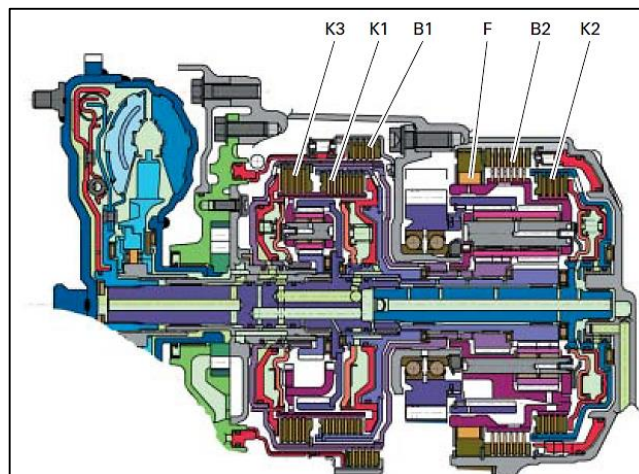


Figura 1.14 Vista seccionada de los componentes de mando
(AG, 2013, pág. 27)

La Figura 1.14 presenta los elementos de mando de la transmisión automática, donde:

- K1, K2 y K3: Embragues multidisco giratorios
- B1 y B2: Frenos multidisco fijos
- F: Piñón libre

1.19 EMBRAGUES

Se emplean embragues multidisco en baño de aceite accionados por un circuito hidráulico. El embrague dispone de dos tipos de discos: los guarnecidos, unidos al elemento que recibe el giro desde la turbina del convertidor de par, y los de acero, solidarios al elemento a arrastrar. Cuando se requiere embragar ambos elementos, el circuito hidráulico proporciona la presión necesaria para desplazar el pistón y con ello oprimir las parejas de discos hasta que por rozamiento los guarnecidos arrastren a los de acero sin deslizamiento relativo. Cuando no actúa la presión, un muelle antagonista retira el pistón y elimina el empuje de éste.

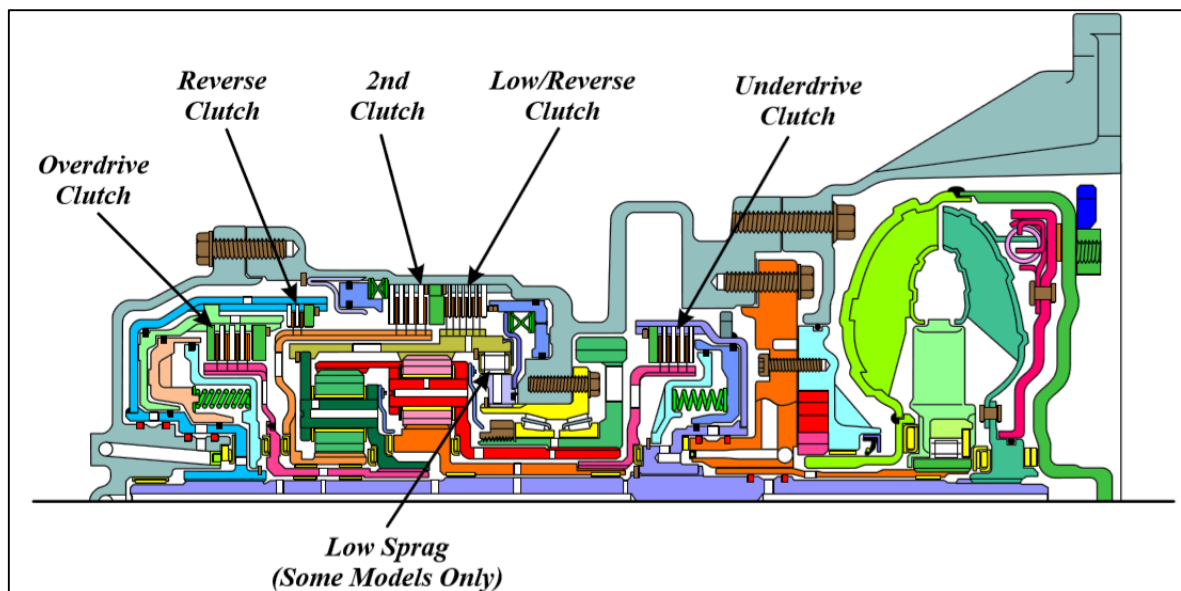


Figura 1.15 Componentes internos de la transmisión
(ATSG, 2005, pág. 5)

La Figura 1.15 indica los componentes internos que trabajan para que se dé el funcionamiento correcto de la transmisión automática.

1.20 FRENOS

La única diferencia entre frenos y embragues es que unos de los discos no giran con el eje de entrada a la caja, sino que está fijados a la carcasa. Por lo demás la tecnología y el concepto de funcionamiento son los mismos. También pueden encontrarse frenos que emplean para detener el elemento giratorio la fricción de una cinta que lo rodea.

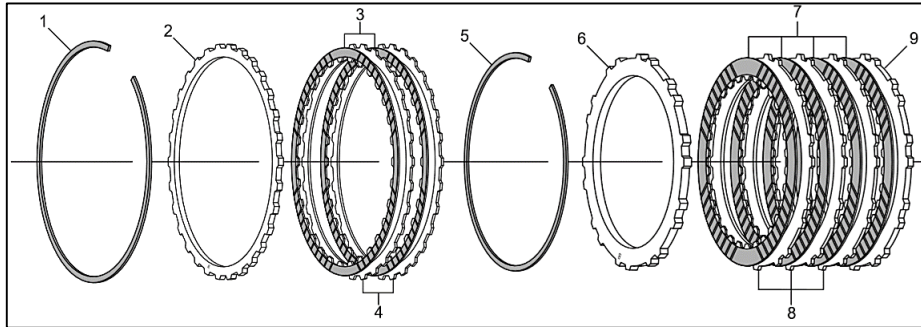


Figura 1.16 Frenos y embragues de la transmisión automática
(ATSG, 2005, pág. 46)

La Figura 1.16 indica varios componentes de la transmisión y entre ellos se observa los elementos de frenado que son los números 2 y 6

1.21 RUEDA DE APARCAMIENTO

Se trata de un mecanismo de enclavamiento que se emplea para estacionar el vehículo impidiendo cualquier movimiento de éste.

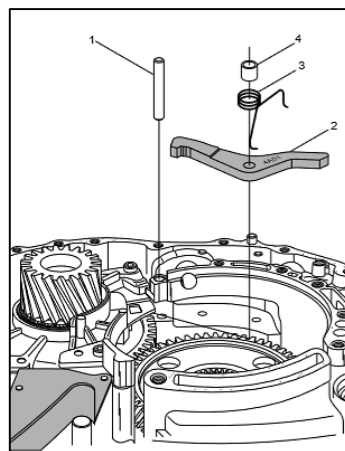


Figura 1.17 Componentes del sistema de aparcamiento.
(ATSG, 2005, pág. 38)

La Figura 1.17 indica los componentes involucrados en el sistema de aparcamiento con los cuales la transmisión automática permite la detención segura del vehículo.

1.22 SISTEMA HIDRÁULICO

El funcionamiento de las cajas de cambio automáticas está regulado por el circuito hidráulico, que es el que implementa la relación apropiada en función de las condiciones de funcionamiento del motor y la marcha del vehículo entre otras. En este funcionamiento intervienen la válvula manual y las válvulas de paso, junto con los electros pilotos incorporados a ellas que reciben las señales eléctricas de una central electrónica.

La selección automática de las distintas relaciones de marcha en los cambios automáticos, se realiza por mediación de circuitos hidráulicos, ayudados por elementos eléctricos o electrónicos. El diseño de estos circuitos varía de unos modelos a otros, según el cambio automático al que se aplica, pero en lo esencial difieren poco y utilizan componentes similares. La activación de los frenos y embragues, para la obtención de las distintas relaciones de marcha está encomendada al distribuidor hidráulico DH, del que forman parte varias válvulas de corredera. Hasta aquí se hace llegar el aceite a presión procedente de la bomba, que también lo envía directamente al convertidor hidráulico de par y a los puntos de engrase del cambio automático. Desde el distribuidor hidráulico, el aceite puede pasar a los frenos y embragues, siguiendo un recorrido a través de las distintas válvulas de paso, que es función de la posición que ocupa la palanca selectora de velocidades, que actúa sobre la válvula corredera integrada en el distribuidor.

Para una determinada posición de esta palanca, la selección de las distintas relaciones de marcha es comandada por las electroválvulas, que a su vez son gobernadas por la unidad electrónica del sistema, que recibe las señales fundamentales de los sensores de velocidad del vehículo y carga del motor (Alonso, 2008 , pág. 134).

1.23 ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE MANDO

La selección automática de las distintas relaciones de marcha en los cambios automáticos se realiza mediante circuitos hidráulicos comandados por elementos electrónicos.

El sistema de control hidráulico consiste de una bomba de aceite que genera la presión hidráulica para la transmisión. Tiene válvulas y solenoides que controlan la presión hidráulica o el interruptor del paso de aceite. Las válvulas y solenoides están instaladas en el cuerpo de válvulas. Para producir un cambio más suave y de mejor calidad, la presión del embrague trasero es controlada en forma independiente, es posible el salto del cambio de 4^{ta} → 2^{da} y la presión de línea del 3^{ra} y 4^{ta} velocidad es reducida.

Existen 6 válvulas solenoides que están incorporadas en el cuerpo de válvulas. Dos de ellas son del tipo controladas por rendimiento y el resto del tipo ON/OFF.

Controladas por rendimiento: Válvula solenoide A/B para el control de presión

Tipo ON/OFF: Válvula solenoide de control de cambio A/B/C, válvula solenoide de control del embrague de amortiguación.

Para prevenir un mal funcionamiento mecánico tal como el atascamiento de una válvula, se incorporó la válvula de seguridad contra falla para evitar el bloqueo interno. La presión de línea es regulada en cuarta velocidad para mejorar la eficiencia de la potencia de transmisión. Esta función es ejecutada por la válvula de Alta-Baja presión y la válvula reguladora (Diasa, pág. 30).

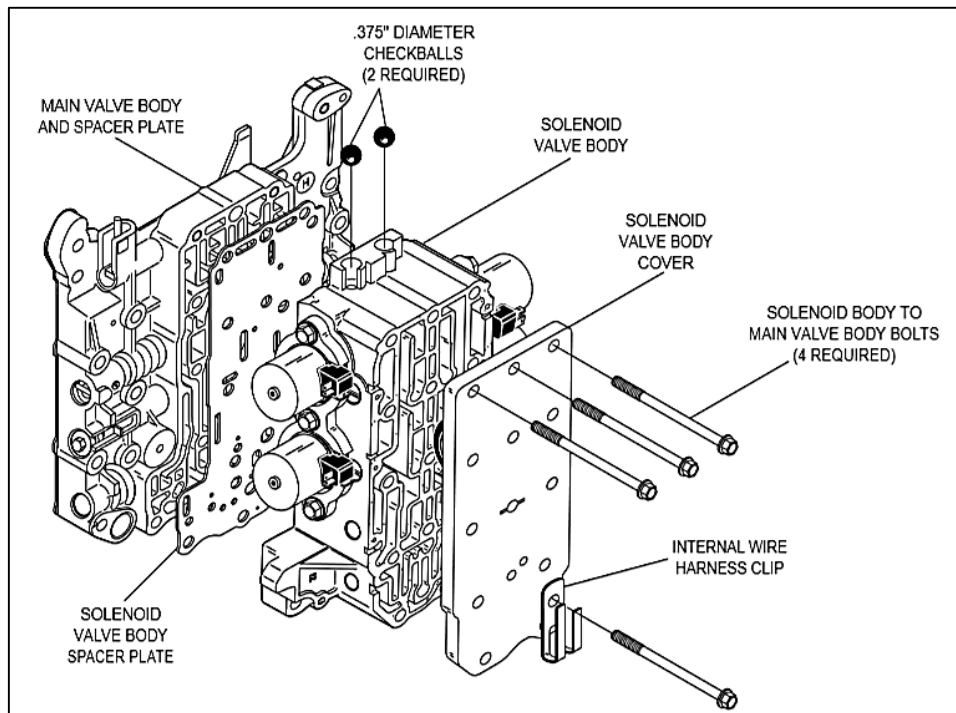


Figura 1.18 Cuerpo de válvulas
(ATSG, 2005, pág. 74)

La Figura 1.18 indica los componentes que intervienen en el manejo de la presión del fluido para que funcione correctamente la transmisión.

1.24 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

El funcionamiento del sistema hidráulico se genera mediante la presión proveniente del convertidor de par y la bomba de aceite que se encuentran trabajando conjuntamente para posteriormente dirigirse el fluido a diversos componentes la cual indica el sistema hidráulico para la posición P.

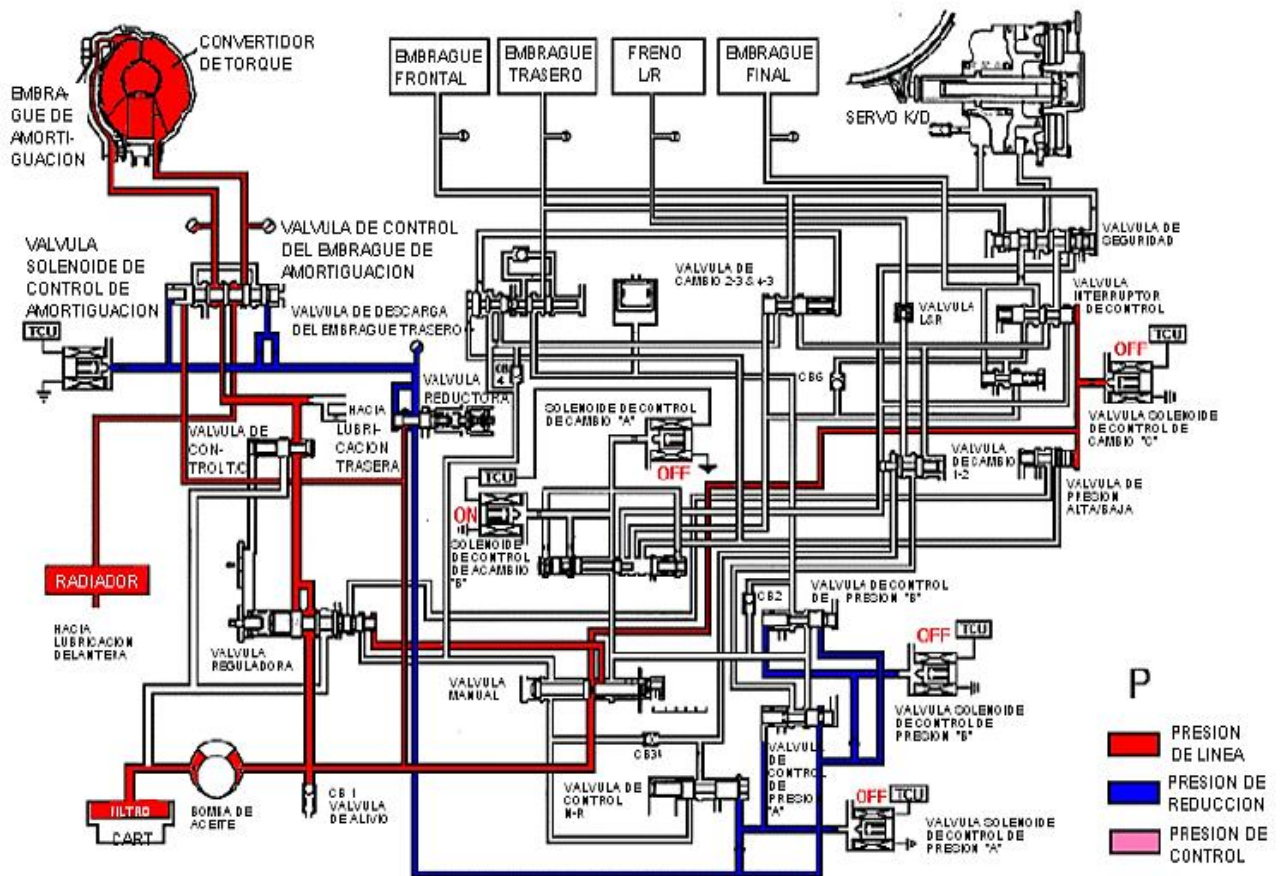


Figura 1.19 Líneas de presión para la posición P de la transmisión (KIA, 2017, pág. 45)

En la Figura 1.19 presenta los ductos de presión existentes en el cuerpo de válvulas donde se realiza los cambios de direccionalidad del fluido para que el resto de componentes de la transmisión puedan funcionar en función de la marcha que ha sido solicitada por el

conductor. El fluido hace su inicio en el filtro de aceite que es succionado por la bomba de aceite para posteriormente ser enviado por un primer ducto hacia una válvula de accionamiento manual para la posición de la palanca selectora y otro ducto hacia una válvula reguladora y a su vez pasa por una válvula de control y finalmente se dirige hacia el convertidor de par pasando por válvulas de amortiguación, adicionalmente el fluido es refrigerado en un radiador que se ubica generalmente al frente del vehículo, un segundo ducto lleva el fluido desde la válvula manual hacia a los solenoide de control de cambio que se encuentra en la posición OFF. También el gráfico presenta una segunda presión representada de color azul que representa la reducción de presión esto para mejorar el funcionamiento de la transmisión y no existan golpeteo en el funcionamiento, el inicio de esta presión se genera en la válvula de amortiguación pasando por una válvula reductora para finalmente llegar a las válvulas de control de presión.

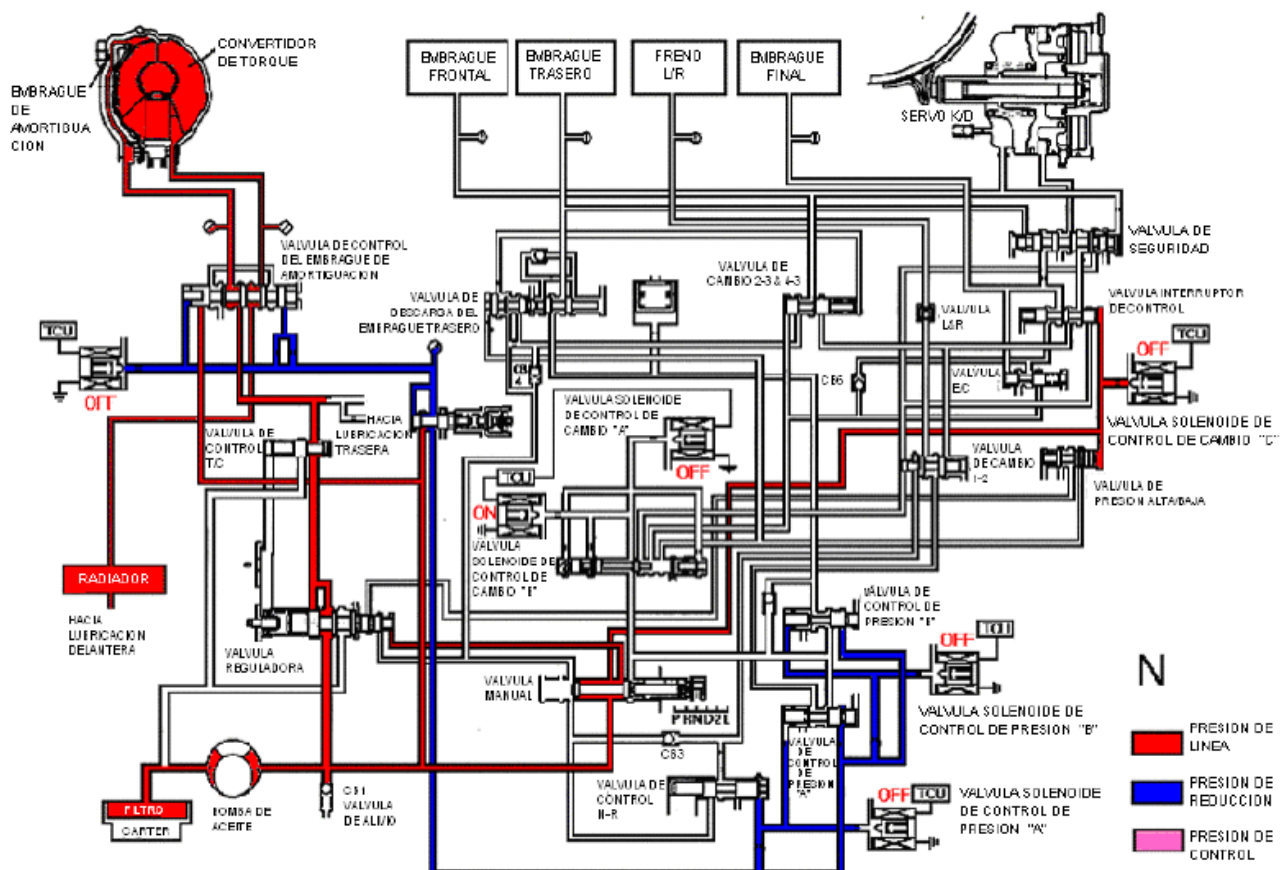


Figura 1.20 Líneas de presión para la posición N de la transmisión (KIA, 2017, pág. 46)

La Figura 1.20 indica el recorrido de fluido cuando la transmisión se encuentra en la posición N. El fluido inicia su recorrido en el filtro de aceite, pasa hacia la bomba de aceite donde se empieza a generar la presión en la línea de trabajo llegando a las dos primeras válvulas tanto la una es manual y la otra es reguladora, de esta última pasa por una válvula de control para que el fluido pueda ser dirigido hacia el convertidor a través de las válvulas de amortiguación, por otro circuito el fluido va desde la válvula manual hasta el solenoide de control de cambio que se encuentra en posición OFF y de igual forma llega a la válvula de cambio 1 – 2. La presión de reducción se encuentra desde la válvula y solenoide de amortiguación pasando por una válvula reductora de presión hasta los solenoides de control de presión y a la válvula de control de posición N – R.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BANCO DE DIAGNÓSTICO

A continuación, se hace una descripción completa de todo el banco de pruebas de caja TIPTRONIC y de todos sus componentes acoplados para hacer mediciones de sus presiones de funcionamiento y actuación de los solenoides internos.

2.1.1 ESTRUCTURA DEL BANCO DIDÁCTICO

El banco didáctico de la caja Tiptronic está compuesto por los siguientes componentes que se detallan a continuación:

2.1.1.1 ESTRUCTURA METÁLICA

El diseño de la estructura se encuentra generado en un software de diseño mecánico para asegurar su buen desempeño y pueda responder a los factores de trabajo exigidos al momento del funcionamiento de todos los componentes.

El material utilizado para la construcción tiene las siguientes especificaciones técnicas como se indica en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Especificaciones tubo cuadrado

| Tubería estructural cuadrada | |
|---|---------------|
| Largo nominal | 6 m |
| Recubrimiento | Negro |
| Calidad de Acero | ASTM A 500 |
| Norma de fabricación | NTE INEN 2415 |
| B: 40 mm e: 1,50 mm Peso: $1.77 \frac{Kg}{m}$ | |

Fuente: (IPAC, 2014, pág. 1)

A continuación, en la Tabla 2.2 se da a conocer todas las especificaciones técnicas del tubo rectangular que se empleará para la estructura del banco de pruebas de caja Tiptronic.

Tabla 2.2 Especificaciones tubo rectangular

| Tubería estructural rectangular | |
|---|---------------|
| Largo nominal | 6 m |
| Recubrimiento | Negro |
| Calidad de Acero | ASTM A 500 |
| Norma de fabricación | NTE INEN 2415 |
| H: 80 mm B: 40 mm e: 1.50 mm Peso: $2,71 \frac{Kg}{m}$ | |

Fuente: (IPAC, 2014, pág. 1)

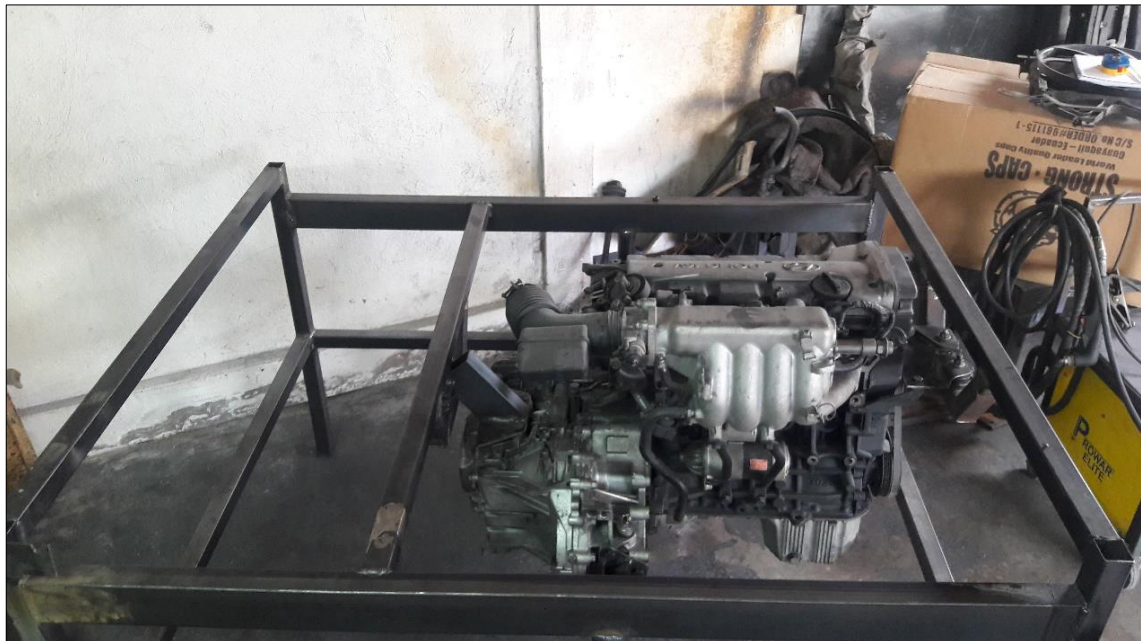


Figura 2.1 Estructura metálica

La Figura 2.1 indica la estructura metálica que se realizó con los materiales anteriormente descritos y conjuntamente con el motor y la transmisión ya posicionados en el banco de pruebas.

La posición del motor y transmisión se definió pensando en facilitar las conexiones de las cañerías de presión hacia el tablero, de tal forma que se utilice el menor material y el menor recorrido de la presión del fluido de la transmisión.

2.1.1.2 PROCESOS DE ENSAMBLE DE ESTRUCTURA METÁLICA

El ensamblaje de la estructura metálica se realiza utilizando el proceso de suelda GMAW que es un proceso semiautomático de soldadura con electrodo consumible y continuo que es alimentado a la pistola juntamente con un gas inerte. Algunas de las características del proceso de soldadura se observan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Especificaciones proceso de soldadura

| Especificaciones proceso de soldadura | |
|---------------------------------------|--------------|
| Soldadora | MIG |
| Amperaje | 270 Amperios |
| Modelo | MIG/MMA 270 |
| Voltaje | 220 V |

Fuente: (IPAC, 2014, pág. 1)

2.1.1.3 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

El motor de combustión interna es de marca Hyundai del modelo Tucson, en la Tabla 2.4 se indica todas las especificaciones técnicas que posee éste motor:

Tabla 2.4 Especificaciones técnicas del motor

| MOTOR HYUNDAI TUCSON | |
|----------------------|---------------------|
| Código motor | G4BP |
| Tipo | 2.0 L MPI CVVT Dual |
| Válvulas | 16 válvulas DOCH |
| Cilindraje | 1 999 cc |
| Potencia | 152 HP / 6200 rpm |
| Torque | 196 Nm / 4000rpm |
| Distribución | Correa |
| Sistema de encendido | DIS |

Fuente: (Hyundai, 2006)

2.1.1.4 CABLEADO ELECTRÓNICO

El funcionamiento del conjunto motor y transmisión se genera a partir del control electrónico de la ECU original que viene incorporada en el vehículo Hyundai Tucson, de igual forma se utiliza el mismo cableado que viene incorporado en el automotor anteriormente mencionado.



Figura 2.2. Cableado ECU

En la Figura 2.2 se muestra el cableado original que será instalado bajo parámetros de disposición recomendados por el fabricante.



Figura 2.3 ECU Hyundai Tucson

Como se observa en la Figura 2.3, la unidad de control electrónico (ECU) será instalada en el banco de pruebas para que sea posible su funcionamiento.

2.1.1.5 TANQUE DE COMBUSTIBLE

El tanque de combustible se ubica en la parte inferior derecha para una mejor facilidad de llenado de combustible, de igual forma se encuentra alejado del colector de escape evitando accidentes por incremento de temperatura del contenedor de combustible.



Figura 2.4 Contenedor de combustible

La Figura 2.4 indica un recipiente de combustible adecuado donde se llenará combustible, en éste caso gasolina, ya que el motor utilizado en el banco de pruebas de caja Tiptronic es de ciclo Otto.

2.1.1.6 TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA F4A42

La transmisión es de marca HMC desarrollada por Hyundai que viene implementada en varios modelos comerciales de ésta marca, la Tabla 2.5 describe todo los elementos internos y externos de los cuales consta la caja Tiptronic F4A42.

Tabla 2.5 Componentes internos de la transmisión F4A42

| Elemento | Serie F4A42 |
|-----------------------|------------------------|
| Válvulas solenoidales | 5 unidades controladas |
| Embragues | 3 unidades |
| Frenos | 2 unidades |

Tabla 2.5 Componentes internos de la transmisión F4A42 (Continuación...)

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Embrague de una vía | 1 |
| Tren planetario | 2 conjuntos |
| Control de presión de línea | Válvula reguladora / VFS |
| Sistema de control hidráulico | Control independiente |
| Convertidor de torque | 3 elementos 1 etapa 2 fases |
| Sistema de control electrónico | HIVEC |
| Patrón de cambios | Variable / adaptativo |
| Modo deportivo | Disponible |
| Aceite | ATF |
| Filtro de aceite | Interno |
| Intervalo de sustitución | 40000km |

Fuente: (MC, 2013, pág. 1)

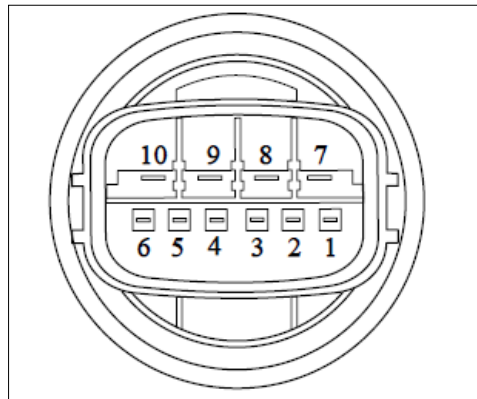


Figura 2.5 Conector transmisión automática
(ATSG, 2005, pág. 10)

La Figura 2.5 indica el conector y su identificación de cada cable. En el diagnóstico electrónico de la transmisión se identifica los conectores, por un lado, el conector que proviene de la transmisión y el otro desde la ECU.

La identificación de cada uno de los terminales o pines del conector de la caja de cambios se muestra en la Tabla 2.6 además, se presenta el valor aproximado de la resistencia medida en Ohm a una temperatura establecida.

Tabla 2.6 Identificación de terminal de conexión transmisión

| Componente | Terminal | Resistencia (Ohm) |
|-------------------------|-----------------|--------------------------|
| Solenoid underdrive | 10 y 3 | 3,6 a 22,2 °C |
| Solenoid overdrive | 10 y 4 | 3,6 a 22,2 °C |
| Solenoid baja / reversa | 10 y 5 | 3,6 a 22,2 °C |
| Solenoid TCC | 9 y 6 | 3,6 a 22,2 °C |
| Sensor TFT | 9 y 7 | 3,6 a 22,2 °C |
| Solenoid de segunda | 1 y 2 | 9,05k a 2,2 °C |

Fuente: (ATSG, 2005, pág. 10)

En la Tabla 2.7 se presenta la identificación de colores para el conector y su respectiva descripción de cada pin de conexión.

Tabla 2.7 Identificación de cables conector transmisión

| Terminal | Color del cable | Descripción |
|-----------------|------------------------|---|
| 1 | Rojo | 5 voltios sensor TFT |
| 2 | Negro | Tierra sensor TFT |
| 3 | Blanco | Tierra solenoide underdrive |
| 4 | Verde | Tierra solenoide segundo embrague |
| 5 | Naranja | Tierra solenoide sobre marcha |
| 6 | Café | Tierra solenoide baja / reversa |
| 7 | Azul | Tierra solenoide TCC |
| 8 | - | No usado |
| 9 | Rojo | Alimentación voltaje a solenoides TCC y baja / reversa |
| 10 | Amarillo | Alimentación voltaje a solenoides underdrive, segunda y sobre marcha. |

Fuente: (ATSG, 2005, pág. 10)

2.1.1.7 TABLERO DE CONTROL

El tablero de control consta de varios elementos que pueden manejar de forma adecuada el banco didáctico:

a) Interruptor para encendido

Se utiliza para encender y poner en marcha al motor de combustión interna utilizado en el banco de pruebas.

b) Tablero de instrumentos

Se encuentra la información necesaria para monitoreo del funcionamiento de la transmisión y motor, entre los parámetros de lectura se tiene las rpm del motor, la temperatura de funcionamiento del motor, la presión de aceite, posición del cambio de la transmisión.



Figura 2.6. Tablero de instrumentos
(Hyundai, 2006, pág. 7)

La Figura 2.6 indica el tablero de instrumentos de un vehículo marca Hyundai en el cual tenemos todas las señales y parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna y de la caja Tiptronic.

2.2 FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN TIPTRONIC

El funcionamiento de la transmisión depende en gran parte de la presión del fluido hidráulico ya que mediante el funcionamiento de válvulas y actuadores sobre una presión establecida se logra las marchas que el conductor desee.

Al interior de la transmisión automática existen elementos que trabajan dependiendo de la necesidad de desplazamiento del vehículo, o a su vez de la necesidad del conductor como son velocidad, potencia y reducción de velocidad.

A continuación, en la Tabla 2.8 se describen los elementos internos de operación presentes en la caja de cambios.

Tabla 2.8 Elementos operativos y su función

| ELEMENTO OPERATIVO | CÓDIGO | FUNCIÓN |
|------------------------------|--------------------------|---|
| Bajo embrague de transmisión | UD (Underdrive clutch) | Conecta el eje de entrada y debajo del engranaje central de la unidad |
| Embrague de marcha atrás | REV (reverse clutch) | Conecta el eje de entrada y el engranaje solar inverso |
| Embrague de sobremarcha | OD (Overdrive clutch) | Conecta el eje de entrada y el transportador planetario de sobremarcha |
| Freno de baja y marcha atrás | LR (Low & reverse brake) | Bloquea el engranaje anular bajo y reverso y sobre el portaplanetario del mando |
| Freno secundario | 2ND (Second brake) | Bloquea el engranaje solar inverso |

Fuente: (Company, 2017, pág. 11)

| Operating element | | Underdrive clutch (UD) | Reverse clutch (REV) | Overdrive clutch (OD) | Low-and reverse brake (LR) | Second brake (2nd) | One way clutch (OWC) |
|-------------------------|---------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Selector lever position | | | | | | | |
| P | Parking | - | - | - | 0 | - | - |
| R | Reverse | - | 0 | - | 0 | - | - |
| N | Neutral | - | - | - | 0 | - | - |
| D | 1st | 0 | - | - | 0 | - | 0 |
| | 2nd | 0 | - | - | - | 0 | - |
| | 3rd | 0 | - | 0 | - | - | - |
| | 4th | - | - | 0 | - | 0 | - |
| 3 | 1st | 0 | - | - | 0 | - | 0 |
| | 2nd | 0 | - | - | - | 0 | - |
| | 3rd | 0 | - | 0 | - | - | - |
| 2 | 1st | 0 | - | - | 0 | - | 0 |
| | 2nd | 0 | - | - | - | 0 | - |
| L | 1st | 0 | - | - | 0 | - | 0 |

Figura 2.7 Elementos de uso en cada cambio de velocidad
(Company, 2017, pág. 11)

La Figura 2.7 indica los elementos internos de la transmisión Tiptronic que intervienen en cada uno de los cambios de velocidad.

En la posición de aparcamiento (Parking) solo se encuentran funcionando el embrague de baja y reversa. En la posición de reversa (Reverse) se encuentran funcionando los embragues de reversa y de baja y reversa. En la posición neutro (Neutral) solo se activa el embrague de baja y reversa. En la posición Drive la posición 1 funciona activado embrague underdrive, baja y reversa y el embrague una vía, la posición 2 utiliza los embragues underdrive y de segunda, la posición 3 utiliza los embragues underdrive y overdrive y en la posición 4 utiliza el embrague overdrive y el embrague de segunda. En la posición 3 de la palanca de cambios realiza las marchas 1, 2 y 3 utilizando los mismos componentes de la posición drive al igual que las posiciones de marcha 2 y L.

La transmisión tipo Tiptronic tiene siete puertos de conexión y para la lectura de presión de trabajo, se utiliza un equipo de comprobación que consiste en un acople y un manómetro de presión en glicerina que mide las presiones de funcionamiento de alta y de baja, y se observa la variación de trabajo en función de la marcha y velocidad.

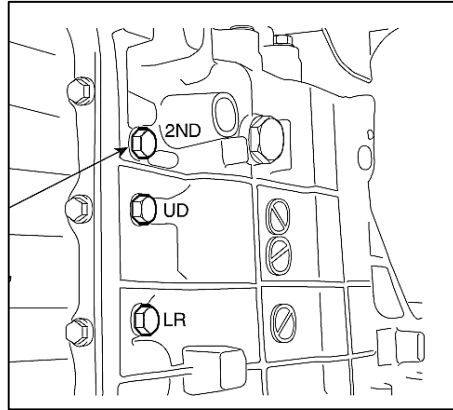


Figura 2.8. Puertos de conexión 2ND, UD, LR
(Company, 2017, pág. 17)

En la Figura 2.8 se indican tres puntos de conexión en los que se mide la presión de funcionamiento y están ubicados en la parte inferior de la caja: la presión del segundo freno **2ND (Second brake)**, la presión del embrague en marcha baja **UD (Underdrive clutch)** y la presión del primer freno en marcha baja y reversa **LR (Low & reverse brake)**.

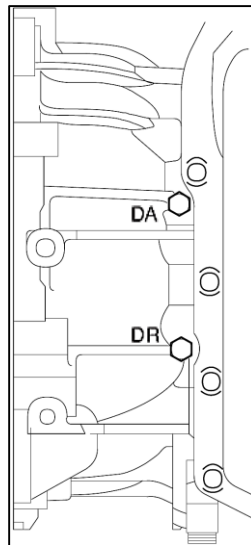


Figura 2.9 Puertos de conexión DA, DR
(Company, 2017, pág. 17)

En la Figura 2.9 se muestran 2 puntos de medición de presión de funcionamiento ubicados en la parte lateral izquierda de la caja de cambios, los puertos de conexión son: presión ejercida por el embrague amortiguador **DA (Damper clutch apply pressure)** y presión de liberación del embrague amortiguador **DR (Damper clutch release pressure)** de la caja Tiptronic

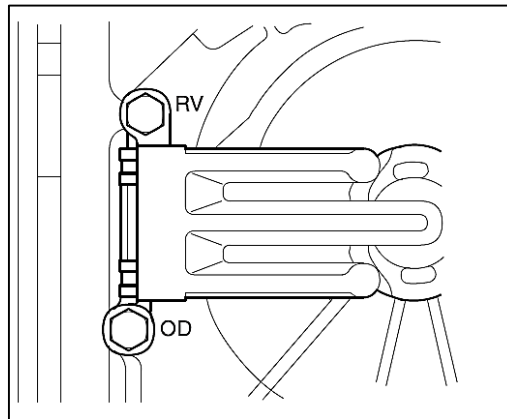


Figura 2.10 Puertos de conexión RV, OD
(Company, 2017, pág. 17)

La Figura 2.10 indica dos puertos de conexión: presión del embrague en reversa **RV** (**reverse clutch**), presión del embrague en sobremarcha **OD Overdrive clutch** incluidos en la caja de cambios tipo Tiptronic y que están ubicados en la parte lateral derecha de la carcasa de la caja.

2.3 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL DIAGNÓSTICO

A continuación, se detalla los equipos y herramientas utilizados para la obtención de datos de funcionamiento de la caja de cambios Tiptronic, que posteriormente serán comparados con los parámetros del fabricante.

2.3.1 SCANNER CARMAN LITE

La lectura de información electrónica se realiza mediante un escáner de uso automotriz de marca Carman, mediante la conexión entre la ECU y el equipo de diagnóstico se obtiene los valores de temperatura y velocidades de trabajo, además de información como la activación de actuadores del cuerpo de válvulas. En este caso con la ayuda de éste escáner se va a monitorear todos los datos de funcionamiento actuales al momento de poner en marcha el banco de pruebas y sobretodo verificar las revoluciones por minuto (rpm) del eje de entrada

a la caja y del eje de salida de la caja con la respetiva posición de la palanca selectora de cambios en modo secuencial Tiptronic.



Figura 2.11 Escáner automotriz Carman
(KingDiag, 2013)

La Figura 2.11 indica al scanner automotriz de marca Carman Lite el cual es un equipo de diagnóstico para las marcas Hyundai y KIA.

2.3.2 MANÓMETROS DE PRESIÓN

Mediante los manómetros de presión se puede identificar el valor de trabajo de cada uno de los elementos internos de la transmisión. Estos equipos deben cumplir con medidas mínimas para que puedan indicar adecuadamente la información requerida.

Antes de implementar los manómetros de presión en el banco de pruebas de se hizo un análisis de las presiones a las cuales ésta transmisión suele trabajar y se determinó que es indispensable trabajar con manómetros de presión con relleno de glicerina, las presiones de la transmisión son muy variables de baja a alta, en consecuencia, los manómetros que se

seleccionaron proporcionan lecturas más precisas, estables, legibles y no son susceptibles a daños en su mecanismo de medición por los picos de presión o por vibraciones.



Figura 2.12 Manómetro para medición de 240 psi

La Figura 2.12 muestra un manómetro de presión con relleno de glicerina que se implementó en el banco de pruebas. Es de fabricación española marca GENEBRE que está en la posibilidad de medir alrededor de 240 psi.

Para la conexión desde los puertos de presión de la transmisión hasta el tablero se utiliza los siguientes elementos que se describen a continuación en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9 Componentes para la conexión de presión de la transmisión

| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN |
|-----------------|---|
| 7 | Cañerías flexibles de 1m en caucho de 8mm de diámetro |
| 7 | Terminales macho en bronce de ½ “ |
| 7 | Terminales hembra en bronce de ½ “ |
| 7 | Manómetros de presión en glicerina de 240 psi |

2.4 PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TRANSMISIÓN

Para el análisis de la presión hidráulica se toma en cuenta la siguiente Tabla donde se indican las presiones de trabajo de cada una de las posiciones de trabajo que tiene la caja de cambios para cada uno de los elementos internos de la transmisión.

| Measurement condition | | | Standard hydraulic pressure kPa/(psi) | | | | | | |
|--------------------------|----------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Se-lector lever position | Shift position | Engine speed (rpm) | Under drive clutch pressure (UD) | Re-verse clutch pressure (REV) | Over-drive clutch pressure (OD) | Low and re-verse brake pressure (LR) | Second brake pressure (2ND) | Direct clutch pressure (DA) | Damper clutch release pressure (DR) |
| P | - | 2,500 | - | - | - | 260 ~ 340 (38 ~ 49) | - | - | 220 ~ 360 (31 ~ 52) |
| R | Reverse | 2,500 | - | 1,270 ~ 1,770 (185 ~ 256) | - | 1,270 ~ 1,770 (185 ~ 256) | - | - | 500 ~ 700 (73 ~ 101) |
| N | Neutral | - | - | - | - | 260 ~ 340 (38 ~ 49) | - | - | 220 ~ 360 (31 ~ 52) |
| D | 1st gear | 2,500 | 1,010 ~ 1,050 (147 ~ 152) | - | - | 1,010 ~ 1,050 (147 ~ 152) | - | - | 500 ~ 700 (73 ~ 101) |
| | 2nd gear | 2,500 | 1,010 ~ 1,050 (147 ~ 152) | - | - | - | 1,010 ~ 1,050 (147 ~ 152) | - | 500 ~ 700 (73 ~ 101) |
| | 3rd gear | 2,500 | 780 ~ 880 (113 ~ 128) | - | 780 ~ 880 (113 ~ 128) | - | - | - | - |
| | 4th gear | 2,500 | 780 ~ 880 (113 ~ 128) | - | 780 ~ 880 (113 ~ 128) | - | - | 780 ~ 880 (113 ~ 128) | - |

Figura 2.13 Presiones de trabajo de la transmisión F4A42
(Company, 2017, pág. 18)

En la Figura 2.13 que ha sido extraída del manual original de la transmisión F4A42 se muestran todas las presiones de trabajo en psi y a 2 500 rpm que gira el motor a las cuales la caja Tiptronic suele trabajar y que son mostradas en los manómetros de presión en glicerina que tendrá en banco de pruebas.

2.5 SEÑAL DE TRABAJO SOLENOIDES DEL CUERPO DE VÁLVULAS

El cuerpo de válvulas que se encuentra en el interior de la caja de cambios tipo Tiptronic es quien alberga a los solenoides y éstos a su vez mueven las válvulas y éstas limitan el paso del aceite con el cual funciona la transmisión.

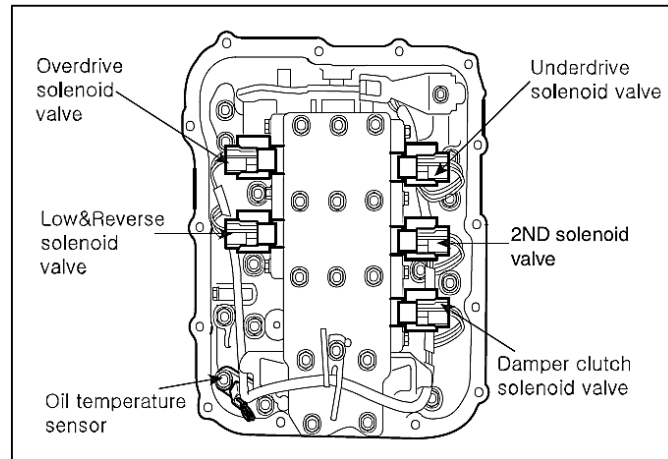


Figura 2.14 Solenoides en el cuerpo de válvulas
(Company, 2017, pág. 108)

En La Figura 2.14 se indican todos los solenoides existentes en el cuerpo de válvulas y cada solenoide tiene un valor de resistencia establecido, el procedimiento para el diagnóstico es medir la resistencia de cada uno. En la parte externa de la transmisión existe un conector el cual permite medir adecuadamente los componentes eléctricos internos del cuerpo de válvulas.

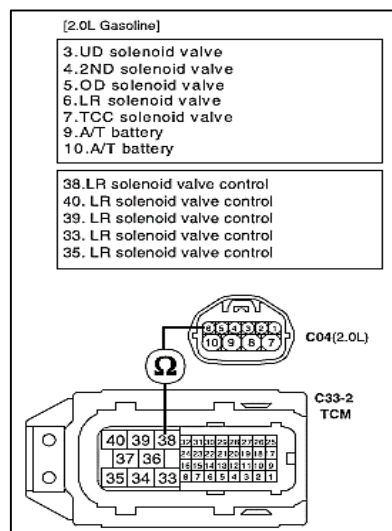


Figura 2.15 Conector eléctrico de la transmisión
(Company, 2017, pág. 117)

En la Figura 2.15 se muestra el conector eléctrico, que hace posible que la transmisión tipo Tiptronic trabaje y accione las diferentes posiciones requeridas por el conductor, y que será montada en el banco de pruebas.

2.6 METODOLOGÍA

La siguiente investigación se fundamenta en el análisis de la presión del fluido hidráulico de la transmisión automática tipo Tiptronic mediante la instalación de manómetros en cada puerto de medición. Los datos adquiridos se extraen de los manómetros de presión en glicerina instalados para posteriormente realizar la comparación con la información del manual original el cual detalla los valores de trabajo en cada una de las condiciones de funcionamiento.

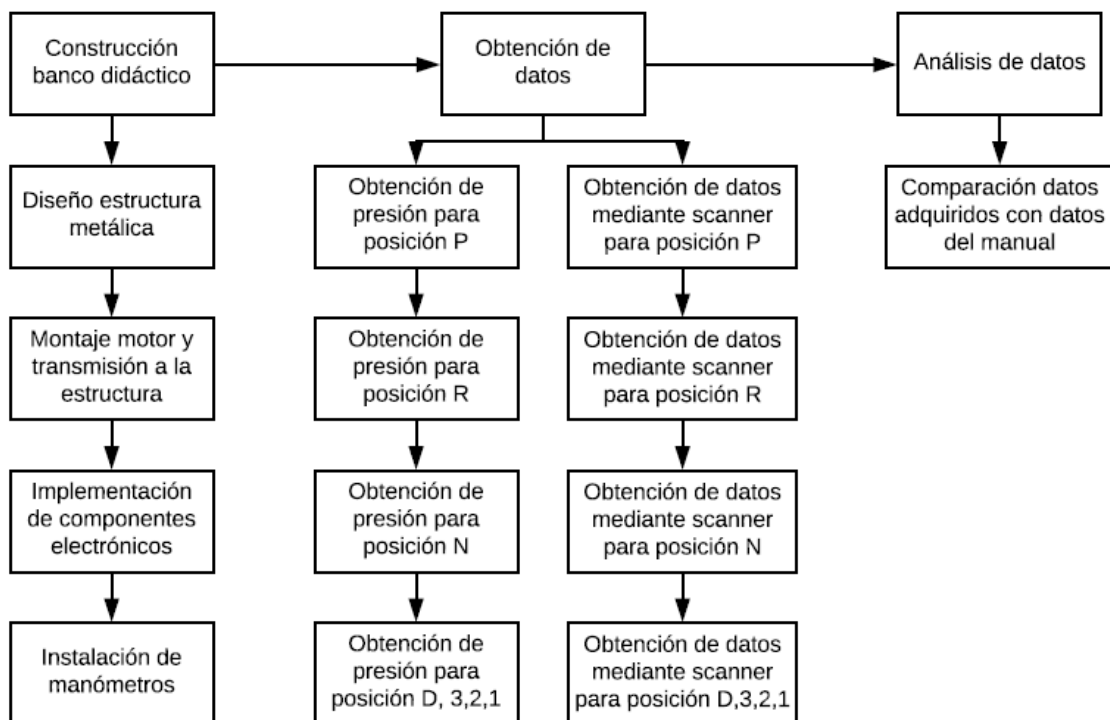


Figura 2.16 Metodología banco de pruebas

La Figura 2.16 indica la metodología empleada que empieza desde la construcción del banco didáctico, posteriormente la instalación de los instrumentos de medición y finalizando con la obtención y comparación de los valores de trabajo de la transmisión automática.

2.6.1 CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO

La estructura del banco didáctico se realizó en material metálico con especificaciones técnicas indicadas en las Tabla 2.1 y Tabla 2.2 el cual soporta el peso y esfuerzos que se generan al funcionar el motor.

2.6.1.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica se diseñó y analizó en el software de diseño SolidWorks tomando en cuenta las principales fuerzas que se generan ya equipado el banco con el motor y transmisión.

El procedimiento es el siguiente:

1. Diseño del banco de pruebas en software diseño.
Para analizar todos los parámetros de esfuerzos a los cuales será sometido el banco de pruebas se utilizó el Software SolidWorks.
2. Análisis de esfuerzos del diseño estructural diseñado.
SolidWorks nos permite ingresar todos los datos, unidades, propiedades de los materiales y sus cargas, y nos da un resultado del estudio del banco y nos garantiza la fiabilidad de la construcción.
3. Generación de planos para la construcción en el taller.
Una vez que el software nos da un resultado de estudio del banco de pruebas, tenemos un plano físico para continuar con la construcción.
4. Construcción de estructura.
 - a. Adquisición de materiales como: perfiles cuadrados y rectangulares
 - b. Realizar cortes basándose en las medidas establecidas en los planos.
El corte debe ser de forma correcta y con las medidas especificadas en los planos, para que el banco tenga una posición recta y estable.
 - c. Unión de los perfiles mediante suelda MIG.
El ensamblaje de la estructura metálica se realiza utilizando el proceso de suelda GMAW que es un proceso semiautomático de soldadura con electrodo

consumible y continuo que es alimentado a la pistola juntamente con un gas inerte.

5. Análisis de ubicación del motor y transmisión.

La ubicación del conjunto Motor-Transmisión se lo hace en base a la disposición que viene de acuerdo al fabricante y se verifica que tanto la caja Tiptronic como el motor estén en perfectas condiciones.

2.6.1.2 MONTAJE MOTOR Y TRANSMISIÓN A LA ESTRUCTURA METÁLICA

La ubicación del motor y la estructura cumple al diseño ya analizado en el software y además la funcionalidad que se va a dar al banco didáctico. Para el montaje se realizó el siguiente procedimiento:

1. Una vez definida la ubicación del motor y transmisión, se realiza el montaje.
El montaje del conjunto Motor-Transmisión se lo realiza con la ayuda de un tecele, para elevar el conjunto y que sea fijado correctamente a la estructura metálica.
2. Se realiza la sujeción en tres puntos del motor y un punto en la transmisión los cuales están aislados mediante bases mixtas de metal y caucho tipo “SILENTBLOCK”, que son bases que soportan las vibraciones del motor cuando ya está en marcha.
3. Se instala componentes adicionales para el funcionamiento del conjunto motor transmisión.
 - a. Instalación del depósito de combustible en la parte inferior del motor, alejado del múltiple de escape para evitar calentamiento del recipiente.
 - b. Instalación en la parte lateral de dos radiadores, uno para la refrigeración de la caja de cambios y el otro que refrigerará al motor.
 - c. Instalación de un ventilador de aire forzado que ayude con la refrigeración de los componentes motor-transmisión.

2.6.1.3 CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS

La instalación del sistema electrónico del banco didáctico se realiza utilizando los manuales de taller del vehículo Hyundai Tucson por que el motor y transmisión pertenecen al vehículo

anteriormente mencionado.

El procedimiento empleado es el siguiente:

1. Instalación de la batería que proporcionará el arranque del banco de pruebas.
2. Instalación del cableado eléctrico a la computadora y al conjunto motor-transmisión.
3. Instalación de la caja de fusibles y relés en la estructura metálica
4. Conexión al sensor CKP
El sensor CKP es quien monitorea la posición del cigüeñal, va ubicado en el volante del motor.
5. Conexión al sensor CMP
Es un sensor de efecto Hall que mide las curvas de los engranajes del árbol de levas y va ubicado en la parte superior del motor utilizado en el banco.
6. Conexión al sensor TPS
Este sensor envía señales a la computadora indicando la posición del acelerador generalmente se encuentra montado en el exterior del armazón del acelerador y conectado al eje del acelerador
7. Conexión al sensor MAP
Este sensor está ubicado en el múltiple de admisión del vehículo, a continuación de la mariposa de aceleración, y en ocasiones integrado a la ECU. El sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión del vehículo, o sea corresponde a la presión atmosférica sumado a la presión manométrica de aire que entra al motor.
8. Conexión al tablero de instrumentos
Esta conexión se la realiza para tener todas las señales visibles en nuestro tablero de instrumentos y poder verificar las presiones de funcionamiento del banco de pruebas.
9. Conexión a los conectores de la transmisión automática tipo Tiptronic
La transmisión Tiptronic tiene varios puertos de conexión: 2 conectores a los sensores de entrada y salida a los ejes de velocidad en la parte superior y mediante este conector envía señales a la computadora para realizar los cambios requeridos por el usuario.

2.6.1.4 INSTALACIÓN DE MANÓMETROS DE PRESIÓN

La instalación de los manómetros cumple el propósito de indicar la presión generada del fluido hidráulico al interior de la transmisión, tomando en cuenta que existen siete puntos de toma de presión se instala siete manómetros de presión.

Se utiliza cañería de caucho flexible de fabricación italiana que soporta presiones de hasta 3270 psi, que van desde los puntos de conexión de la caja automática hasta los manómetros de presión que están ubicados en el tablero de instrumentos.

Para hacer la unión entre cañerías y caja de cambios se utilizó acoples de bronce torneados para garantizar que no exista fuga de fluido y para cumplir normas de seguridad y evitar accidentes por elevada presión de trabajo del banco didáctico.

2.6.1.5 PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE CONEXIONES DE PRESIÓN DEL FLUIDO HIDRÁULICO.

1. Identificación puntos de conexión en la carcasa de la transmisión.

En la parte lateral derecha, izquierda y en la parte baja de la caja de cambios están los puntos de medición de presiones de funcionamiento de las marchas hacia adelante y reversa que posee la caja.

2. Extracción de pernos de puntos de medición de presión en la transmisión.

Se extrae los pernos con la ayuda de la herramienta adecuada para no dañar la estructura o corona del perno, al extraer los pernos no se debe perder los muelles de retención.

3. Conexión de cañerías en los puntos de medición en la transmisión

La conexión de las cañerías se realiza manualmente, por su fácil maniobrabilidad y para no dañar la estructura de éstas.

4. Conexión de manómetros a las cañerías existentes en el banco.

Se conecta las cañerías a los manómetros usando teflón que es un material que nos garantiza una unión casi perfecta y evita las fugas de fluidos.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 ESTRUCTURA BANCO DIDÁCTICO

A continuación, se describe todo lo correspondiente a la estructura del banco de pruebas con su correspondiente estudio de esfuerzos y deformaciones, que son resultado del análisis del software utilizado en el diseño.

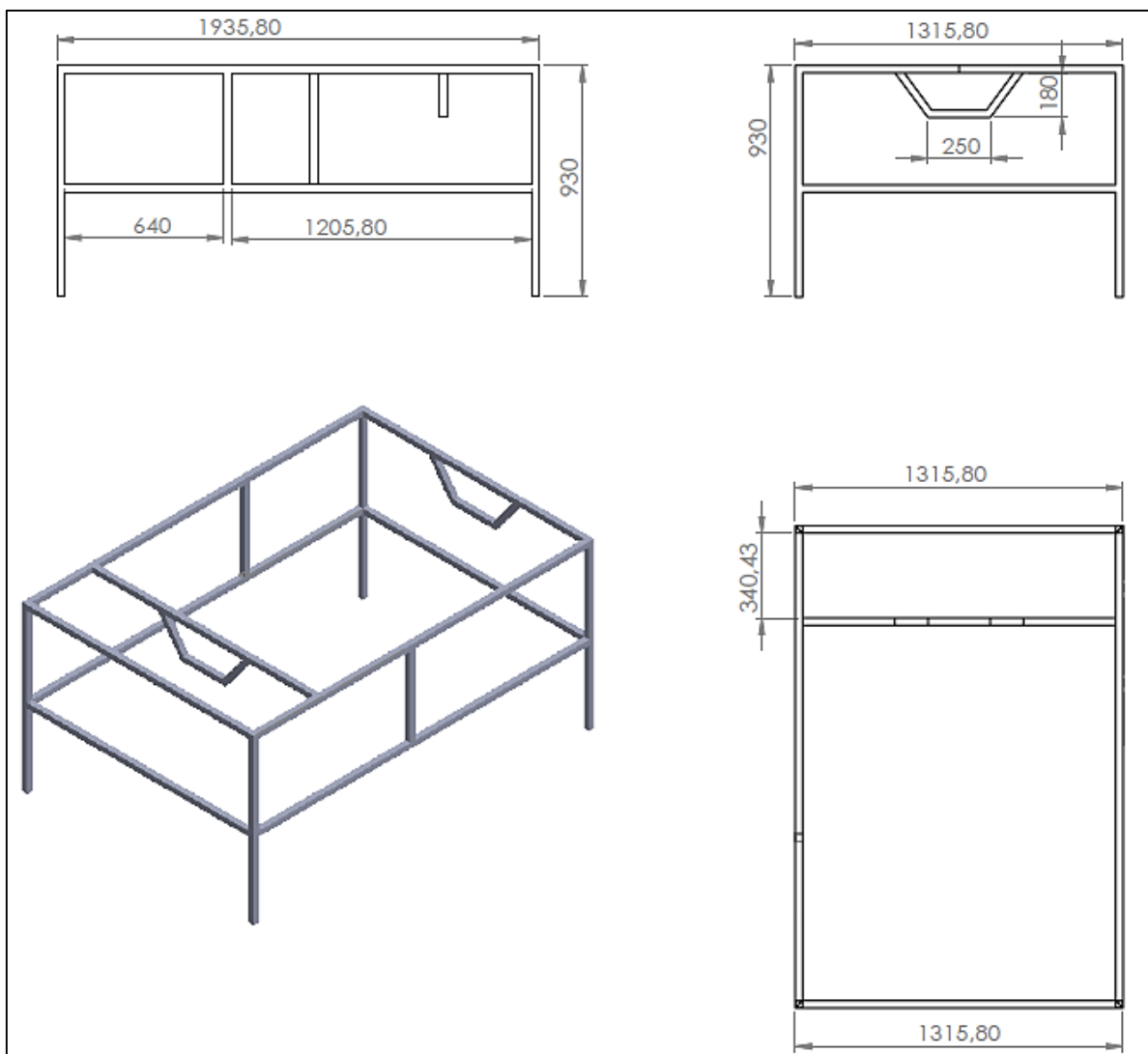


Figura 3.1 Diseño CAD base banco didáctico

En la Figura 3.1 se presentan las medidas en milímetros (mm) en todas sus cotas de la estructura del banco de pruebas.

Se realiza un análisis estructural de la estructura metálica en el software de diseño SolidWorks para tener todos los esfuerzos a los cuales va a estar sometido el banco de pruebas y analizar los puntos críticos susceptibles a falla.

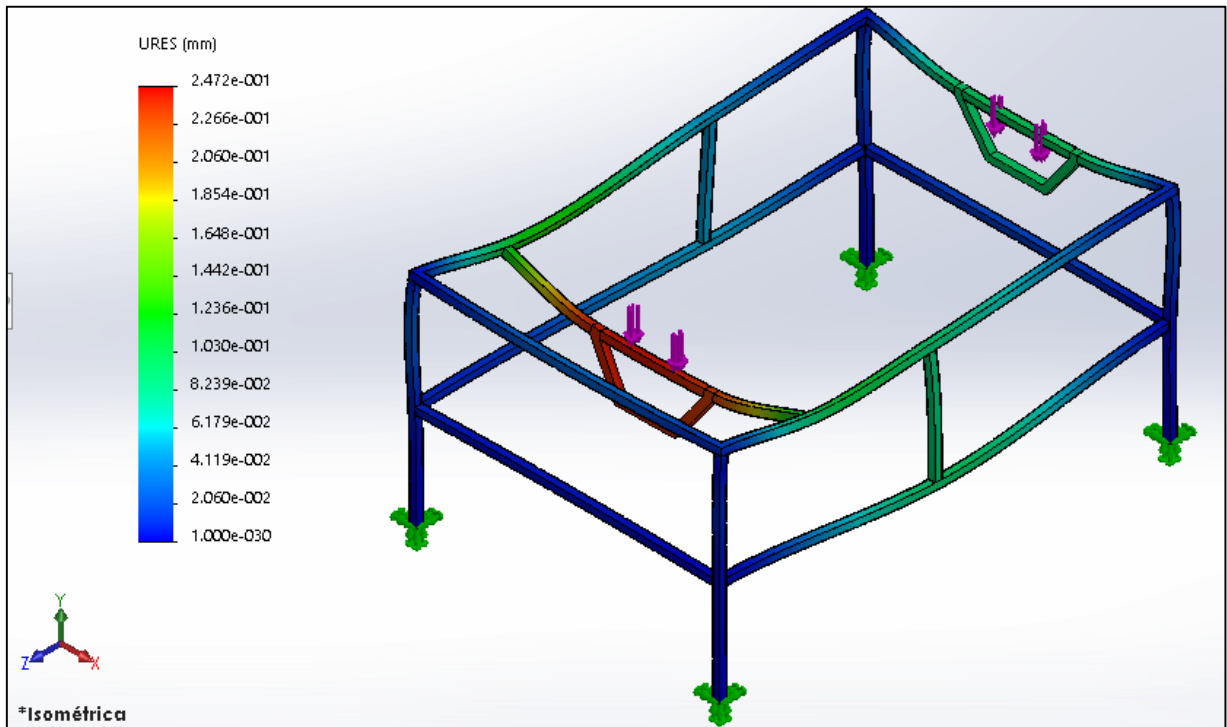


Figura 3.2 Desplazamiento máximo

La Figura 3.2 indica el desplazamiento máximo del banco de pruebas y como resultado se tiene que, el desplazamiento máximo no excede del 0.2 mm en su punto crítico donde se realiza la sujeción del motor.

3.2 CONEXIÓN DEL CONECTOR DEL SISTEMA ELECTRÓNICO A LA TRANSMISIÓN

Los componentes electrónicos que se encuentran al interior de la transmisión realizan el funcionamiento en función de la señal que ellos reciban, la conexión se realiza mediante un conector ubicado en la parte superior de la carcasa de la transmisión que es el encargado de recibir las señales que le envía la unidad de control ECU y éste acciona las combinaciones requeridas por el conductor para monitorear su funcionamiento.

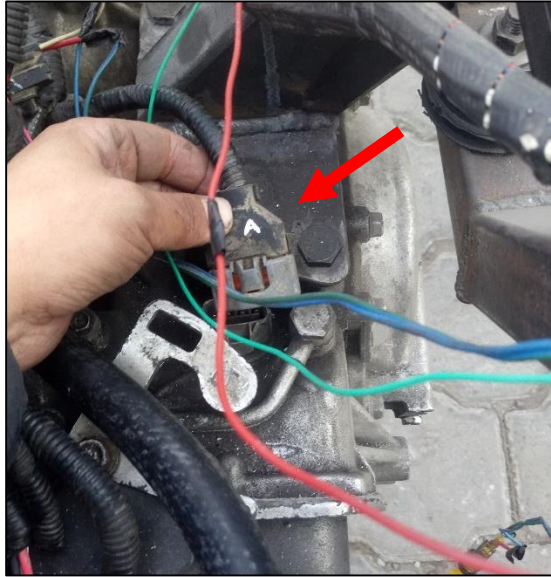


Figura 3.3 Conector de la caja de cambios

La Figura 3.3 muestra el conector de la transmisión ubicado en la parte superior de la carcasa, que es de color gris claro, posee diez pines de conexión y envía las señales provenientes de la unidad de control ECU a los elementos internos (solenoides) para que la caja pueda trabajar.

Para identificar el correcto estado de los componentes internos electrónicos de la transmisión se realizó la medición de cada uno de los elementos existentes utilizando un multímetro automotriz.



Figura 3.4 Medición de resistencias a elementos internos de la caja

La Figura 3.4 muestra la utilización y la obtención de las resistencias de los componentes internos de la caja de cambios tipo Tiptronic.

Los valores adquiridos al realizar las mediciones a los cinco solenoides y a un sensor se registraron en la Tabla 3.1 para realizar una comparación de resultados entre los datos referenciales del fabricante y los obtenidos.

Tabla 3.1 Resultados de mediciones de resistencia a componentes internos de transmisión

| Componente | Terminal | Resistencia (Ohm) medidos a 22°C |
|-------------------------|-----------------|---|
| Solenoid underdrive | 10 y 3 | 3,5 |
| Solenoid overdrive | 10 y 4 | 3,45 |
| Solenoid baja / reversa | 10 y 5 | 3,6 |
| Solenoid TCC | 9 y 6 | 3,65 |
| Sensor TFT | 9 y 7 | 3,5 |
| Solenoid de segunda | 1 y 2 | 8,5 k |

El análisis de los valores de la Tabla 3.1 y de la Tabla 2.6 indica que: el solenoide underdrive se encuentra con una diferencia de 2,8% lo cual indica que se encuentra en condiciones normales de funcionamiento, el solenoide overdrive se encuentra con una diferencia de 4,2% lo cual indica que se encuentra en condiciones normales de funcionamiento, el solenoide baja/reversa se encuentra con una diferencia de 0% lo cual indica que se encuentra en condiciones normales de funcionamiento, el solenoide TCC se encuentra con una diferencia de 1,4% lo cual indica que se encuentra en condiciones normales de funcionamiento, el sensor TFT se encuentra con una diferencia de 2,8% lo cual indica que se encuentra en condiciones normales de funcionamiento y el solenoide de segunda se encuentra con una diferencia de 4,7% lo cual indica que se encuentra en condiciones normales de funcionamiento.

3.3 SISTEMA HIDRÁULICO DE LA TRANSMISIÓN

El sistema hidráulico de la transmisión automática se caracteriza que para cada posición de la palanca de cambios mantiene un circuito de presión diferente. A continuación, se presentan los circuitos hidráulicos del cuerpo de válvulas realizando el funcionamiento para cada una de las posiciones de funcionamiento.

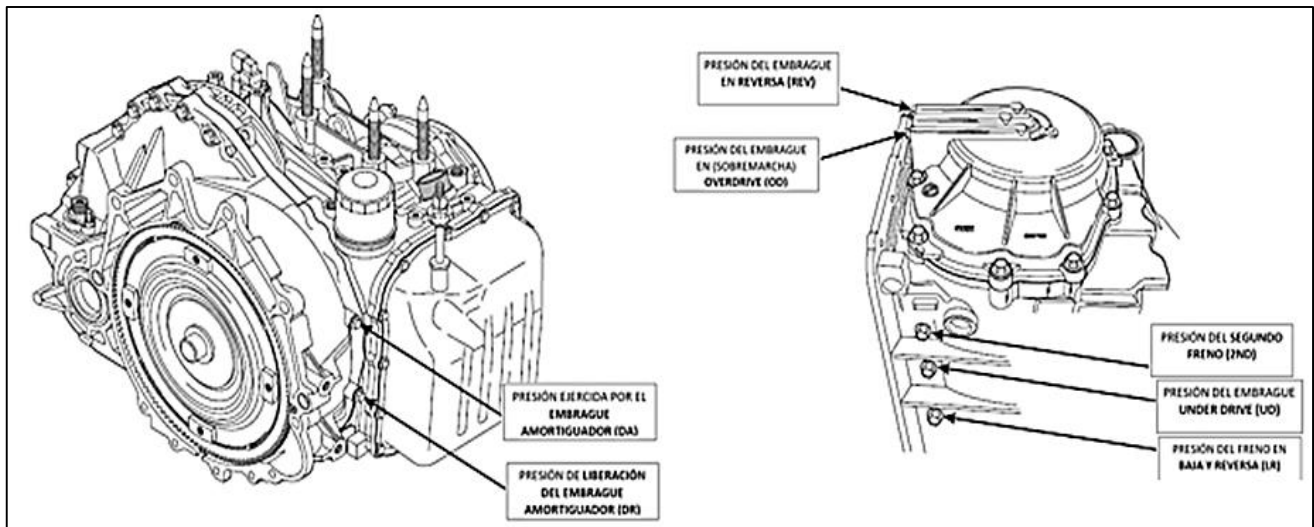


Figura 3.5 Puntos de conexión para presiones de trabajo de la transmisión (ATSG, 2005, pág. 119)

La Figura 3.5 indica los puntos de conexión en donde se verifica la presión de trabajo para cada posición de marcha de la transmisión, utilizando los manómetros de medición de presión en glicerina que tengan un rango de medida sobre los 200 psi para evitar daños en los circuitos hidráulicos de la caja y en los manómetros. Los conectores son los siguientes:

- TCC Apply / Presión ejercida por el embrague amortiguador (**DA**)
- TCC Release / Presión de liberación del embrague amortiguador (**DR**)
- Reverse Clutch / Presión del embrague en **REVERSA (REV)**
- Overdrive Clutch / Presión del embrague en (sobremarcha) **OVERDRIVE (OD)**
- Second Clutch / Presión del **SEGUNDO FRENO (2ND)**
- Underdrive Clutch / Presión del embrague **UNDERDRIVE (UD)**
- Low/Reverse Clutch / Presión del freno en **BAJA Y REVERSA (LR)**

3.3.1 MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA LA POSICIONES PARKING (P)

Las mediciones de las presiones correspondientes a la posición Parking (P), se realizan siguiendo los pasos recomendados en el manual de taller del fabricante de la caja Tiptronic.

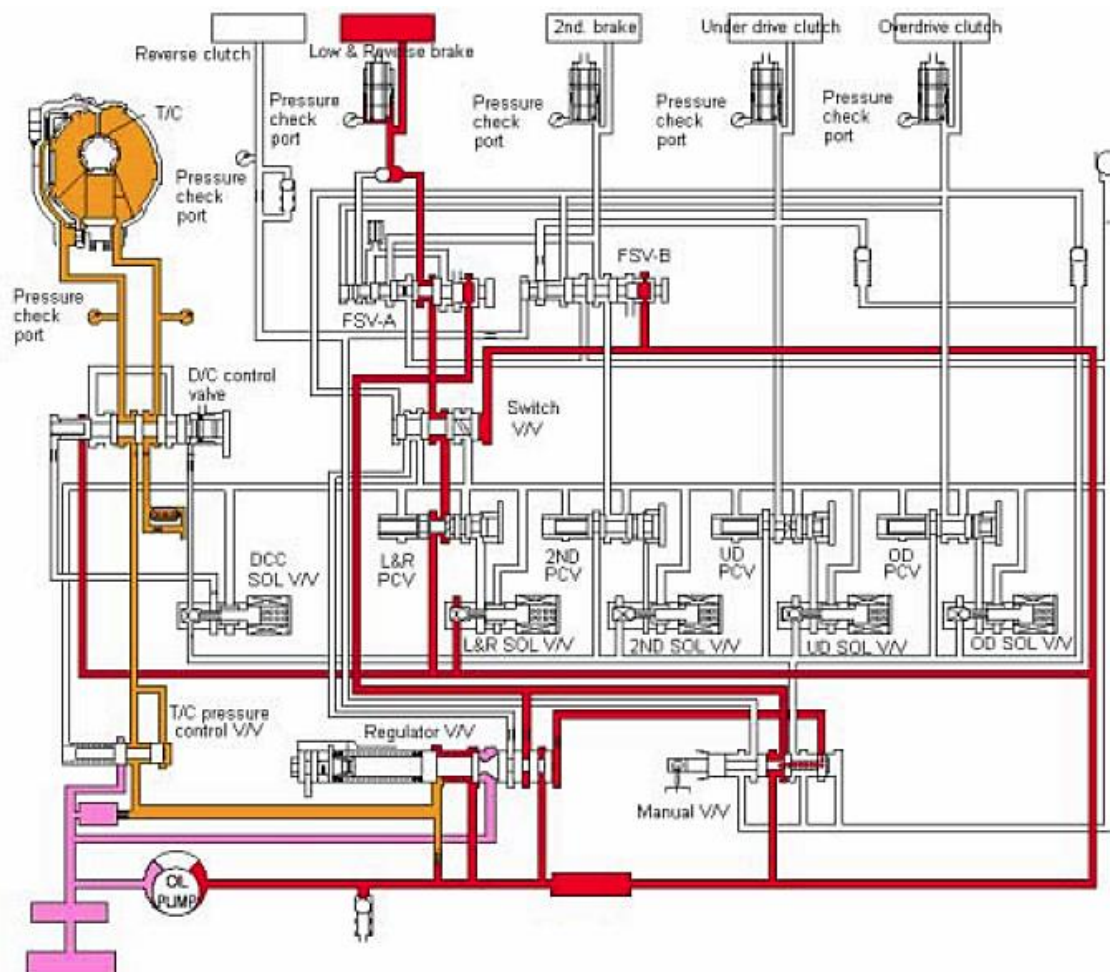


Figura 3.6 Circuito hidráulico posición P

La Figura 3.6 indica el circuito hidráulico para la posición parking (P) y la circulación del fluido de la caja que sigue por los conductos internos de la misma. Inicialmente el fluido pasa a través del filtro en dirección hacia la bomba de aceite para llegar a la válvula de accionamiento manual donde se direcciona el fluido hacia el solenoide y válvula de baja y reversa, en otra sección el fluido es direccionado hacia el convertidor de par pasando por válvulas de control de presión.

Se toma en cuenta que al realizar el funcionamiento para la posición P el sistema hidráulico no utiliza todos sus componentes.

En la Tabla 3.2 se detalla las presiones que se obtuvo para las posiciones Parking (P) medidas en psi a 2 500 revoluciones por minuto (rpm), el sistema hidráulico para la posición de Aparcamiento, genera 35 psi de presión del embrague de marcha baja (UD), 45 psi de presión del freno en baja y reversa (LR), 15 psi de presión aplicada al embrague amortiguador (DA) y 35 psi en la presión de liberación del embrague amortiguador (DR)

Tabla 3.2 Presión de trabajo para posición P

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|--|--------------------------------------|---|--|---------------------------------|--|--|
| Posición de la palanca selectora | Posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobre-marcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| P | Aparcado | 2 500 | 35 | - | - | 45 | - | 15 | 35 |

Comparando los datos obtenidos en la Tabla 3.2 con los de la Figura 3.7 se define que los valores se encuentran dentro de los rangos específicos.

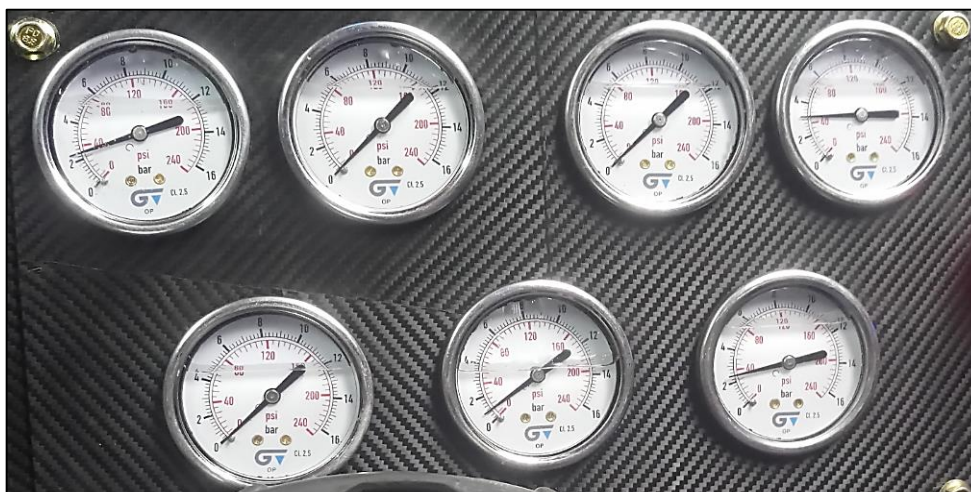


Figura 3.7 Manómetros en la posición P de la transmisión

La Figura 3.7 presenta los valores de presión y anteriormente identificados en la tabla, la medición de presión en el sistema define la condición de funcionamiento de la transmisión e indica las presiones de trabajo de los componentes hidráulicos, observando el cambio de presión dependiendo de las rpm del motor y la posición del cambio y facilita la toma de decisiones para realizar mantenimientos preventivos o correctivos de cada uno de los componentes internos.

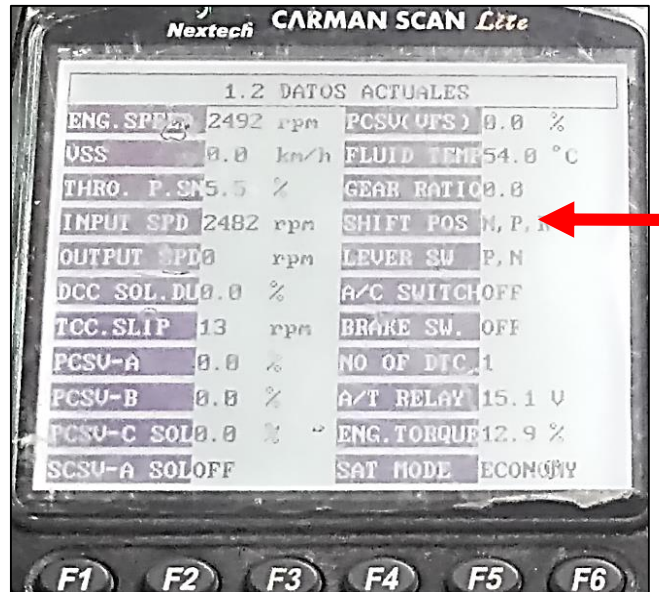


Figura 3.8 Flujo de datos por medio del escáner en la posición P de la transmisión

En la Figura 3.8 indica los valores que se pueden leer electrónicamente mediante un escáner sobre el funcionamiento de la transmisión en la posición P, en la lectura de los valores hidráulicos como electrónicos se identifica que para establecer las 2 500 rpm necesarias para la medición de valores de funcionamiento el acelerador trabaja a un 5,5 % de apertura de la mariposa, una velocidad del eje de entrada a la caja de 2 482 rpm, una velocidad del eje de salida de la caja de 0 rpm, la temperatura del fluido está en 54°C, una relación de transmisión de 0,0, indica la posición del cambio que es P (parking), el interruptor de la palanca está en P,N, el voltaje del relé de la transmisión automática está en 15,1 V y el torque motor es de 12,9 %.

Una vez en funcionamiento el motor se realiza la lectura de los solenoides que corresponda. La Tabla 3.3 indica la activación de los solenoides cuando la transmisión se encuentra en la posición P

Tabla 3.3 Solenoides posición Aparcado (Parking)

| Activación solenoides | | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|--------------|
| Posición marcha | solenoid Underdrive | Solenoid de segunda | solenoid Overdrive | solenoid de baja y reversa | TCC solenoid |
| Parking | ON | ON | ON | OFF | - |

3.3.2 MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA LA POSICIÓN REVERSA

Las mediciones de las presiones correspondientes a la posición Reversa (R) se realizan siguiendo los pasos recomendados en el manual de taller del fabricante de la caja Tiptronic.

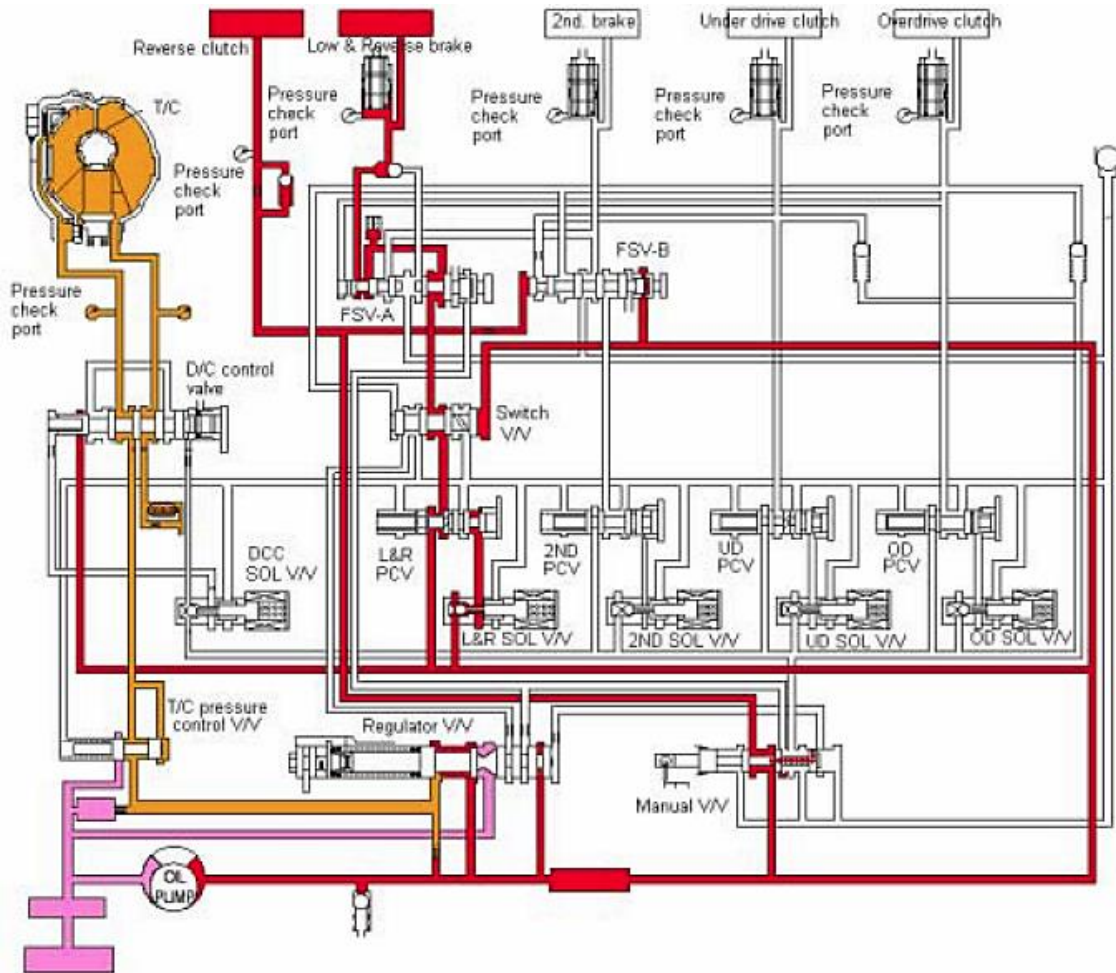


Figura 3.9 Circuito hidráulico posición reversa

La Figura 3.9 indica el circuito hidráulico para la posición reversa y la circulación del fluido de la caja que sigue por los conductos internos de la misma. Para la posición de reversa el circuito hidráulico inicial se comporta de forma idéntica a las demás posiciones de marcha de la transmisión, la diferencia es que el fluido es direccionado por la válvula de baja y reversa hacia los solenoides de baja y reversa y al embrague de reversa, logrando así que los componentes mecánicos de la transmisión inviertan el giro para el eje de salida.

Se toma en cuenta que al realizar el funcionamiento para la posición reversa el sistema hidráulico no utiliza todos sus componentes.

En la Tabla 3.4 se detalla las presiones que se obtuvieron para la posición reversa medidas en psi a 2 500 revoluciones por minuto (rpm), el sistema hidráulico para la posición de reversa, genera 35 psi de presión del embrague de marcha baja (**UD**), 225 psi de presión de embrague en reversa (**REV**), 230 psi de presión del freno en baja y reversa (**LR**), 40 psi de presión aplicada en el embrague amortiguador (**DA**) y 79 psi de presión de liberación del embrague amortiguador (**DR**)

Tabla 3.4 Presión de trabajo para posición reversa

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---|---|---|---|--|---|---|
| Posición de la palanca selectora | Posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobremarcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| R | Reversa | 2 500 | 35 | 225 | - | 230 | - | 40 | 79 |

Comparando los datos obtenidos en la Tabla 3.4 con los de la Figura 3.10 se define que los valores se encuentran dentro de los rangos específicos.



Figura 3.10 Manómetros en la posición Reversa (R) de la transmisión

La Figura 3.10 presenta los valores de presión y anteriormente identificados en la tabla, la medición de presión en el sistema define la condición de funcionamiento de la transmisión e indica las presiones de trabajo de los componentes hidráulicos observando el cambio de presión dependiendo de las rpm del motor y la posición del cambio y facilita la toma de

decisiones para realizar mantenimientos preventivos o correctivos de cada uno de los componentes internos.

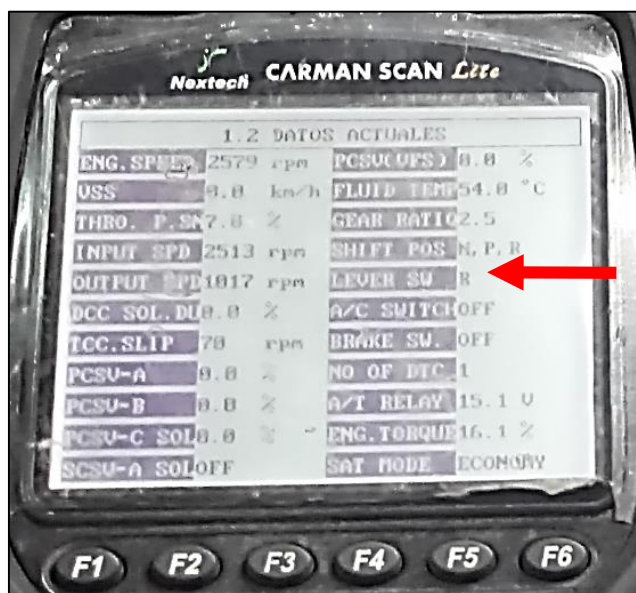


Figura 3.11 Flujo de datos por medio del escáner en la posición Reversa

La Figura 3.11 indica los valores que se pueden leer electrónicamente mediante un escáner sobre el funcionamiento de la transmisión en la posición R, en la lectura de los valores hidráulicos como electrónicos se identifica que para establecer las 2 500 rpm necesarias para la medición de valores de funcionamiento el acelerador trabaja a un 7,8 % de apertura de la mariposa, una velocidad del eje de entrada a la caja de 2 513 rpm, una velocidad del eje de salida de la caja de 1 017 rpm, la temperatura del fluido está en 54°C, una relación de transmisión de 2,5, indica la posición del cambio que es R, el interruptor de la palanca está en REVERSE, el voltaje del relé de la transmisión automática está en 15,1 V y el torque motor es de 16,1 %.

Una vez en funcionamiento el motor se realiza la lectura de los solenoides que corresponda. La Tabla 3.5 indica la activación de los solenoides cuando la transmisión se encuentra en la posición R

Tabla 3.5 Solenoides posición reversa (Reverse)

| Activación solenoides | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|----------------|
| Posición marcha | solenoides Underdrive | Solenoides de segunda | solenoides Overdrive | solenoides de baja y reversa | TCC solenoides |
| Reversa | ON | ON | ON | OFF | - |

3.3.3 MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA LA POSICIÓN NEUTRAL (N)

Las mediciones de las presiones correspondientes a la posición Neutral (N), se realizan siguiendo los pasos recomendados en el manual de taller del fabricante de la caja Tiptronic.

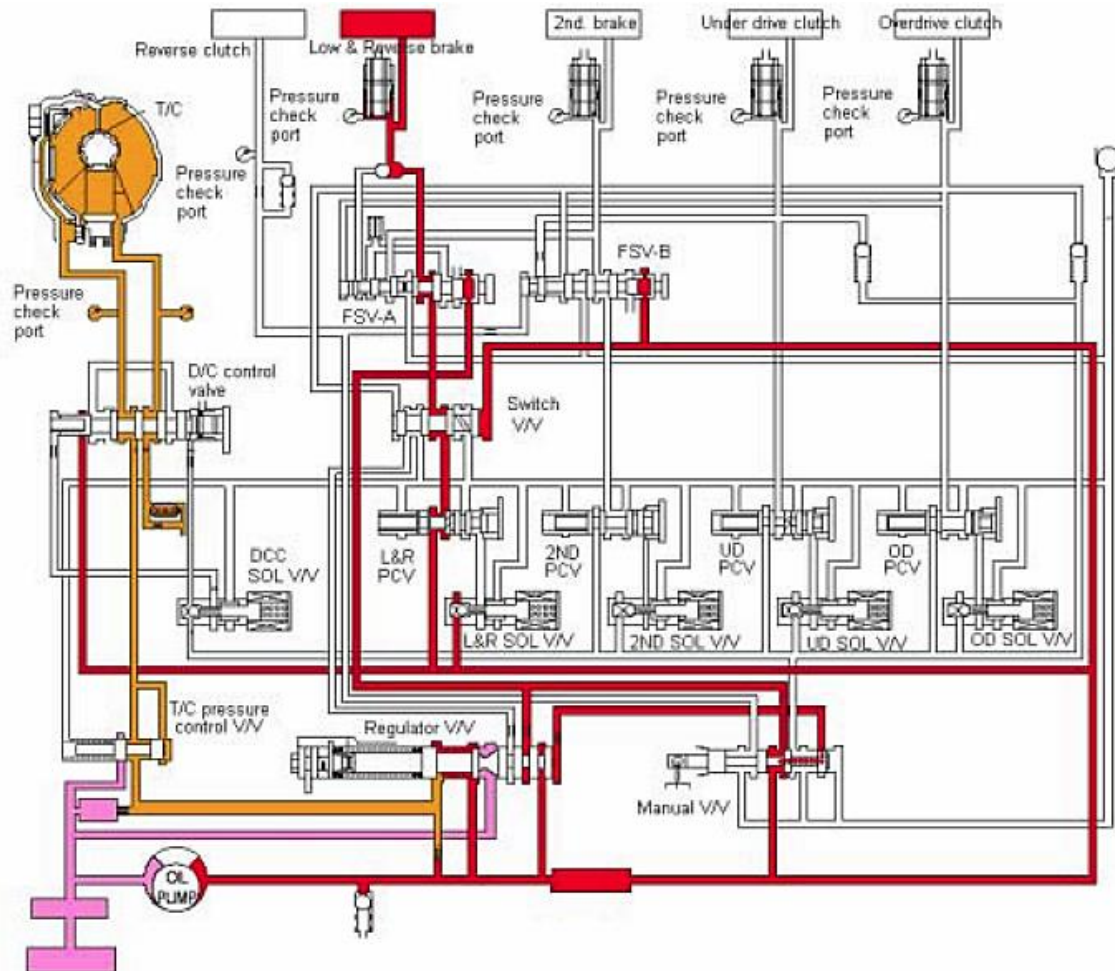


Figura 3.12 Circuito hidráulico posición N

La Figura 3.12 indica el circuito hidráulico para la posición Neutral (N) y la circulación del fluido de la caja que sigue por los conductos internos de la misma. Inicialmente el fluido pasa a través del filtro en dirección hacia la bomba de aceite para llegar a la válvula de accionamiento manual donde se direcciona el fluido hacia el solenoide y válvula de baja y reversa, en otra sección el fluido es direccionado hacia el convertidor de par pasando por válvulas de control de presión.

Se toma en cuenta que al realizar el funcionamiento para la posición N el sistema hidráulico no utiliza todos sus componentes.

En la Tabla 3.6 se detalla las presiones que se obtuvo para la posición Neutral (N) medidas en psi a 2 500 revoluciones por minuto (rpm), el sistema hidráulico para la posición de Aparcamiento, genera 35 psi de presión del embrague de marcha baja (**UD**), 45 psi de presión del freno en baja y reversa (**LR**), 15 psi de presión aplicada al embrague amortiguador (**DA**) y 35 psi en la presión de liberación del embrague amortiguador (**DR**)

Tabla 3.6 Presión de trabajo para posición N

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---|---|--|---|--|---|---|
| Posición de la palanca selectora | Posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobre-marcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| N | Neutro | - | 35 | - | - | 45 | - | 15 | 35 |

Comparando los datos obtenidos en la Tabla 3.6 con los de la Figura 3.13 se define que los valores se encuentran dentro de los rangos específicos.



Figura 3.13 Manómetros en la posición N de la transmisión

La Figura 3.13 presenta los valores de presión y anteriormente identificados en la tabla, la medición de presión en el sistema define la condición de funcionamiento de la transmisión e indica las presiones de trabajo de los componentes hidráulicos observando el cambio de presión dependiendo de las rpm del motor y la posición del cambio y facilita la toma de decisiones para realizar mantenimientos preventivos o correctivos de cada uno de los componentes internos.

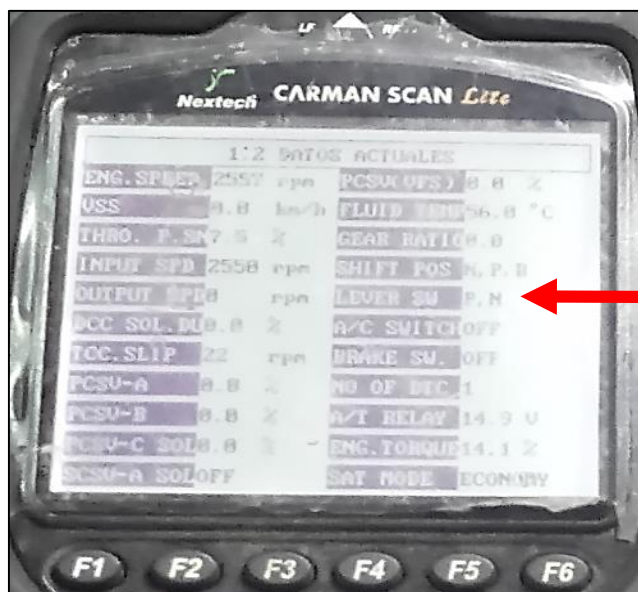


Figura 3.14 Flujo de datos por medio del escáner en la posición N de la transmisión

En la Figura 3.14 indica los valores que se pueden leer electrónicamente mediante un escáner sobre el funcionamiento de la transmisión en la posición N, en la lectura de los valores hidráulicos como electrónicos se identifica que para establecer las 2 500 rpm necesarias para la medición de valores de funcionamiento el acelerador trabaja a un 7,5 % de apertura de la mariposa, una velocidad del eje de entrada a la caja de 2 550 rpm, una velocidad del eje de salida de la caja de 0 rpm, la temperatura del fluido está en 56°C, una relación de transmisión de 0,0, indica la posición del cambio que es N (neutral), el interruptor de la palanca está en P,N, el voltaje del relé de la transmisión automática está en 14,9 V y el torque motor es de 14,1 %.

Una vez en funcionamiento el motor se realiza la lectura de los solenoides que corresponda. La Tabla 3.7 indica la activación de los solenoides cuando la transmisión se encuentra en la posición N

Tabla 3.7 Solenoides posición Neutro (Neutral)

| Activación solenoides | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Posición marcha | solenoides Underdrive | Solenoides de segunda | solenoides de sobremarcha Overdrive | solenoides de marcha baja y reversa | TCC solenoides |
| Neutro | ON | ON | ON | ON | - |

3.3.4 MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA LA POSICIÓN DRIVE 1

Las mediciones de las presiones correspondientes a la posición Drive 1, se realizan siguiendo los pasos recomendados en el manual de taller del fabricante de la caja Tiptronic.

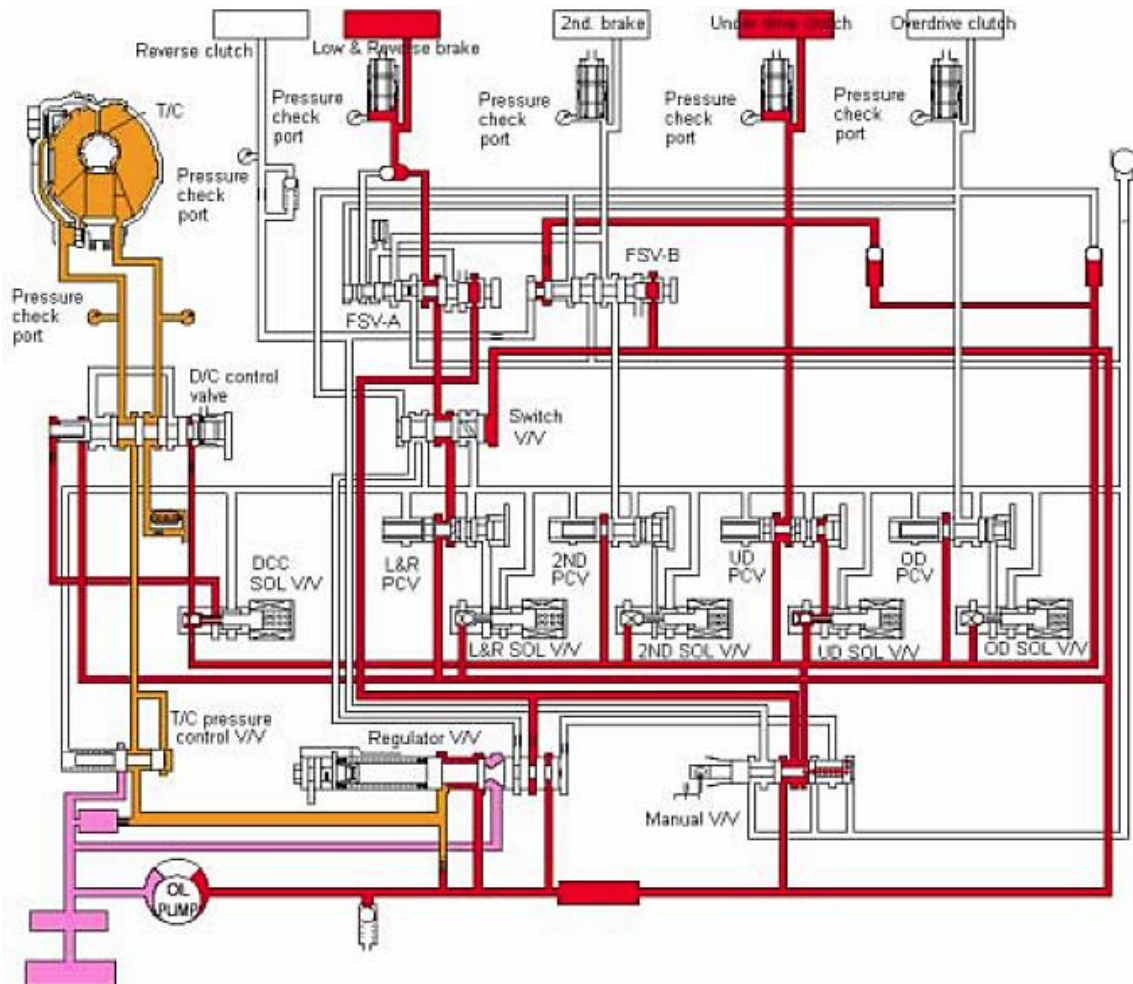


Figura 3.15 Circuito hidráulico posición 1

La Figura 3.15 indica el circuito hidráulico para la posición 1 y la circulación del fluido de la caja que sigue por los conductos internos de la misma. Los ductos de color rosado indica el retorno del exceso de presión y caudal del fluidos que regresa al depósito, el fluido de color amarillo se encuentra entre la bomba de aceite y el convertidor de par para de ahí originarse la presión necesaria del fluido como se observa de color rojo, ésta presión se genera desde la bomba de aceite pasando por las válvulas de trabajo de baja y reversa y underdrive tomando contacto con cada uno de sus solenoides de las mismas válvulas para que finalmente se genere la archa número 1.

Se toma en cuenta que al realizar el funcionamiento para la posición 1 el sistema hidráulico no utiliza todos sus componentes.

En la Tabla 3.8 se detalla la presión que se obtuvo para la posición 1 medida en psi a 2 500 revoluciones por minuto (rpm), el sistema hidráulico para la posición de Aparcamiento, genera 35 psi de presión del embrague de marcha baja (**UD**), 150 psi de Presión del freno en baja y reversa (**LR**), 39 psi de Presión aplicada al embrague amortiguador (**DA**) y 78 psi de Presión de liberación del embrague amortiguador (**DR**).

Tabla 3.8 Presión de trabajo para posición 1

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|--|--|---------------------------------|--|--|
| Posición de la palanca selectora | Posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobremarcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| D | 1^{ra} marcha | 2 500 | 35 | - | - | 150 | - | 39 | 78 |

Comparando los datos obtenidos en la Tabla 3.8 con los de la Figura 3.16 se define que los valores se encuentran dentro de los rangos específicos.

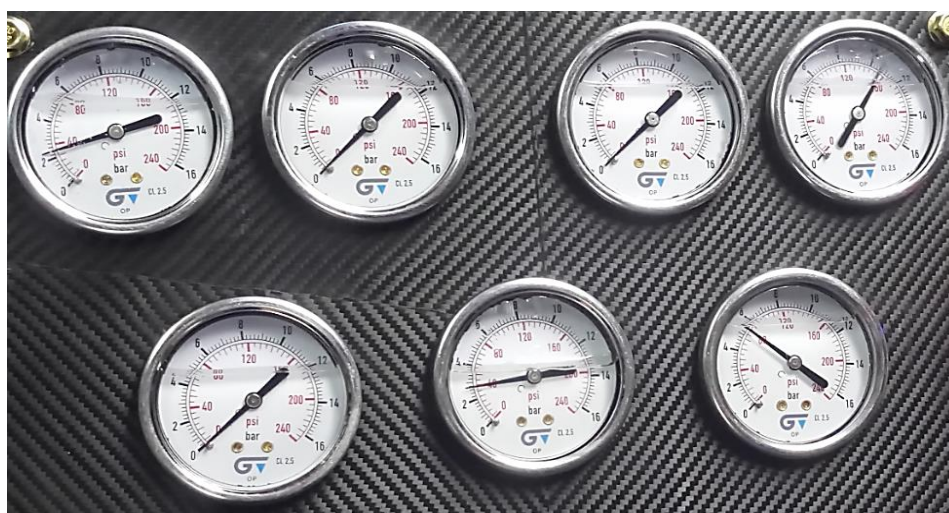


Figura 3.16 Manómetros en la posición 1 de la transmisión

La Figura 3.16 presenta la presión de trabajo en la posición 1 tomando en cuenta una estabilidad del motor a 2 500 rpm, se puede diferenciar la variación de presiones en cada uno de los componentes

hidráulicos logrando definir un funcionamiento idóneo a pesar que no se puede lograr una velocidad lineal de desplazamiento vehicular.

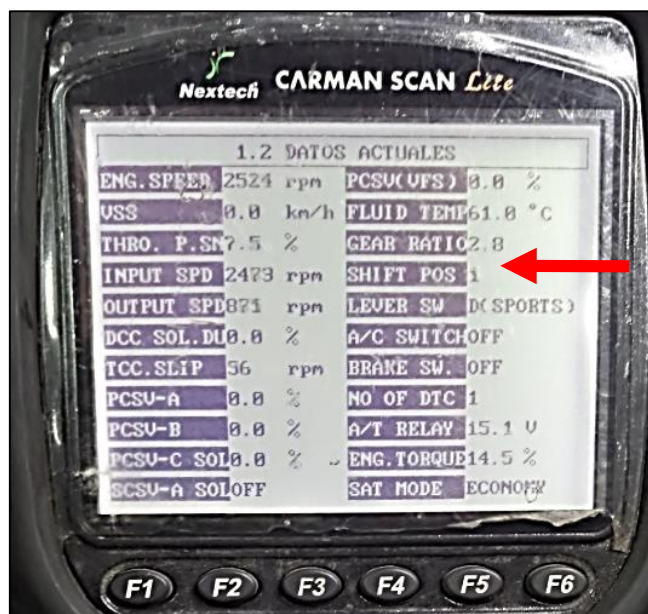


Figura 3.17 Flujo de datos por medio del escáner en la posición 1

En la Figura 3.17 se indica el flujo de datos mediante el escáner en la posición uno pudiendo así definir las condiciones óptimas para la lectura de los valores de funcionamiento tanto hidráulicos como electrónicos. Se identifica que para establecer las 2 500 rpm necesarias para la medición de valores de funcionamiento el acelerador trabaja a un 7,5 % de apertura de la mariposa, una velocidad del eje de entrada a la caja de 2 473 rpm, una velocidad del eje de salida de la caja de 871 rpm, la temperatura del fluido está en 61°C, una relación de transmisión 2,8, indica la posición del cambio que es 1, el interruptor de la palanca está en D(SPORTS), el voltaje del relé de la transmisión automática está en 15,1 V y el torque motor es de 14,5 %.

Una vez en funcionamiento el motor se realiza la lectura de los solenoides que corresponda. La Tabla 3.9 indica la activación de los solenoides cuando la transmisión se encuentra en la posición 1

Tabla 3.9 Solenoides posición 1 (Drive 1)

| Activación solenoides | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Posición marcha | solenoides Underdrive | Solenoides de segunda | solenoides de sobremarcha Overdrive | solenoides de marcha baja y reversa | TCC solenoides |
| 1 ^{ra} marcha | OFF | ON | ON | OFF | - |

3.3.5 MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA LA POSICIÓN DRIVE 2

Las mediciones de las presiones correspondientes a la posición Drive 2, se realizan siguiendo los pasos recomendados en el manual de taller del fabricante de la caja Tiptronic.

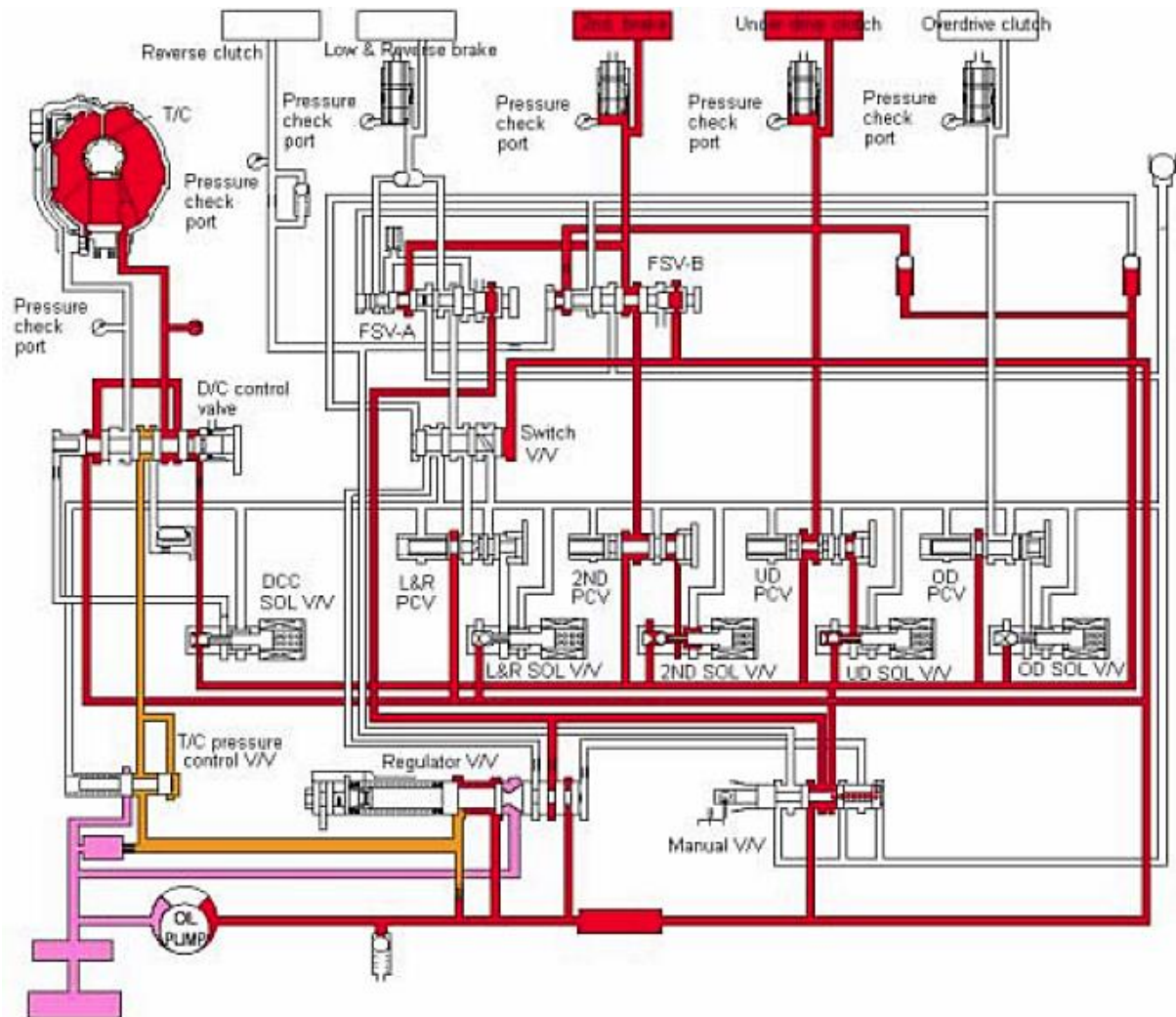


Figura 3.18 Circuito hidráulico posición 2

La Figura 3.18 indica el circuito hidráulico para la posición 2 y la circulación del fluido de la caja que sigue por los conductos internos de la misma.

La posición 2 funciona tanto en el modo secuencial o normal ya que al momento de realizar un cambio de velocidad la transmisión automática decide el cambio de circuito hidráulico para el correcto funcionamiento.

Se toma en cuenta que al realizar el funcionamiento para la posición 2 el sistema hidráulico no utiliza todos sus componentes.

En la Tabla 3.10 se detalla la presión que se obtuvo para la posición 2 medida en psi a 2 500 revoluciones por minuto (rpm), el sistema hidráulico para la posición de Drive 2, genera 35 psi de presión del embrague de marcha baja (**UD**), 150 psi de Presión del segundo freno (**2ND**), 40 psi de Presión aplicada al embrague amortiguador (**DA**) y 80 psi de Presión de liberación del embrague amortiguador (**DR**)

Tabla 3.10 Presión de trabajo para posición 2

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---|---|---|---|--|---|---|
| Posición de la palanca selectora | Posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobremarcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| D | 2° marcha | 2 500 | 35 | - | - | - | 150 | 40 | 80 |

Comparando los datos obtenidos en la Tabla 3.10 con los de la Figura 3.19 se define que los valores se encuentran dentro de los rangos específicos.

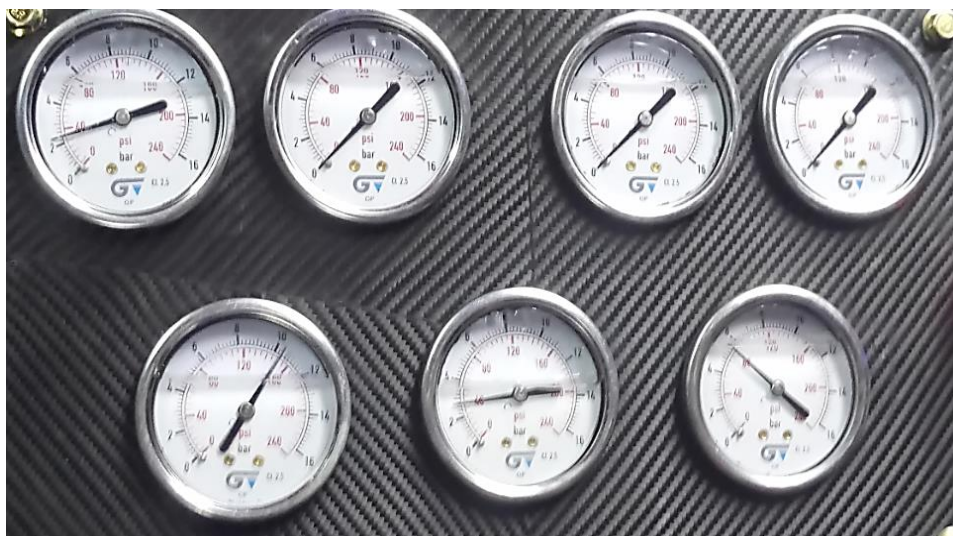


Figura 3.19 Manómetros en la posición 2 de la transmisión

La Figura 3.19 presenta los valores de presión y anteriormente identificados en la tabla, la medición de presión en el sistema define la condición de funcionamiento de la transmisión e indica las presiones de trabajo de los componentes hidráulicos observando el cambio de presión dependiendo de las rpm del motor y la posición del cambio y facilita la toma de

decisiones para realizar mantenimientos preventivos o correctivos de cada uno de los componentes internos.

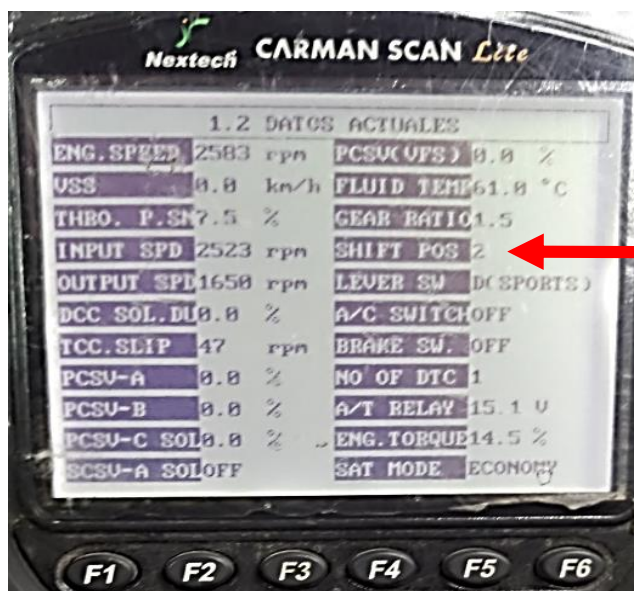


Figura 3.20 Flujo de datos por medio del escáner en la posición 2

En la Figura 3.20 se indica el flujo de datos mediante el escáner en la posición uno pudiendo así definir las condiciones óptimas para la lectura de los valores de funcionamiento tanto hidráulicos como electrónicos. Se identifica que para establecer las 2 500 rpm necesarias para la medición de valores de funcionamiento el acelerador trabaja a un 7,5 % de apertura de la mariposa, una velocidad del eje de entrada a la caja de 2 523 rpm, una velocidad del eje de salida de la caja de 1650 rpm, la temperatura del fluido está en 61°C, una relación de transmisión 1,5, indica la posición del cambio que es 2, el interruptor de la palanca está en D(SPORTS), el voltaje del relé de la transmisión automática está en 15,1 V y el torque motor es de 14,5 %.

Una vez en funcionamiento el motor se realiza la lectura de los solenoides que corresponda. La Tabla 3.11 indica la activación de los solenoides cuando la transmisión se encuentra en la posición P

Tabla 3.11 Solenoides posición 2 (Drive 2)

| Activación solenoides | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Posición marcha | solenoides Underdrive | Solenoides de segunda | solenoides de sobremarcha Overdrive | solenoides de marcha baja y reversa | TCC solenoides |
| 2 ^{da} marcha | OFF | OFF | ON | ON | - |

3.3.6 MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA LA POSICIÓN DRIVE 3

Las mediciones de las presiones correspondientes a la posición Drive 3, se realizan siguiendo los pasos recomendados en el manual de taller del fabricante de la caja Tiptronic.

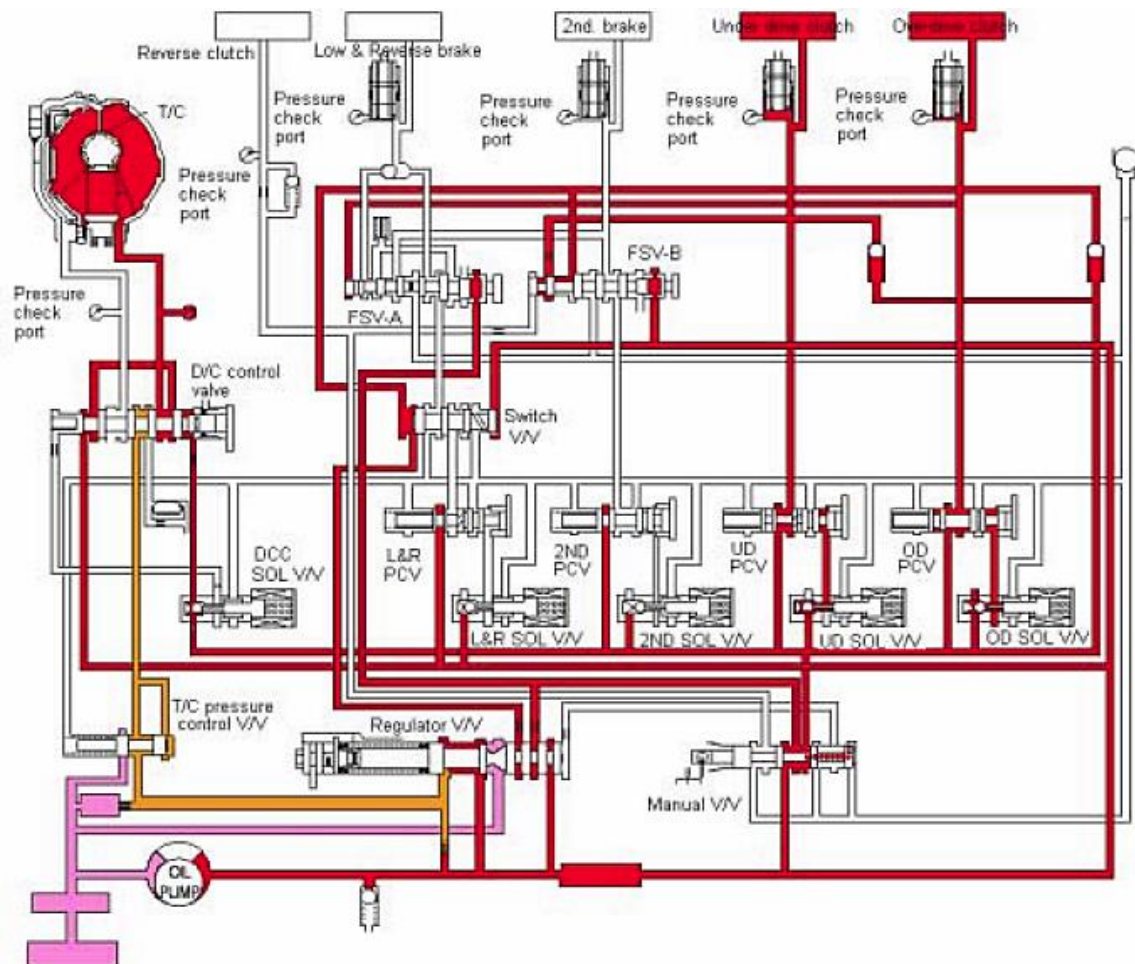


Figura 3.21 Circuito hidráulico posición 3

La Figura 3.21 indica el circuito hidráulico para la posición 3 y la circulación del fluido de la caja que sigue por los conductos internos de la misma. Inicialmente la presión se genera de igual forma como para las marchas anteriores Parking, Neutro, sin embargo, la diferencia la generan los solenoides de underdrive y overdrive activándose para cambiar la direccionalidad del fluido y logrando así la aplicación de la tercera marcha.

La presión en cada posición de funcionamiento es diferente, se comprueba posteriormente en los puertos de medición de presión de la carcasa de transmisión, el valor que se obtiene se verifica con los descrito en el manual original de la caja de velocidades.

Se toma en cuenta que al realizar el funcionamiento para la posición 3 el sistema hidráulico no utiliza todos sus componentes.

En la Tabla 3.12 se detalla la presión que se obtuvo para la posición 3 medida en psi a 2 500 revoluciones por minuto (rpm), el sistema hidráulico para la posición de Drive 3, genera 35 psi de presión del embrague de marcha baja (**UD**), 120 psi de presión del embrague de sobremarcha (**OD**), 115 psi de Presión aplicada al embrague amortiguador (**DA**). Los valores obtenidos se mantienen dentro de valores habituales de funcionamiento de la transmisión, sin embargo, se toma en cuenta que varios valores presentan diferencias a los del manual ya que las condiciones de pruebas de presión del sistema se deben realizar teniendo un desplazamiento lineal del vehículo.

Tabla 3.12 Presión de trabajo para posición 3

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------|---|---|---|---|--|---|---|
| Posición de la palanca selectora | Posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobremarcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| D | 3^{ra} marcha | 2 500 | 35 | - | 120 | - | - | 115 | - |

Comparando los datos obtenidos en la Tabla 3.12 con los de la Figura 3.22 se define que los valores se encuentran dentro de los rangos específicos.



Figura 3.22 Manómetros en la posición 3 de la transmisión

La Figura 3.22 presenta las presiones del sistema, la medición mediante manómetros es el método adecuado para identificar el funcionamiento correcto de los componentes internos de la transmisión.

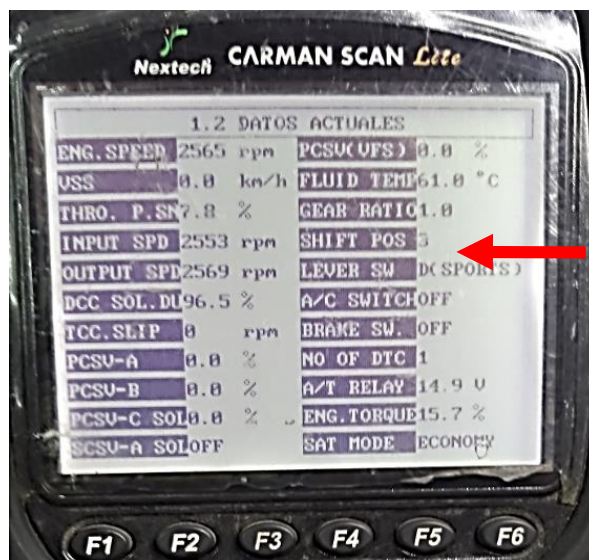


Figura 3.23 Flujo de datos por medio del escáner en la posición 3

En la Figura 3.23 se indica el flujo de datos mediante el escáner en la posición uno pudiendo así definir las condiciones óptimas para la lectura de los valores de funcionamiento tanto hidráulicos como electrónicos. Se identifica que para establecer las 2 500 rpm necesarias para la medición de valores de funcionamiento el acelerador trabaja a un 7,8 % de apertura de la mariposa, una velocidad del eje de entrada a la caja de 2 553 rpm, una velocidad del eje de salida de la caja de 2569 rpm, la temperatura del fluido está en 61°C, una relación de transmisión 1,0, indica la posición del cambio que es 3, el interruptor de la palanca está en D(SPORTS), el voltaje del relé de la transmisión automática está en 14,9 V y el torque motor es de 15,7 %.

Una vez en funcionamiento el motor se realiza la lectura de los solenoides que corresponda. La Tabla 3.13 indica la activación de los solenoides cuando la transmisión se encuentra en la posición 3

Tabla 3.13 Solenoides posición 3 (Drive 3)

| Activación solenoides | | | | | |
|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------|
| Posición marcha | solenoide Underdrive | Solenoide de segunda | solenoide de sobremarcha Overdrive | solenoide de marcha baja y reversa | TCC solenoide |
| 3 ^{ra} marcha | OFF | ON | OFF | ON | - |

3.3.7 MEDICIÓN DE PRESIÓN PARA LA POSICIÓN DRIVE 4

Las mediciones de las presiones correspondientes a la posición Drive 4, se realizan siguiendo los pasos recomendados en el manual de taller del fabricante de la caja Tiptronic.

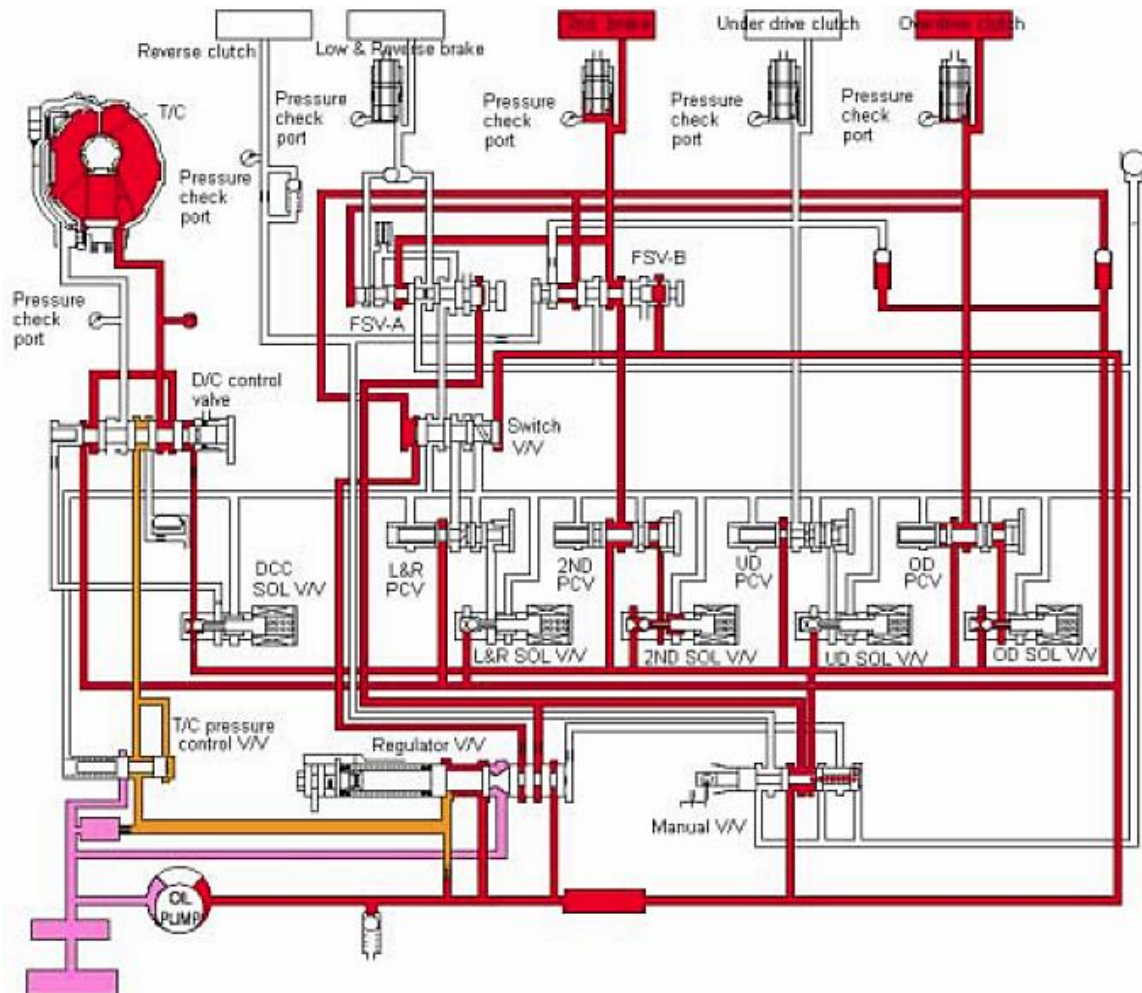


Figura 3.24 Circuito hidráulico posición 4

La Figura 3.24 indica el circuito hidráulico para la posición 4 y la circulación del fluido de la caja que sigue por los conductos internos de la misma. El circuito inicial es similar en todas las posiciones de la palanca de cambios donde existe el retorno y la comunicación entre la bomba y el convertidor de par, posteriormente se dirige el fluido de segunda y overdrive comunicándose con los solenoides de freno de segunda y overdrive de tal forma que se genera las condiciones necesarias para la velocidad de cuarta marcha.

Se toma en cuenta que al realizar el funcionamiento para la posición 4 el sistema hidráulico no utiliza todos sus componentes.

En la Tabla 3.14 se detalla la presión que se obtuvo para la posición 4 medida en psi a 2 500 revoluciones por minuto (rpm), el sistema hidráulico para la posición de Drive 4, genera 35 psi de presión del embrague de marcha baja (**UD**), 120 psi de presión del embrague de sobremarcha (**OD**), 115 psi de Presión del segundo freno (**2ND**) y 115 psi de Presión aplicada al embrague amortiguador (**DA**). Los valores obtenidos presentan similitud con los valores proporcionados en el manual, y esto indica que las condiciones mecánicas y electrónicas de la transmisión se encuentran bien.

Tabla 3.14 Presión de trabajo para posición 4

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|--|--|---------------------------------|--|--|
| Posición de la palanca selectora | Posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobremarcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| D | 4^{ta} marcha | 2 500 | 35 | - | 120 | - | 115 | 115 | - |

Comparando los datos obtenidos en la Tabla 3.14 con los de la Figura 3.25 se define que los valores se encuentran dentro de los rangos específicos



Figura 3.25 Manómetros en la posición 4 de la transmisión

La Figura 3.25 indica los valores de presión obtenidos en las condiciones de cuarta marcha. La variación de presiones en cada uno de los manómetros mejora el diagnóstico de los sistemas internos de la transmisión.

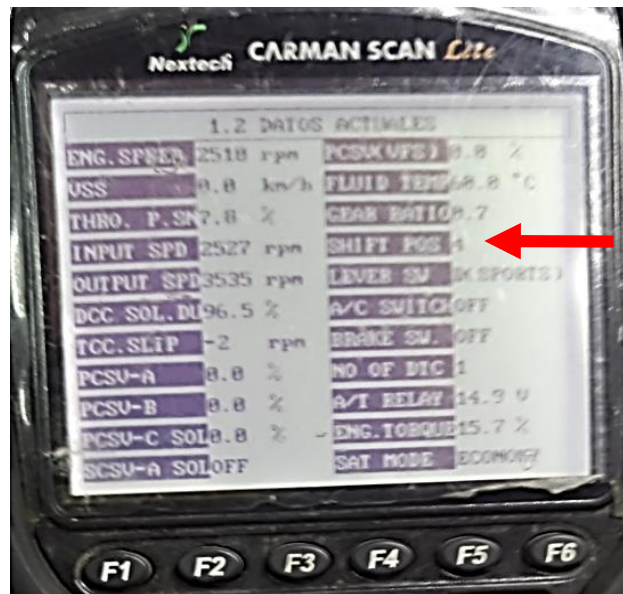


Figura 3.26 Flujo de datos por medio del escáner en la posición 4

En la Figura 3.26 se indica el flujo de datos mediante el escáner en la posición uno pudiendo así definir las condiciones óptimas para la lectura de los valores de funcionamiento tanto hidráulicos como electrónicos. Se identifica que para establecer las 2 500 rpm necesarias para la medición de valores de funcionamiento el acelerador trabaja a un 7,8 % de apertura de la mariposa, una velocidad del eje de entrada a la caja de 2 527 rpm, una velocidad del eje de salida de la caja de 3535 rpm, la temperatura del fluido está en 60°C, una relación de transmisión 0,7, indica la posición del cambio que es 4, el interruptor de la palanca está en D(SPORTS), el voltaje del relé de la transmisión automática está en 14,9 V y el torque motor es de 15,7 %.

Una vez en funcionamiento el motor se realiza la lectura de los solenoides que corresponda. La Tabla 3.15 indica la activación de los solenoides cuando la transmisión se encuentra en la posición 4

Tabla 3.15 Solenoides posición 4 (Drive 4)

| Activación solenoides | | | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|--|--|---------------|
| Posición marcha | solenoide Underdrive | Solenoide de segunda | solenoide de sobremarcha Overdrive | solenoide de marcha baja y reversa | TCC solenoide |
| 4 ^{ta} marcha | OFF | ON | OFF | ON | ON |

3.4 SISTEMA ELECTRÓNICO DE LA TRANSMISIÓN

El sistema electrónico de la transmisión automática es comandado por la computadora y es quien decide cuando activar los solenoides del cuerpo de válvulas y puedan realizarse los cambios de velocidad a gusto del conductor.

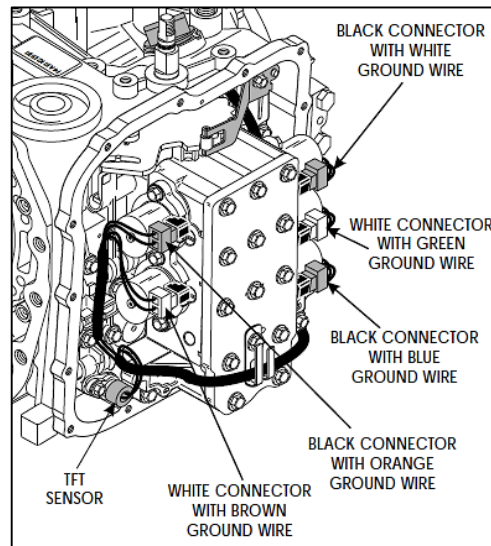


Figura 3.27 Vista de los conectores de los solenoides de la transmisión (ATSG, 2005, pág. 106)

La Figura 3.27 indica los solenoides de la transmisión los cuales reciben las ordenes desde la ECU para que se activen o desactiven según la condición de trabajo que necesite la transmisión para movilizar el automóvil.

La verificación del funcionamiento de los solenoides se realiza mediante la utilización de un scanner automotriz.

Tabla 3.16 Funcionamiento activaciones de solenoides

| Posición cambio | Solenoides | | | | |
|-----------------|------------|------------|------------|---------------|-----------|
| | Underdrive | Segunda | Overdrive | Baja /Reversa | TCC |
| Park | ON | ON | ON | OFF | |
| Reverse | ON | ON | ON | OFF | |
| Neutral | ON | ON | ON | ON | |
| Dr - 1 | OFF | ON | ON | OFF | |
| Dr - 2 | OFF | OFF | ON | ON | |
| Dr - 3 | OFF | ON | OFF | ON | |
| Dr - 4 | ON | OFF | OFF | ON | ON |

Fuente: (ATSG, 2005, pág. 5)

La Tabla 3.16 indica los componentes internos que generan presión y además se observa la activación de los solenoides para cada posición de funcionamiento de la transmisión. En la posición Parking y Reversa solo se activan tres solenoides los cuales son underdrive, segunda y overdrive. Para la posición Neutral se activan cuatro solenoides que son underdrive, segunda, overdrive y baja y reversa. Para la posición 1 en drive se activan los solenoides de segunda y overdrive. Para la posición 2 en drive se activan los solenoides overdrive y baja y reversa. Para la posición 3 en drive se activan los solenoides segunda y baja y reversa. Para la posición 4 en drive se activan los solenoides underdrive, baja y reversa y tcc.

Tabla 3.17 Control de continuidad del interruptor de rango de la transmisión

| POSICIÓN | NUMERO DE TERMINAL | | | | | | | | | | |
|----------|--------------------|---|---|---|---|---|----|---|---|---|--|
| | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 10 | 9 | 8 | 7 | |
| P | | | | ← | | | → | | | | |
| R | | | | | | | ← | | → | | |
| N | | | ← | | | | → | | | | |
| D | | | | | | ← | | | | → | |

La Tabla 3.17 muestra los pines del interruptor de rango de la transmisión a los cuales debemos ponchar con la ayuda de un multímetro automotriz para controlar la continuidad de todas las posiciones de la palanca selectora de cambios. Al momento de seleccionar la posición P es necesario pochar el terminal 3 y 8 y verificar si tiene continuidad, el terminal 10 y 9 también verifica continuidad en la misma posición. Seleccionamos la posición R y al ponchar los terminales 7 y 8 reflejará continuidad. Posicionamos la palanca en N y los terminales 4 y 8, 9 y 10 verifican continuidad en el interruptor. En la última posición posible D de la palanca selectora, podremos verificar continuidad ponchando los terminales 1 y 8.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Las presiones obtenidas en las diferentes posiciones posibles en la caja de cambios tipo Tiptronic por medio de la palanca selectora : **Parking (P)**: 35 psi (UD), 45 psi (LR), 15 psi (DA) y 35 psi (DR), **Reversa (R)**: 35 psi (UD), 225 psi (REV), 230 psi (LR), 40 psi (DA) y 79 psi (DR), **Neutro (N)**: 35 psi (UD), 45 psi (LR), 15 psi (DA) y 35 psi (DR), **Drive 4 (D4)**: 35 psi (UD), 120 psi (OD), 115 psi (2ND) y 115 psi (DA), **Drive 3 (D3)**: 35 psi (UD), 120 psi (OD) y 115 psi (DA), **Drive 2 (D2)**: 35 psi (UD), 150 psi (2ND), 40 psi (DA) y 80 psi (DR), y **Drive 1 (D1)**: 35 psi (UD), 150 psi (LR), 39 psi (DA) y 78 psi (DR) están dentro de los rangos de funcionamiento aceptados por el fabricante **Parking (P)**: 38-49 psi (LR), 31-52 psi (DR), **Reversa (R)**: 185-256 psi (REV), 185-256 psi (LR), 73-101 psi (DR), **Neutro (N)**: 38-49 psi (LR), 31-52 psi (DR), **Drive 4 (D4)**: 113-128 psi (UD), 113-128 psi (OD), 113-128 psi (DA), **Drive 3 (D3)**: 113-128 psi (UD), 113-128 psi (OD), **Drive 2 (D2)**: 147-152 psi (UD), 147-152 psi (2ND), 73-101 psi (DR), y **Drive 1 (D1)**: 147-152 psi (UD), 147-152 psi (LR) y 73-101 psi (DR); a excepción de la válvula solenoide Underdrive Clutch / Presión del embrague **UNDERDRIVE (UD)**, esto se debe a que las condiciones en las cuales se realizó la prueba no establecieron un desplazamiento lineal, sin poder ejercer una carga real sobre la transmisión.
- La lectura de resistencia en los solenoides mediante un multímetro definió que existe: 3,5 Ohm en el Solenoide underdrive y el fabricante presenta un valor de 3,6 Ohm. 3,45 Ohm en el Solenoide overdrive y el fabricante presenta un valor de 3,6 Ohm. 3,6 Ohm en el Solenoide baja / reversa y el fabricante presenta un valor de 3,6 Ohm. 3,65 Ohm en el Solenoide TCC y el fabricante presenta un valor de 3,6 Ohm. 3,5 Ohm en el Sensor TFT y el fabricante presenta un valor de 3,6 Ohm. 8,5 kΩ en el Solenoide de segunda y el fabricante presenta un valor de 9,5 kΩ lo cual define una correcta condición de funcionamiento de los componentes internos de la transmisión.
- La lectura de datos mediante el escáner automotriz, generó información detallada de todos los componentes electrónicos e hidráulicos de la transmisión, logrando identificar y monitorear en tiempo de funcionamiento real: las revoluciones por minuto (rpm) de la

caja de cambios Tiptronic, las rpm del eje de entrada a la caja y las rpm del eje de salida, las relaciones de transmisión de cada una de las posiciones en las que se encontraba funcionando, el correcto funcionamiento de los sensores como de los solenoides y de la ECU (Unidad de Control Electrónico).

- La implementación de un banco de pruebas de caja Tiptronic se diseñó y se construyó con materiales aprobados con normas de calidad NTE INEN 2415, capaces de resistir los esfuerzos de: tensión, cortante, compresión y flexión, en las practicas realizadas y el desplazamiento máximo no excede del 0,2 mm en su punto crítico donde se realiza la sujeción del motor.

4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar las prácticas de laboratorio en un lugar donde la expulsión de los diferentes gases de escape producidos por la combustión del motor se disipen con facilidad y no perjudiquen a quien está realizando la práctica.
- Establecer normas de seguridad en el procedimiento de instalación y medición de presiones del sistema hidráulico puesto que las mismas alcanzan los 230 psi y que pueden ocasionar daños a otros componentes sensibles a presiones altas.
- Para la lectura de información del sistema electrónico utilizar otro tipo de escáner automotriz que presente mayor información y detallada de cada uno de los componentes del sistema electrónico de la transmisión y motor.
- Realizar un mantenimiento preventivo al banco de pruebas para evitar daños que imposibiliten realizar mediciones de todos sus componentes internos y externos.
- Revisar periódicamente el nivel de aceite de caja de transmisión automática **Súper ATF Phillips 66** y el aceite del motor del banco de pruebas.
- Si el nivel de aceite no es el apropiado se debe completarlo, considerando que se debe utilizar el aceite especificado por el fabricante en este caso Hyundai, aceite para transmisión automática **Súper ATF Phillips 66**.
- Reemplazar el aceite de la transmisión automática aproximadamente a los 12 meses de uso, luego de este tiempo el aceite se degrada y pierde principalmente sus propiedades físicas y químicas.
- La cantidad de aceite para la caja de cambios es de 2 galones (7,57 litros) de aceite **Súper ATF Phillips 66**.
- Una vez reemplazado el aceite se enciende el motor y se acciona las diferentes posiciones de la palanca selectora para que el aceite circule por todo el cuerpo de válvulas, se apaga el motor y se realiza la medición del aceite.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AG, A. (2013). Transmisiones automáticas Audi. Alemania.
2. Aliaga, I., Anso, I., Lasala, J., & Manso, E. (2012). Cajas de cambio automáticas. España.
3. Alonso, J. M. (2008). *TÉCNICAS DEL AUTOMÓVIL. CHASIS*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
4. Alonso, J. M. (2014). *Sistemas de transmisión y frenado*. Ediciones Paraninfo, S.A.
5. APA, N. (2018). *Normas APA*. Obtenido de <http://normasapa.net/como-formular-objetivos-tesis/>
6. ATSG. (2005). MITSUBISHI F4A41, F4A42, F4A51. MIAMI, EE UU.
7. Buitrago, J. (11 de Septiembre de 2013). <https://aprendeaconducir.wordpress.com>. Obtenido de <https://aprendeaconducir.wordpress.com>: <https://aprendeaconducir.wordpress.com/2013/09/11/aprende-a-conducir-bien-que-es-una-caja-triptonica/>
8. CanalMOTOR. (04 de Octubre de 2015). <https://www.motor.mapfre.es>. Obtenido de <https://www.motor.mapfre.es>: <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/consejos-de-conduccion/5587/caja-cambios-tiptronic>
9. Company, H. M. (2017). Automatic Transaxle (F4A42). EE UU.
10. Diasa, C. d. (s.f.). *Centro de Entrenamiento de Diasa*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/113849286/Trasmision-Automatica-Optima-Carens-2-y-Carnival-FI-Sedona>
11. Falcón, F. D. (05 de Marzo de 2013). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/128784673/Trab1-6A-Felix-Tandayamo-docx>

12. Galindo, E. M. (7 de Agosto de 2013). *Blogger*. Obtenido de <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/delimitacion-del-problema-de.html>
13. García, C., Tolosa, V., Solloa, R., Casquero, J., & Álvarez, A. (2001). *Transportes: Transmisión*. Obtenido de <http://mecanicageneral.webcindario.com/trans.pdf>
14. Guayta, L. F., & Lara, G. L. (2014). Obtenido de file:///C:/Users/PROCYBER/Desktop/Downloads/cc_unlocked.pdf
15. Hyundai. (2006). *Engine Hyundai Santa Fé*. Obtenido de <http://www.automotor-shop.com/hyundai/725-moteur-hyundai-santa-fe-i-20-136-cv-g4bp-.html>
16. IPAC. (2014). *Productos IPAC*. Obtenido de Tabla 2.1. Especificaciones técnicas del motor
17. Jimenez, R. (15 de Marzo de 2012). <http://www.elheraldo.hn>. pág. 3. Obtenido de <http://www.elheraldo.hn>: <http://www.elheraldo.hn/otrassecciones/nuestrossuplementos/629115-373/que-caja-elegir-para-su-vehiculo>
18. KIA. (2017). *Transmision automatica avanzada Alpha*.
19. KingDiag. (2013). *KingDiag Tech Company*. Obtenido de <http://esp.kingdiag.com/pid14114788/Carman+Scan+Lite.htm>
20. MC, D. A. (2013). Diagnóstico y reparación de transmisiones automáticas HIVEC. Quito, Ecuador.
21. Montufar, P., Tigse, F., & Coronel, N. (2017). CARACTERIZACIÓN DEL CONVERTIDOR DE PAR Y SU INFLUENCIA SOBRE EL DESEMPEÑO DEL VEHÍCULO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE VARIABLES PRINCIPALES DE OPERACIÓN PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ. *RIEMAT*, 10-17.

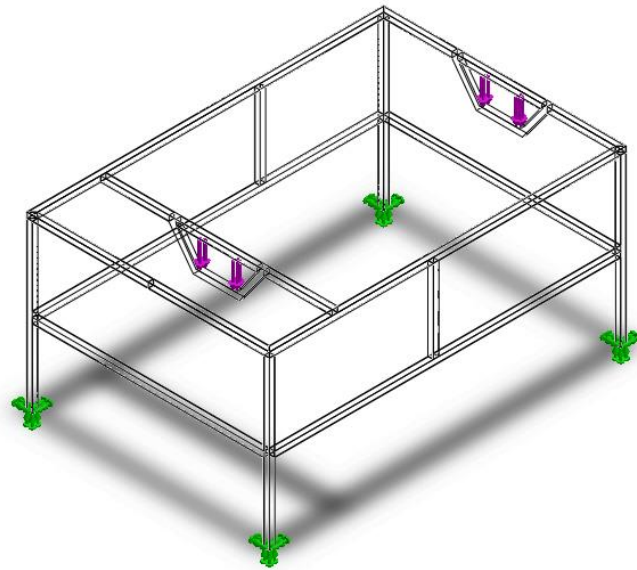
22. Navascués, J. (2008). *Anuales de mecánica y electricidad. Evolución de transmisiones automáticas.* Obtenido de https://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/anales_get.php?id=1490
23. Orozco, G. M. (10 de Noviembre de 2015). Caja mecánica, automática, CVT o Robotizada ¿Qué tipo de caja elegir? Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com>: <https://www.pruebaderuta.com/caja-mecanica-automatica-cvt-o-robotizada.php>
24. Orozco, G. M. (10 de Noviembre de 2015). <https://www.pruebaderuta.com>. Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com>: <https://www.pruebaderuta.com/que-es-una-transmision-triptonic.php>
25. Roa, A. (28 de Enero de 2015). <https://www.comparaonline.cl>. Obtenido de <https://www.comparaonline.cl>: <https://www.comparaonline.cl/blog/finanzas/credito-automotriz/2015/01/que-es-la-caja-tiptronic-y-que-comodidades-brinda/>
26. Ro-des. (2013). <https://www.ro-des.com>. Obtenido de <https://www.ro-des.com>: <https://www.ro-des.com/mecanica/cajas-de-cambio-tiptronic-y-secuenciales/>
27. Sarmiento, T. (2015). *Cajas de cambio. Cajas de cambio automáticas.* México, Mexico: Parainfo.
28. Villacis, R. J., & Pinargote, A. J. (Julio de 2010). <https://repositorio.espe.edu.ec>. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec>: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2951/1/T-ESPEL-0741.pdf>
29. Yépez, L. A. (Enero de 2014). Obtenido de <file:///C:/Users/PROCYBER/Desktop/Downloads/T-UIDE-0154.pdf>

ANEXOS

ANEXO I

DISEÑO DE SOPORTE METÁLICO PARA EL MOTOR Y CAJA

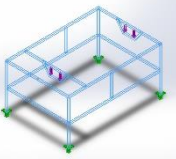
INFORMACIÓN DE MODELO



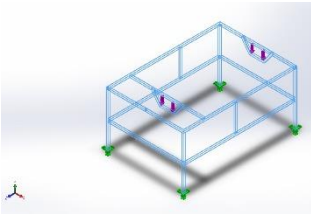
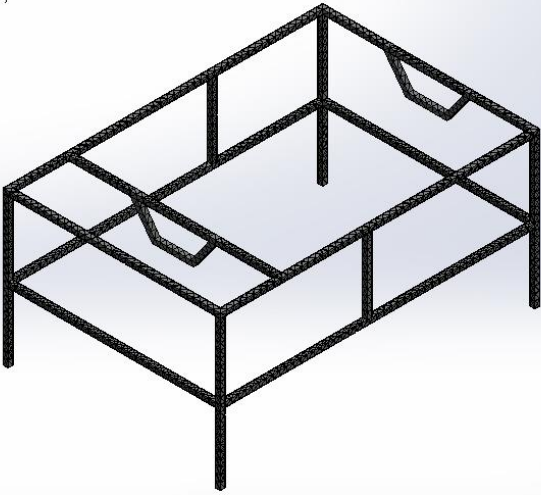
Nombre del modelo: base motor - copia

Configuración actual: Predeterminado

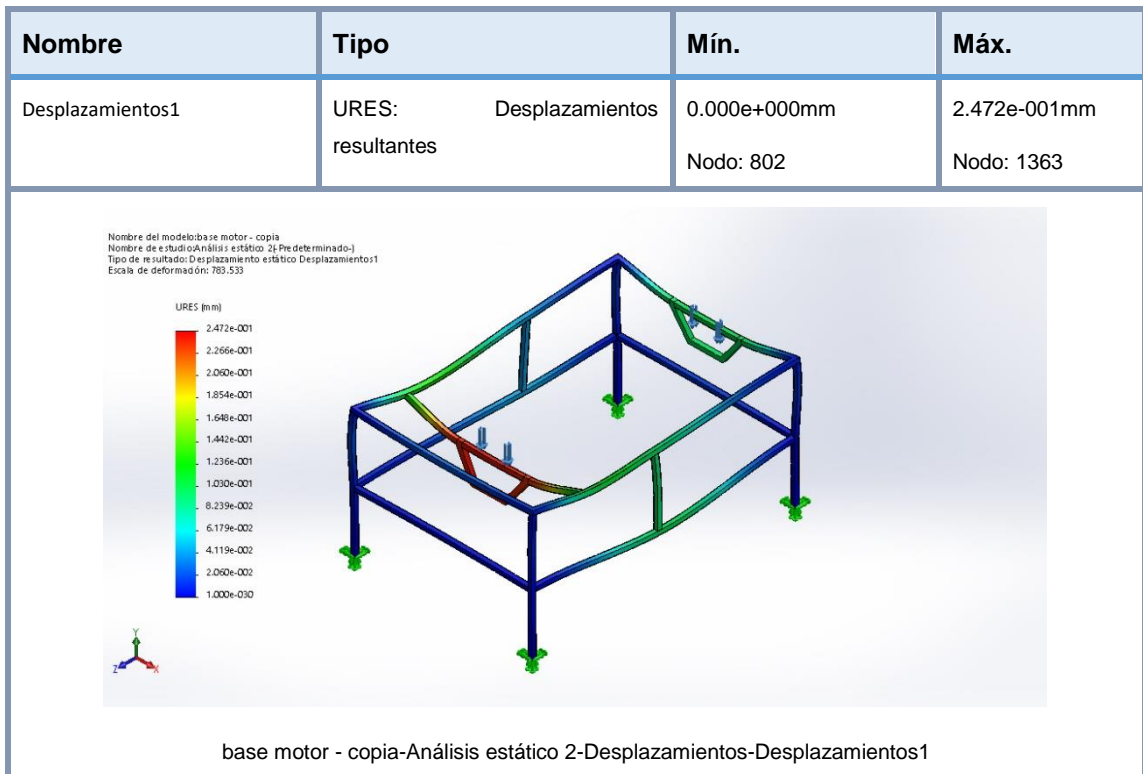
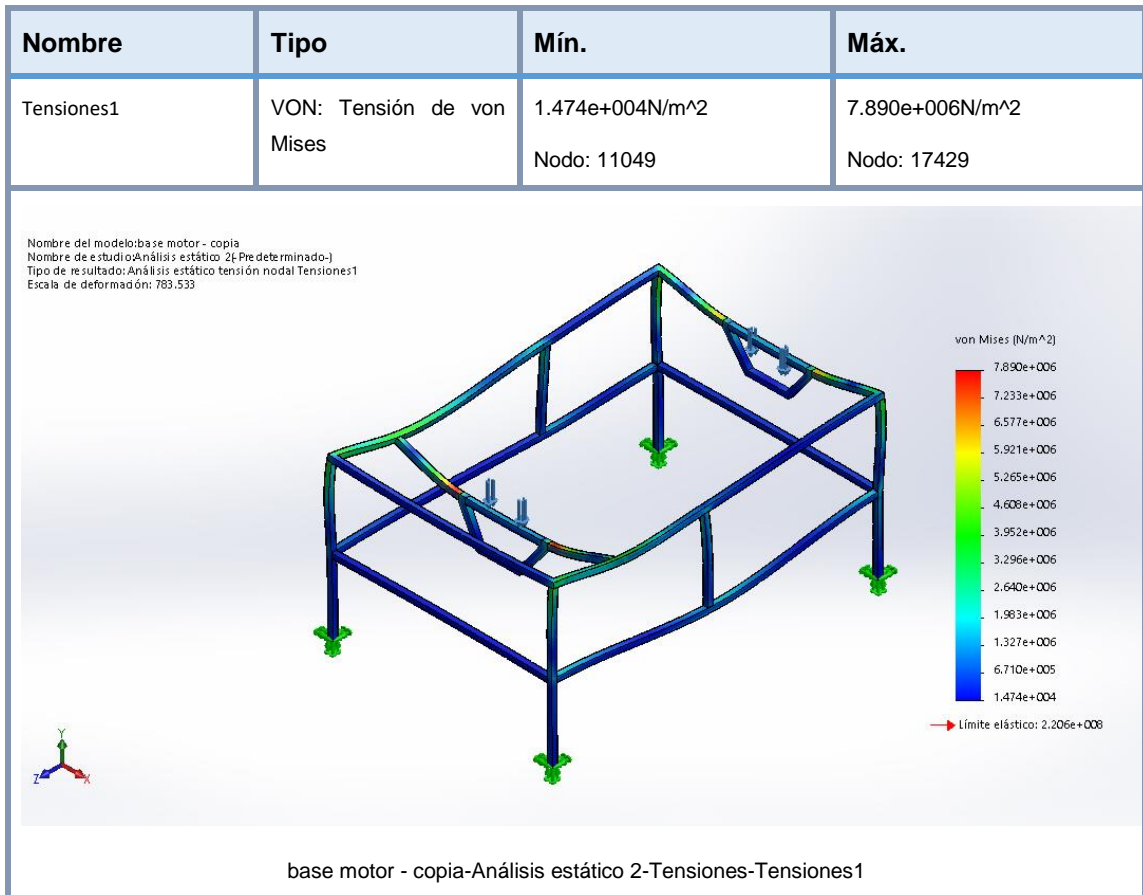
Sólidos

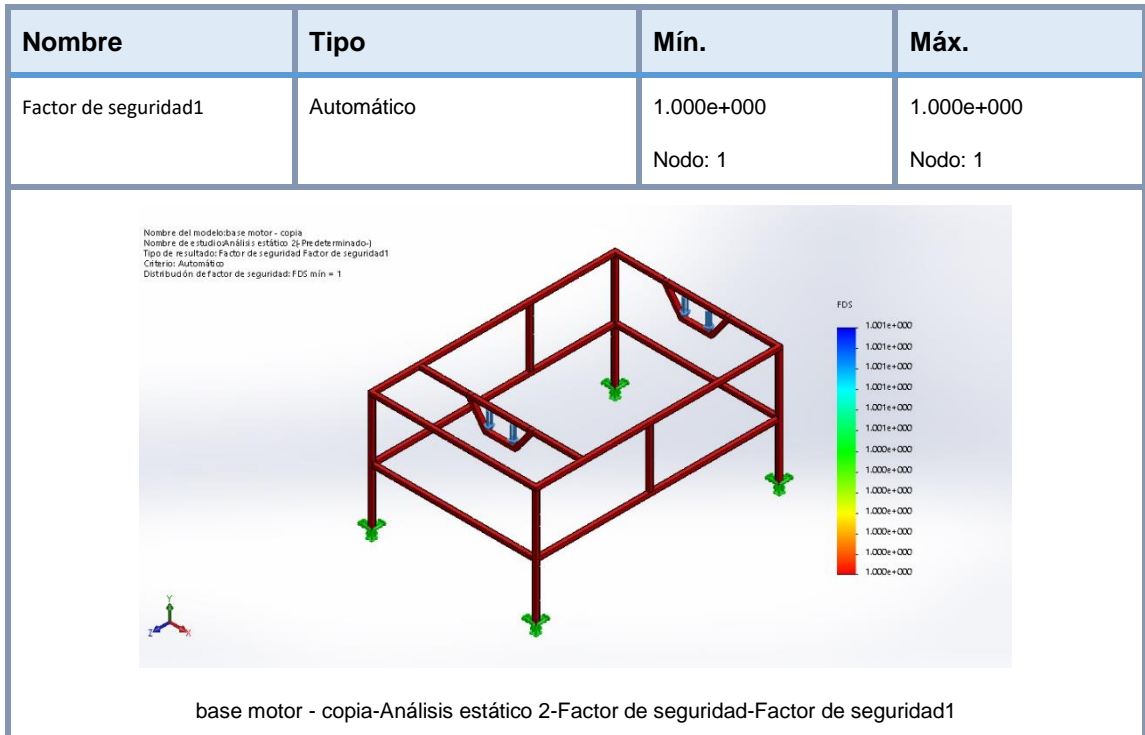
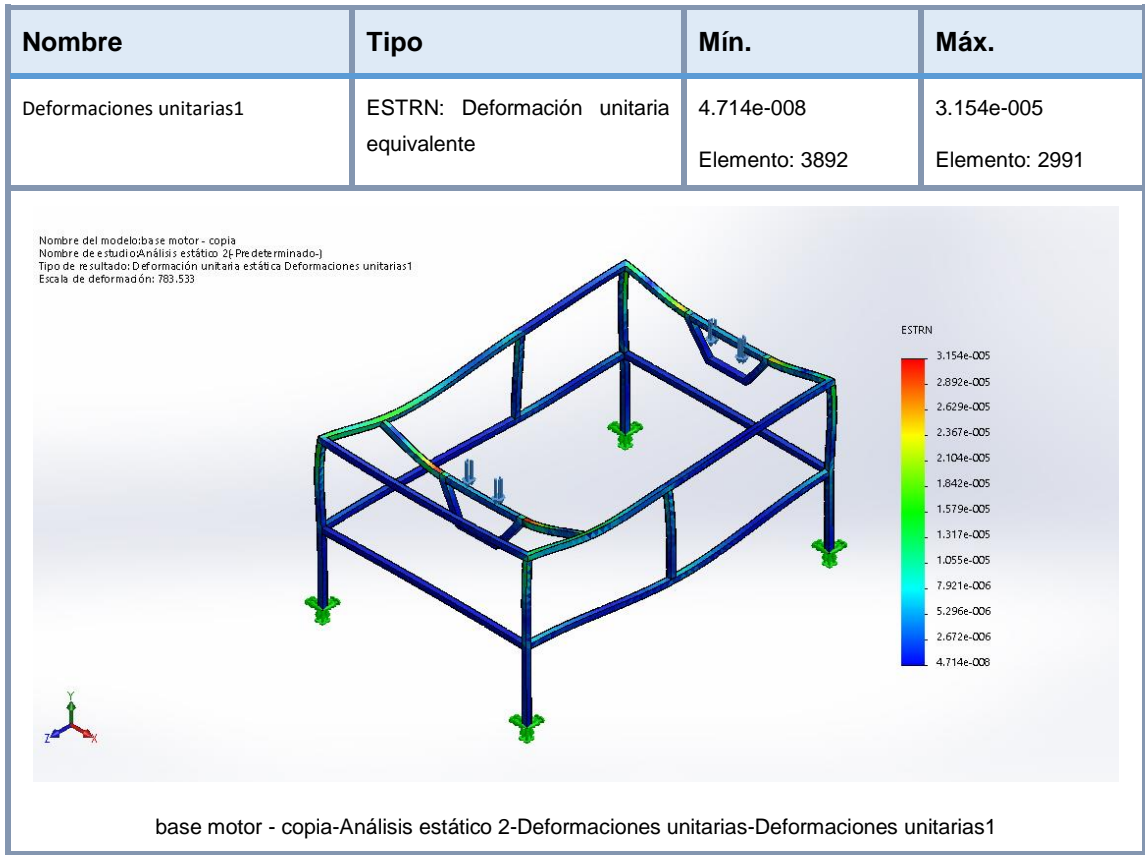
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|---|--------------|--|---|
| Reparar aristas1  | Sólido | Masa:34.5469 kg Volumen:0.00442909 m ³ Densidad:7800 kg/m ³ Peso:338.56 N | F:\UTN\TESIS CAJA TIPTRONIC\base motor - copia.SLDPRT Abr 19 10:08:40 2018 |

PROPIEDADES DE MATERIAL

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|--|---|--|
|  | <p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+010 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-005 /Kelvin</p> | <p>Sólido 1(Reparar aristas1)(base motor - copia)</p> |
| <p>Datos de curva:N/A</p> <p>Nombre del modelo:base motor - copia Nombre de estudio:Análisis estático 2(Pre determinado-) Tipo de malla: Malla sólida</p>  | | |

RESULTADOS DEL ESTUDIO





ANEXO II

CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS Y MONTAJE DE TODOS SUS COMPONENTES



Figura AII.1 Fabricación de estructura metálica

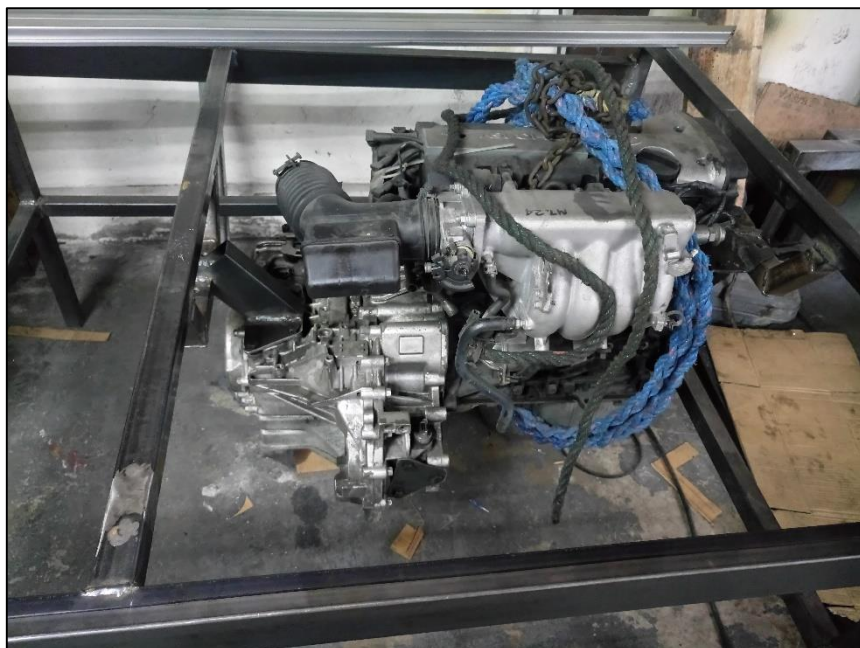


Figura AII.2 Montaje del conjunto motor transmisión al banco de pruebas

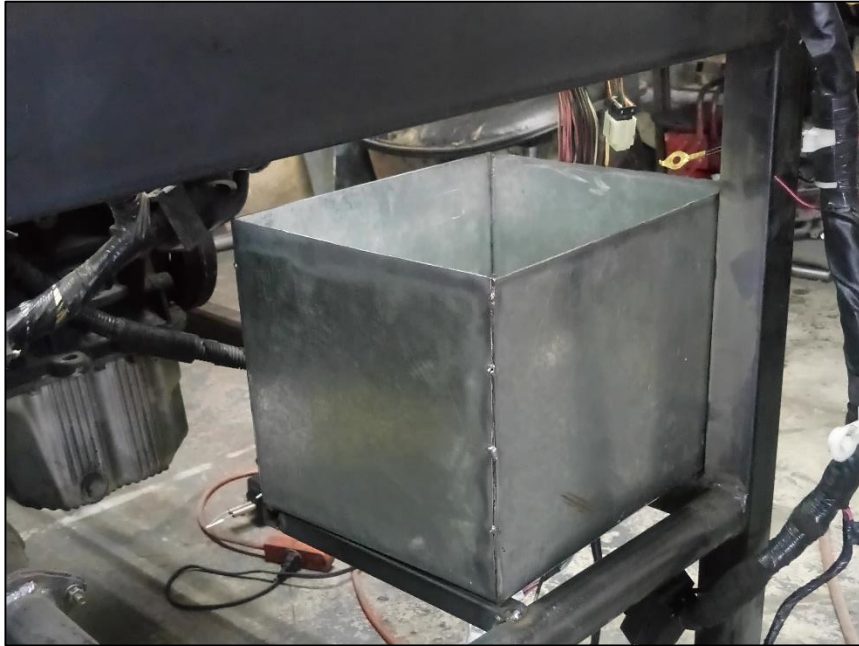


Figura AII.3 Fabricación del tanque de combustible



Figura AII.4 Fabricación del tablero de instrumentos



Figura AII.5 Conexión de manómetros de presión a tablero de instrumentación

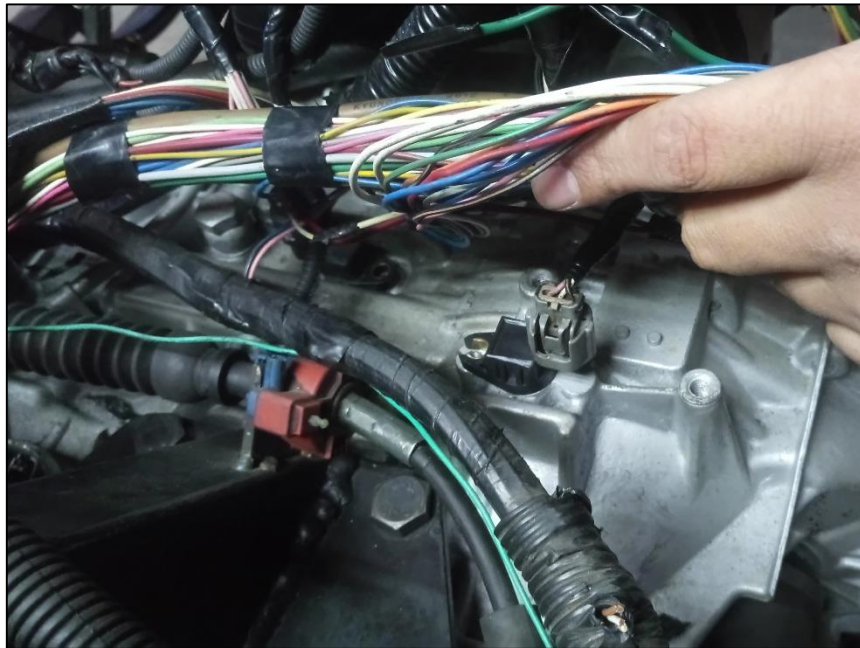


Figura AII.6 Conexión de todo el cableado ECU al banco de pruebas



Figura AII.7 Extracción de todas las señales eléctricas al tablero de instrumentación



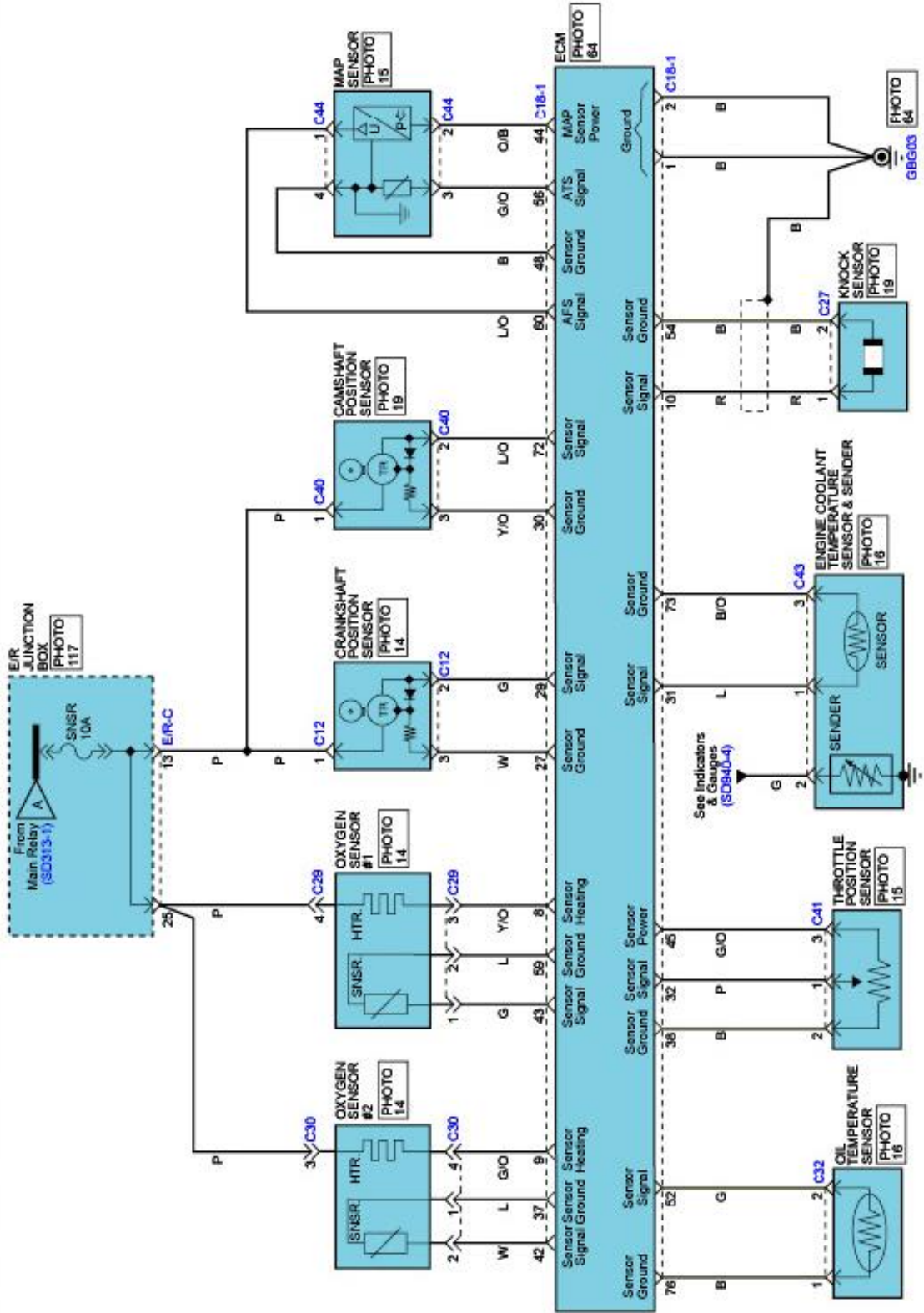
Figura AII.8 Preparar el banco de pruebas para pintura

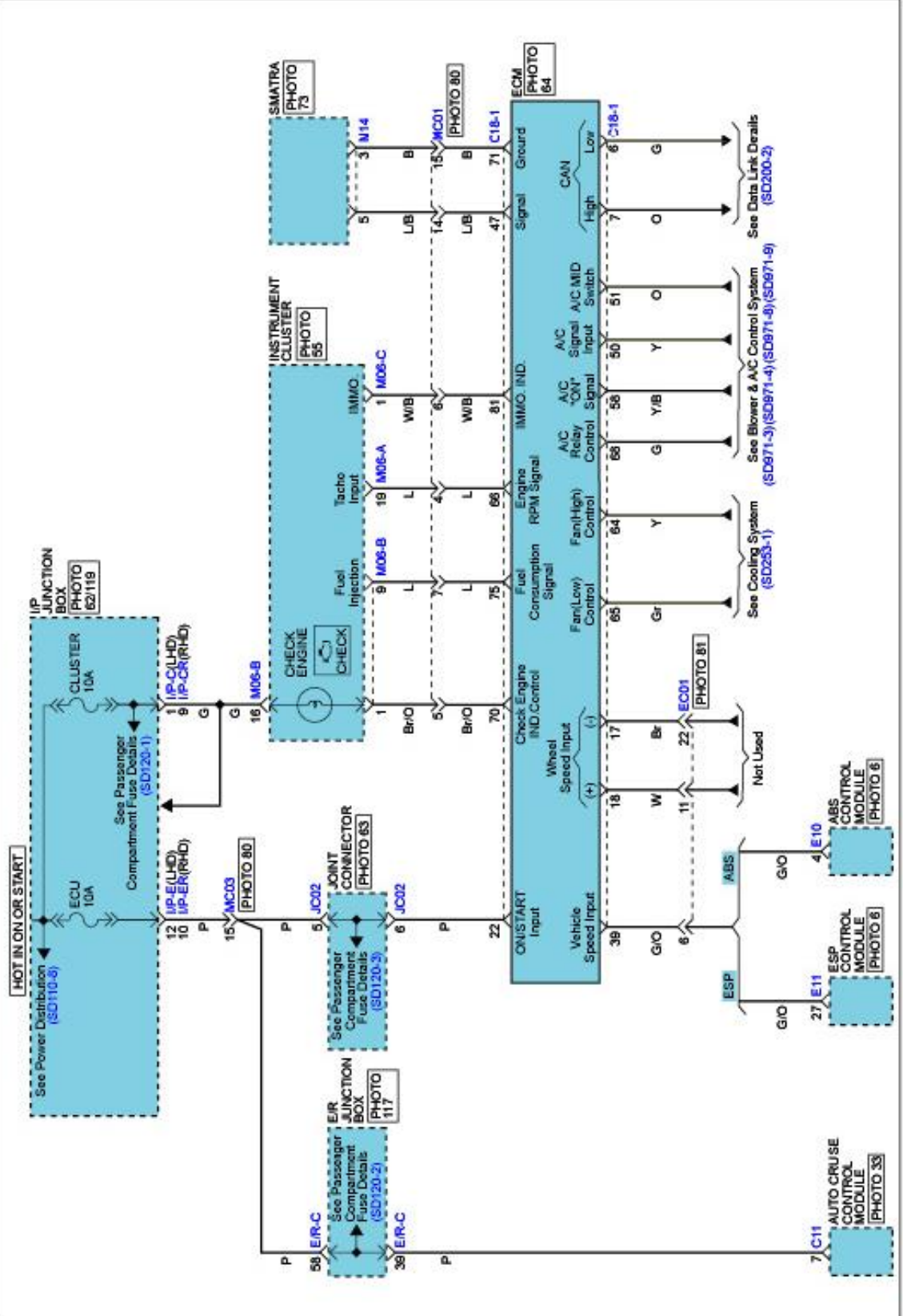


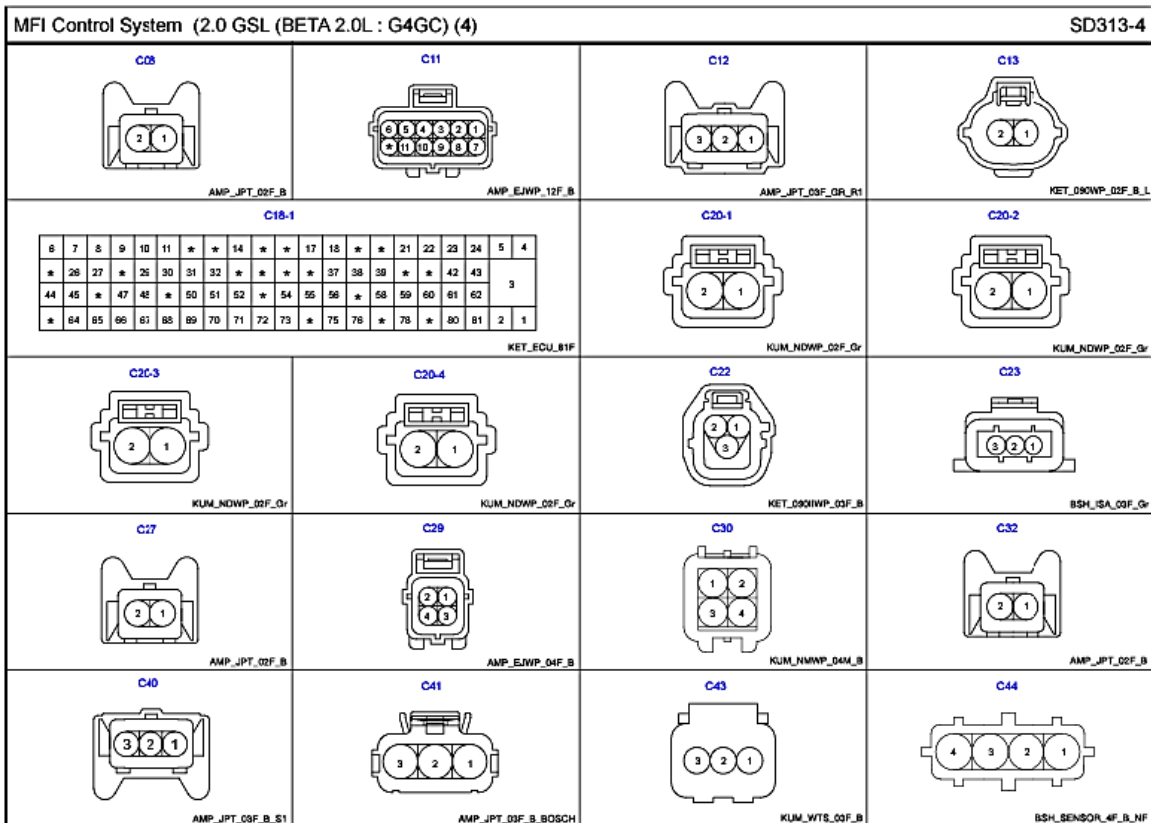
Figura AII.9 Implementación de un banco de pruebas de caja Tiptronic



Figura AII.10 Toma de mediciones y verificación de funcionamiento del banco de pruebas







ANEXO IV

TABLA DE ACEITES ATF

| MARCA | AÑO / MODELO | Especificaciones del Fluido | | MARCA |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------|--|
| Hyundai | Prior to 1996 | SLF | Hyundai SP II or SP-III | MaxLife ATF, Import MV ATF |
| | 1996 and Later unless noted | | | |
| | 2007-2011: Veracruz | TIV | Toyota TIV | |
| | 2009-2011: Genesis Sedan with 5-speed | WS | Toyota WS | MaxLife ATF |
| | 2010-2012: Genesis with 3.8L, 4.6L, Equus | SLF | Shell M-1375.4 | MaxLife ATF, Import MV ATF |
| | 2010-2012: Genesis with 2.0L | | ATF Red- 1K | |
| | 2010-2012: Santa Fe, Tuscon | | Hyundai SP IV | |
| | 2011-2012: Azera, Sonata, Elantra | | | |
| 2012: Equus, Genesis Sedan | | | | |
| Kia | 2003-2004: Sorento 4 speed | AF2 | DEXRON II | MaxLife ATF, MERCON V, DEX / MERC, Import MV ATF |
| | 1994-1995: Sephia | AF2, MA | | |
| | 1996-2002: Sportage | AF3, MA | DEXRON III | |
| | 1996-2000: Sephia | AF3, MA | DEXRON III | MaxLife ATF, MERCON V, DEX / MERC, Import MV ATF |
| | 2005-2009: Sorento | SLF | ATF Red- 1K | MaxLife ATF, Import MV ATF |
| | 2009-2010: Borrego with V6 3.8L | | Shell M-1375.4 | |
| | 2009-2010: Borrego with V8 4.2L | | KIA SP- IV | |
| | 2011-2012: Optima 2.4L, Rondo, Sedona, Sorento, Sportage, Forte | | KIA SP- III | |
| All unless noted | | | | |
| Mitsubishi | 1997-1998: Pickup, Montero Sport, Outlander, Endeavour, | AF2 | DEXRON II | MaxLife ATF, MERCON V, DEX / MERC, Import MV ATF |
| | 1997-2000: Montero | | | |
| | 1999: Montero Sport with 4AT Trans | | | |
| | 1994-1996: All | AP3f | ATF+3 | MaxLife ATF, Import MV ATF |
| | 1995-1999: Eclipse, Talon 2.0L | | | |
| | 2004-2012: Endeavor, Outlander with CVT | VTF | Variable Transmission Fluid | Valvoline CVT |
| | 2008-2011: Lancer | | | |
| All Others | SLF | DIAMOND SP- III | MaxLife ATF, Import MV ATF | |
| Toyota | 1995-2008: all except as noted | AF3 | DEXRON III | MaxLife ATF, MERCON V, DEX / MERC, Import MV ATF |
| | 1994-1997: Supra Turbo | | | |
| | 1996-2000: Rav 4 4WD with A540H | | | |
| | 1998: Supra (all) | | | |
| | 2000-2006: Camry | | | |
| | 2000-2007: Highlander (except Hybrid) | | | |
| | 2000-2005: Echo, Celica | | | |
| | 2001-2005: RAV 4 | TIV | Toyota Type T, T-II or T-IV | MaxLife ATF, Import MV ATF |
| | 2001-2003: Prius | | | |
| | 2002-2007: Solara 4-cyl; 2008 Solara 6 cyl | | | |
| | 2003: Land Cruiser | | | |
| | 2003-2008: Corolla, Matrix | | | |
| | 2003-2004: 4-runner with 4 speed, Sequoia, 2.7L and 3.4L Tacoma, Tundra | | | |
| | 2005-2007: Tacoma; 2008-2009: Tacoma 4-spd | | | |
| | 2004-2006: Sienna | WS | Toyota Type WS | MaxLife ATF |
| | 2004-2012: Prius | | | |
| | 2006-2011: Highlander Hybrid | WS | Toyota Type WS | MaxLife ATF |
| | 2004-2011: Land Cruiser | | | |
| | 2005-2012: Avalon, 4-Runner, Sequoia, Tundra | | | |
| | 2004: 4-Runner with 5 speed | | | |
| 2006-2011: RAV4 | | | | |
| 2007-2012: Camry, Sienna, FJ Cruiser | | | | |
| All years: Yaris, Venza | | | | |
| 2008-2012: Solara- 4-cyl., Highlander, Tacoma 5-spd | | | | |

ANEXO V
GUÍA PRÁCTICA DE LABORATORIO

Tabla AV.1 Formato para recolección de datos de presiones de funcionamiento

| CONDICIONES DE MEDIDA | | | PRESIÓN HIDRÁULICA ESTÁNDAR (PSI) | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|--|--------------------------------------|--|--|---------------------------------|--|--|
| Posición de la palanca selector | posición del cambio | Velocidad del motor | presión del embrague de marcha baja (UD) | presión de embrague en reversa (REV) | presión del embrague de sobremarcha (OD) | Presión del freno en baja y reversa (LR) | Presión del segundo freno (2ND) | Presión aplicada al embrague e amortiguador (DA) | Presión de liberación del embrague amortiguador (DR) |
| P | Aparcado | | | | | | | | |
| R | Reversa | | | | | | | | |
| N | Neutro | | | | | | | | |
| D | 1°marcha | | | | | | | | |
| | 2°marcha | | | | | | | | |
| | 3°marcha | | | | | | | | |
| | 4°marcha | | | | | | | | |

La siguiente guía práctica está diseñada para verificar los rangos de funcionamiento y como trabaja una caja de cambios automática tipo Tiptronic. Se deberá llenar la Tabla AV.1, para posteriormente realizar un análisis de funcionamiento de la transmisión automática.

A continuación, se describe la secuencia lógica a seguir para llevar a cabo la práctica de laboratorio:

Revisar que los niveles de fluidos del banco de pruebas estén correctos: líquido refrigerante, fluido de la transmisión automática y aceite del motor.

Hacer una inspección del todo el sistema eléctrico y de las conexiones a los sensores del motor y transmisión.

Para poner en marcha el banco de pruebas. Accionamos el switch de color rojo que indica la posición ACC, luego accionamos el switch de color negro que nos da la posición ON , seguidamente presionamos el pulsador de arranque START STOP ENGINE. Opcional para la noche accionamos el switch de color negro LUCES del tablero de instrumentos para monitorear el funcionamiento del motor.

Se debe tener en cuenta que el motor alcance la temperatura adecuada de funcionamiento, antes de comenzar a realizar las mediciones.

Conectar un escáner automotriz (CARMAN SCAN Lite) en el puerto de conexión OBD II, que se encuentra en el tablero de instrumentos, para verificar el funcionamiento del motor y de la transmisión automática tipo Tiptronic

Llenar la Tabla AV.1, con los valores solicitados; teniendo en cuenta que al momento de acelerar el motor no se debe superar las 4500 rpm a fin de no sobrerrevolucionarlo, porque podría ocasionar daños en el sistema.

Para realizar el cambio de posición de la palanca selectora se utiliza el FRENO que se encuentra en el tablero de instrumentos, verificar que el eje de salida de la caja de cambios se encuentre detenido totalmente.

Realizar los cambios de posición con la palanca selectora, verificar en qué modo se encuentra con la ayuda del escáner y monitorear las presiones a las que está trabajando la transmisión por medio de los manómetros hasta obtener todos los valores solicitados en la Tabla AV.1