

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO PARA CAJAS AUTOMÁTICAS CON CONTROL ELECTRÓNICO

<sup>1</sup> Gabriela Oña/<sup>2</sup> Paucar Byron/<sup>3</sup>Ing. Juan Castro/<sup>4</sup>Ing. Juan Rocha

<sup>1,2,3,4</sup> Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Latacunga, Quijano y Ordoñez y Marqués de Maenza s/n, Latacunga – Ecuador

<sup>1</sup>gabriela.ona@hotmail.com, <sup>2</sup>wlady\_pipol2012b@hotmail.es, <sup>3</sup>jtcastro@espe.edu.ec, <sup>4</sup>jcrocha@espe.edu.ec

## RESUMEN

El presente proyecto nos permite efectuar el cambio del fluido hidráulico de la transmisión automática de vehículos livianos de un modo rápido, seguro y confiable; mediante el empleo de un sistema hidráulico externo que emula presión y caudal del flujo hidráulico de la transmisión en parking en su periodo de enfriamiento.

## ABSTRACT

This project allows us to make the change of hydraulic fluid to the automatic transmission of light vehicles in a fast, secure and reliable manner; using an external hydraulic system that emulates the hydraulic pressure and flow rate transmission in parking in its cooling period.

## I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías en el campo automotriz avanzan rápidamente, buscando innovar procesos de reparación y mantenimiento vehicular para desarrollarlos de una manera cada vez más rápida y efectiva; por tanto, se busca que un proceso tan común y empírico como el cambio del fluido hidráulico de la transmisión automática se sistematice, desarrollando el diseño de un sistema hidráulico controlado electrónicamente cuya función es emular la presión y caudal de la transmisión en parking para que por medio del acople del circuito de enfriamiento usual de la transmisión y el sistema hidráulico externo se forme un circuito abierto que permita la recirculación y filtrado de fluido para efectuar el cambio de aceite de manera continua y automática.

En este proyecto se ha implementado un sistema electrónico de control de procedimientos que ayuda a que el operador realice todo el proceso con mayor facilidad, en menos tiempo y logre brindar un servicio de calidad.

## II. DESARROLLO

El proyecto consta del diseño, selección de elementos, construcción e implementación de un sistema hidráulico, circuito de control electrónico y una estructura mecánica.

### A. DISEÑO

#### ESTRUCTURA MECÁNICA.

Para el diseño de la estructura de soporte de la unidad se toman en cuenta parámetros de diseño como: área de trabajo, temperatura, pesos, dimensiones y componentes; con la ayuda de los estudios y simulación de cargas reflejarán los esfuerzos y deformaciones a los que estará sometida la unidad.

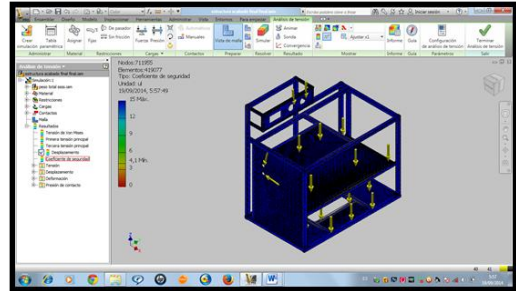


Figura 1. Simulación de cargas

Tabla 1. Propiedades mecánicas

Propiedades Mecánicas	
Esfuerzo Fluencia (MPa)	102.5 MPa
Esfuerzo Tracción (MPa)	50.76 MPa
Elongación (min.)%	1.46 mm
Coefficiente de seguridad	15

#### SISTEMA HIDRAÚLICO.

##### Parámetros de diseño.

**Presión;** definida como la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de alguna sustancia. (Mott Robert, 2010, p.11).

Este parámetro se define en base a parámetros técnicos de funcionamiento de transmisiones automáticas.

Tabla 2. Presiones de línea

Presiones de línea (Psi)	Criterios de selección.
<b>Ford</b> 0 – 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>La presión base de referencia es de 25 Psi.</li> <li>Este parámetro se precisa tomando en cuenta que 25 Psi es el valor máximo del rango de presiones con base cero y es el mínimo en altas presiones.</li> </ul>
0 – 25	
<b>Kia</b> 30 – 55	
<b>Mazda</b> 48 – 68	
<b>Chevrolet</b> 25 – 60	<ul style="list-style-type: none"> <li>La presión máxima de referencia es de 60 Psi;</li> <li>Este valor es el promedio de las presiones máximas de línea.</li> </ul>
<b>Renault</b> 61	
<b>Nissan</b> 60 – 65	
<b>Toyota</b> 25 – 57	

**Caudal;** se lo puede definir como el volumen de fluido que pasa por una sección en una unidad de tiempo. Para definir el caudal del sistema se realiza una práctica experimental que cumple el siguiente diagrama de proceso. (Cengel, Cimbala, 2011, p. 76).

El caudal Q del sistema es 2.4 GPM.

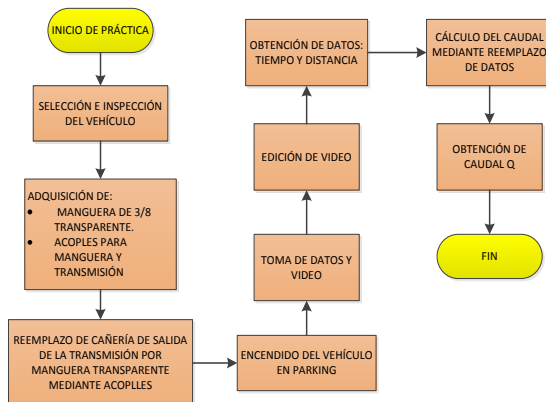


Figura 2. Diagrama de procesos

### Simulación – Funcionamiento.

Los circuitos A y B actúan como circuitos cerrados independientes. El fluido A es impulsado por la bomba interna de la transmisión y el fluido B es impulsado por el conjunto motor – bomba; cada uno recirculan independientemente mediante un bypass producido por el centro en tándem de las válvulas distribuidoras las cuales con su cambio de posición provocan que los circuitos independientes se acoplen, pasando a formar parte de un circuito abierto cuya dirección de flujo se puede observar en la Figura

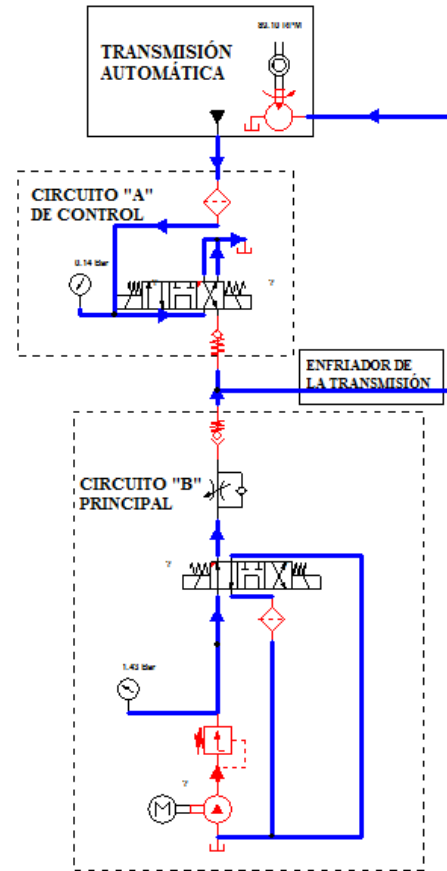


Figura 3. Circuitos A y B

Mediante la circulación del sistema conjunto, el fluido B es direccionado desde el depósito B hacia el enfriador y posteriormente al interior de la transmisión mientras que el hidráulico A que se encuentra al interior de caja automática es direccionado al depósito de reserva A; produciéndose así el reemplazo del hidráulico de la transmisión por recirculación abierta.

### SISTEMA DE CONTROL.

**Electrónico.** Para controlar la operación de la unidad se requiere un circuito de control que es la combinación de diversos elementos electrónicos que controlan las entradas, salidas analógicas y digitales por medio de un lenguaje de programación. La programación lógica de control cumple el siguiente proceso:

Lectura de funciones desde pantalla TFT.

- Tiempo de seteo.
- Ejecutar proceso.
- ON motor eléctrico.
  - Decremento de tiempo de seteo.
  - Lectura de nivel de fluido (señal del sensor).

- Lectura de la señal de fuente de alimentación.
- ON electroválvulas.
- Espera de señal de sensor.
- OFF motor y electroválvulas.
- Final de proceso.

**Manual.** El circuito eléctrico de operación manual de la unidad está diseñado para controlar el encendido del motor eléctrico y la conmutación de electroválvulas en caso de falla en el control electrónico.

Para operar la unidad de forma manual se realiza el siguiente proceso:

- Conmutar la botoneras M/A en posición M.
- Observar la luz testigo.
- Conmutar botonera motor en posición ON.
- Conmutar botonera electroválvulas en posición ON.
- Espera de señal de sensor.
- OFF motor y electroválvulas.
- Final de proceso.

**Pantalla Táctil TFT (Thin Film Transistor).**

Es una pantalla visual y táctil que le permite al operador visualizar y controlar los procedimientos de operación de la unidad.

**B. SELECCIÓN DE ELEMENTOS.**

La selección de elementos mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos se realizó en base a parámetros técnicos, estudios de diseño y simulaciones de funcionamiento del sistema; factores que definen las características técnicas que debe poseer cada elemento del sistema para su buen funcionamiento.

**III. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Las pruebas se realizaron en dos vehículos suburban año 1996 y 1998 de uso militar de igual manera en una blazer año 2010 de uso familiar

Para realizar el cambio de fluido hidráulico se tomó como referencia los siguientes pasos:

- Interpretar el funcionamiento de la transmisión automática
- Inspeccionar la cañería de salida de la caja automática
- Instalar los acoples correctos a la toma de la cañería de la caja automática.

- Suministrar la cantidad necesaria con la que trabaja la caja automática a realizar el cambio a la unidad.
- Poner en funcionamiento la unidad de cambio de fluido
- Observa e interpretar las presiones de operación.
- Verificar si se produce el cambio por medio de la activación de las electroválvulas y el descenso de nivel de fluido del depósito B
- Al finalizar el proceso de cambio, retirar las muestras de fluido para el análisis de laboratorio
- Verificar si el nivel de fluido que se encuentra en la caja automática.



Figura 4. Operación de la unidad

**IV. RESULTADOS.**

Tabla 3. Tabla de resultados de las pruebas

	Resultados de aceite.			Prom.		
	Suburban 96	Suburban 98	Blazer 2010			
<b>Código ISO 4406:99</b>	15/14/11	15/14/11	16/15/12	15/14/11		
<b>Aspecto</b>	Rojizo opaco	Rojizo opaco	Rojizo opaco	Rojizo opaco		
<b>Part&gt; 4u en 1ml</b>	160 – 320	160 – 320	320 – 640	160 – 320		
<b>Part&gt; 6u en 1 ml</b>	80 – 160	80 – 160	160 – 320	80 – 160		
<b>Part&gt; 14u en 1ml</b>	10 – 20	10 – 20	20 – 40	10 – 20		
<b>Cuadro de interpretación</b>						
Código ISO	12/9	14/11	16/13	18/15	20/17	22/19
Fluidos Hidráulicos	Muy limpio	Limpio				Sucio
Cajas de cambios		Muy limpio	Limpio			
<b>Resultado</b>	Limpio	Limpio	Limpio	Limpio		
El código 15/14/11 denota la presencia de baja cantidad de partículas contaminantes en un rango de: 160 a 320 partículas de tamaño mayor a 4 micras por cada mililitro de aceite, de 80 a 160 de tamaño mayor a 6 micras por mililitro de aceite y 10 a 20 de tamaño mayor a 14 micras por mililitro de aceite; rangos por los al compararlos con los valores definidos en el cuadro de interpretación se concluye que la muestra de aceite se encuentra limpia y apta para uso en aplicaciones hidráulicas.						

## V. CONCLUSIONES

- ✓ Mediante el software de modelado y simulación Inventor Studio determinamos que la carga total que soporta la unidad es 1400N y haciendo referencia a las propiedades mecánicas del material de la UCF, el acero ASTM A-36 al aplicar la teoría de Von Mises resiste un esfuerzo de 102.5 Mpa siendo el 41% de su resistencia original; aplicando la teoría de la resistencia a la tracción su esfuerzo máximo es de 50.76 Mpa, este el 1.5 % de su resistencia original; finalmente al estirar el metal se deforma 1.4 mm siendo el 23 % de su característica original; por tanto la estructura metálica cumple las características técnicas para soportar pesos y cargas de trabajo de la unidad con un factor de diseño N= 15.
- ✓ A través de entrevistas técnicas a jefes de taller de concesionarios automotrices establecimos que las presiones de diseño son 25Psi como presión base de referencia y 60 Psi como presión máxima de referencia tomando en cuenta 25 Psi es el valor máximo del rango de presiones con base cero y es el mínimo en altas presiones y 60 Psi es el valor promedio de las presiones máximas de línea.
- ✓ Por medio de procesos experimentales en los vehículos Dodge, optra y suburban determinamos que el caudal requerido para el funcionamiento de la unidad es 2.5 Gpm; parámetro con el cual se seleccionó un conjunto Motor eléctrico – Bomba con un rango de trabajo de 1.9 a 2.6 Gpm. La bomba de engranajes CB D2F20 5.1 nos permiten trabajar con fluidos minerales de viscosidad baja o aceites finos enviando un caudal constante a pesar que exista variaciones leves de presión siendo apto para trabajar con fluido hidráulico Dexron II, III y Mercon V que utilizan las transmisiones automáticas.
- ✓ Comprobamos que al implementar el control electrónico y la comunicación HMI mejora técnicamente el trabajo de la unidad siendo más rápido, seguro y fácil de manipular para el usuario; optimizando el tiempo requerido para el proceso de cambio en un 50%, ya que el tiempo promedio empleado en su ejecución es de 20 min. Además, el sistema implementado permite

brindar seguridad laboral en caso de existir un corte repentino de energía eléctrica sea en la unidad o en el taller, este sistema es el responsable de alertar al operador para evitar accidentes de trabajo.

- ✓ Determinamos que los cambios de aceite realizados en los vehículos de prueba mediante el uso de la unidad diseñada SI son eficaces, ya que por medio de la aplicación del método de conteo de partículas contaminantes de la norma ISO 4406:99 realizados a las muestras de aceite tomadas antes y después de cada cambio, se comprobó que los fluidos hidráulicos suministrados por la unidad a las transmisiones se encuentran limpios y aptos para uso en aplicaciones hidráulicas.

**VI.** Observamos que acorde al avance tecnológico y técnico que se implementa en el campo automotriz para optimizar tiempos de trabajo y mejorar la calidad de trabajos a realizar en los vehículos, la unidad de cambio de fluido es una herramienta que demuestra confianza y eficacia al trabajar con transmisiones automáticas.

## VII. RECOMENDACIONES.

- ✓ Si se desea diseñar la unidad de cambio de fluido es recomendable estandarizar los procesos a realizar para cumplir con normas de fabricación evitando problemas de funcionamiento una vez instalados los elementos y componentes.
- ✓ Antes de poner en operación la unidad de cambio de fluido debemos tener en consideración el funcionamiento de la caja automática para aflojar la cañería o toma de salida del fluido de la transmisión hacia el radiador, al aflojar la cañería debemos acoplar la manguera transmisión a la toma que sale el fluido y la manguera bomba debemos acoplarlo a la entrada del radiador; si se colocaría de forma contraria existe una sobrepresión tanto de la transmisión como de la unidad pudiendo dañar internamente la caja automática.
- ✓ Antes de poner en funcionamiento la unidad debemos colocar dos galones y medio como base de funcionamiento dentro del depósito B y adicionar la cantidad necesaria de fluido que ocupa la caja automática a realizar el cambio.

- ✓ El control electrónico hombre máquina que posee la unidad al momento de realizar el cambio de fluido se puede mejorar para que esta comunicación sea por medio de señales digitales o analógicas existiendo una supervisión de trabajo por parte del operador.
- ✓ Al ser una unidad que trabaja por recirculación se puede utilizar en sistemas hidráulicos que cumplan el mismo principio de funcionamiento de una caja automática para brindar un cambio de fluido o mantenimiento por medio del sistema de filtración.
- ✓ Para poner en funcionamiento la unidad debemos colocarla en sitio de trabajo adecuado que no exista calor en exceso y componentes eléctricos. Para alimentar de energía a la unidad debemos asegurarnos que la toma de corriente tenga 110V sin que exista cortos de corriente.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- BOYLESTAD, R. NASHESKY, L. (2009). Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos. 10 ed. México D.F. Pearson Editores.
- BREJCHA, M. TUURI, R. (2000). Cajas de Cambio Automáticas. Madrid. Thomson Editores.
- CENGEL, Y. CIMBALA, J. (2011). Mecánica de Fluidos. 2 ed. México D.F. Editorial Mc Graw Hill.
- CREUS S ANTONIO. (2011). Neumática e Hidráulica. 2 ed. México D.F. Editorial Alfaomega.
- DOGAN IBRAHIN. (2006). Programación de Microcontroladores. Barcelona. Marcombo Ediciones.
- GILES, R. EVETT, J. CHENG, L. (2003). Mecánica de Fluidos e Hidráulica. 3 ed. México D.F. Editorial Mc Graw Hill.
- MOTT ROBERT L. (2006). Diseño de Elementos de Maquinas. (s.c.). Pearson Education.
- MOTT ROBERT L. Mecánica de Fluidos Aplicada. 6 ed. (s.c.), Pearson Education.
- SÁNCHEZ VICTOR. (2004). Cajas automáticas. Quito. Editorial América.
- STEPHEN J. CHAMPAN. (s.a.). Maquinas Eléctricas. México D.F. Editorial Mc Graw Hill.
- VILORIA JOSE. (2006). Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada. 10 ed. Madrid. Thomson Editores.

## BIOGRAFÍA



**Juan Castro**, nació en Ambato, Ecuador. Es Ingeniero Mecánico dispone estudios de Posgrado en Docencia y Administración Educativa en la Universidad Tecnológica

Indoamericana de Ambato-Ecuador, Especialista en proyectos d investigación científica y tecnológica en la universidad Tecnológica de Ambato, Actualmente se desempeña como Docente y Director de la carrera de Ing. Automotriz del Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica en la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE en la ciudad de Latacunga.



**Juan Rocha**, nació en Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Sistemas Automotrices, Autotrófica, Docencia Universitaria,

Docente Tiempo Parcial en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 2008. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica automotriz.



**Gabriela Oña**, nació en Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. Es Ingeniera Automotriz estudió en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.



**Paucar Byron**, nació en Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz estudió en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESP

Latacunga, Septiembre del 2014

**LOS AUTORES:**

-----  
Irma Gabriela Oña Gualpa

-----  
Byron Wladimir Paucar Guallichico

-----  
Ing. Juan Castro Clavijo  
**EL DIRECTOR DE CARRERA  
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

-----  
Dr. Freddy Jaramillo Checa  
**SECRETARIO ACADÉMICO  
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**