



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

AUTORES:

IRMA GABRIELA OÑA GUALPA

BYRON WLADIMIR PAUCAR GUALLICHICO

TEMA:

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

DIRECTOR: ING. JUAN CASTRO

CODIRECTOR: ING. JUAN ROCHA

LATACUNGA, SEPTIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Juan Castro (Director)

Ing. Juan Rocha (Codirector)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO PARA CAJAS AUTOMÁTICAS CON CONTROL ELECTRÓNICO”** realizado por IRMA GABRIELA OÑA GUALPA Y BYRON WLADIMIR PAUCAR GUALLICHICO, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

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

El mencionado trabajo consta de DOS documento empastado y DOS disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (PDF). Autorizan a los señores: IRMA GABRIELA OÑA GUALPA Y BYRON WLADIMIR PAUCAR GUALLICHICO, que lo entreguen al ING. JUAN CASTRO CLAVIJO, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz.

Latacunga, Septiembre del 2014.

ING. JUAN T. CASTRO. C
DIRECTOR DE PROYECTO

ING. JUAN C. ROCHA. H
CODIRECTOR DE PROYECTO

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

NOSOTROS: IRMA GABRIELA OÑA GUALPA
BYRON WLADIMIR PAUCAR GUALLICHICO

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO PARA CAJAS AUTOMÁTICAS CON CONTROL ELECTRÓNICO”**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondientes cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Latacunga, Septiembre del 2014.

Irma G. Oña G.
C.C. 171969246-7

Byron W. Paucar G.
C.C. 172053643-0

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****AUTORIZACIÓN**

NOSOTROS: IRMA GABRIELA OÑA GUALPA
BYRON WLADIMIR PAUCAR GUALLICHICO

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO PARA CAJAS AUTOMÁTICAS CON CONTROL ELECTRÓNICO”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Septiembre del 2014.

Irma G. Oña G.
C.C. 171969246-7

Byron W. Paucar G.
C.C. 172053643-0

DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar fundamental de mi vida.

A mi madre Irma:

Mujer fuerte, afable, dedicada a su hogar y trabajadora incansable; quien con su cariño, consejos y regaños supo guiar mi caminar y permanecer a mi lado desde el primer día de mi vida.

Para ti mamita, por esforzarte para apoyarme y enseñarme el valor de la vida; eres la mejor madre que dios me pudo regalar y el mejor regalo que me dio la vida.

A mi padre Manuel:

Por ser parte de mi vida, por apoyarme en mis decisiones buscando siempre la manera de salir adelante y esforzarte cada día por ser un buen padre.

A ustedes mami y papi por ser quienes nunca dudaron que podía lograrlo, para ustedes siempre serán mis mejores esfuerzos. Así me lo han enseñado y ahora, lo hemos logrado.

Gabriela.

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi madre Fanny, padre German, hermano Wilmer, abuelito Baltazar y a mis familiares que siempre estuvieron pendientes de mi meta a conseguir.

Al igual que a mis amigos, Ingenieros y conocidos en especial a los que conocí en mi querida ESPE-L- quienes compartimos momentos de compañerismo, tristezas y alegrías lejos de nuestras familias.

Padre tus consejos, preocupaciones, sacrificios, enojos y palabras no quedaran en el aire agolpan en mi mente con pensamientos de agradecimiento que tengo que ofrecerte porque en tu mirada de orgullo reflejaba cariño en todas las dificultades que pasamos.....gracias.....

Ñño, tú eres mi hermano del alma que le agradezco tanto a mi Dios por habernos unido, llevamos la misma sangre y en tu sonrisa veo la alegría que refleja mi felicidad sé que llevamos distintos caminos pero la fuerza que nos une no separara este lazo hasta el último día.....gracias.....

Abuelito, llevo tu cariño y ternura que brindas incondicionalmente los años te fueron debilitando pero tu amabilidad sigue fuerte, gracias por tus llantos de aliento y consejos de sabiduría nunca los olvidare.... gracias....

En especial a ti mi madre, que sería mi vida sin tu cariño, sacrificio y palabras de aliento en momentos muy difíciles que me motivaron a seguir adelante, gracias madre, tu nombre y bello rostro siempre se encontrara esculpido en mi corazón con el cincel del amor en un grabado profundo que no hiera.... gracias

Byron....

AGRADECIMIENTO

A dios porque sin su bendición nada es posible.

A mis padres Irma y Manuel, mis hermanos Mariela y Freddy, mis cuñados Pilar y Darío, mis sobrinos Wladimir, María José, Janny y Victoria; por apoyarme en las buenas, en las malas y ser quienes me ayudaron a nunca rendirme y seguir adelante, por haber sido parte de la aventura universitaria que un día empecé y hoy la culmino, gracias por compartir mis tristezas y ser parte de mis alegrías.

A Paúl, mi enamorado, por su paciencia y amor gracias por estar siempre a mi lado.

A mis estimados amigos, Santiago, Jonathan, Byron, Diego, Darwin y Henry por compartir esta vida universitaria llena de retos y festejos, de lágrimas y alegrías; gracias por haber sido parte de mi vida.

A mis directores de proyecto Ing. Juan Castro e Ing. Juan Rocha por sus concejos y conocimientos compartidos; por su tiempo y sobre todo por su paciencia. Infinitas gracias.

A mi querida ESPE-L y a mis maestros por compartir sus conocimientos y mostrarnos el camino al éxito. Muchas Gracias.

Gabriela.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por darme la vida y la salud al igual que a ti mi virgencita del cisne a quienes me refugie en momentos de dificultad, fueron mi esperanza para salir adelante.

Gracias mi Dios sé que la oportunidad que me diste en esta vida lo viviré hasta mi último día porque sé que inmenso manto me protegerá...

Y a mis padres y abuelito por ser quienes con sus consejos y sabiduría me llevaron por el buen camino a seguir.....

A mi hermano tu apoyo incondicional me dio fuerza de seguir adelante.....

Y a toda mi familia su apoyo se reflejaba en mi prosperidad.....

Byron.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.	xx
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxii
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT	xxiv
CAPÍTULO 1	
GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL:	3
1.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS:	4
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.	4
1.6. METAS.	5
1.7. HIPÓTESIS.	5
1.8. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.8.1. Variable Dependiente	6

1.8.2. Variables Independientes.....	6
1.9. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO.....	7
1.10. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	8
CAPÍTULO 2	
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS.....	9
2.1.1. Generalidades.....	9
2.1.2. Funcionamiento.....	9
2.1.3. Componentes de la transmisión automática.....	11
2.1.4. Sistema hidráulico.....	13
2.1.5. Control electrónico de la transmisión.....	15
2.1.6. Fluido hidráulico para transmisiones automáticas.....	17
2.2. SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	19
2.2.1. Generalidades.....	19
2.2.2. Componentes.....	19
2.3. ANÁLISIS DE PARTÍCULAS.....	24
2.3.1. Análisis cuantitativo de partículas.....	24
2.3.2. Código de limpieza ISO 4406:99.....	25
2.4. ELEMENTOS ELÉCTRICOS.....	27
2.5. CONTROL ELECTRÓNICO.....	29
2.5.1. Circuito de control electrónico.....	29
2.5.2. Interfaz de comunicación (HMI).....	31
2.6. TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS EN EL PAÍS.....	31
CAPÍTULO 3	
DISEÑO DEL SISTEMA MECÁNICO, HIDRÁULICO Y ELECTRÓNICO.....	34
3.1. DISEÑO MECÁNICO DE LA ESTRUCTURA DE LA UNIDAD.....	34
3.1.1. Parámetros de diseño.....	34

3.1.2. Aplicación de cargas de fuerzas	35
3.1.3. Teoría de Von Mises	35
3.1.4. Resistencia a la tracción	36
3.1.5. Deformación	36
3.1.6. Selección del material a utilizar	36
3.1.7. Dimensionamiento de la estructura	37
3.1.8. Modelado y ensamblaje de la estructura	38
3.1.9. Aplicación de cargas de fuerza a la estructura	40
3.1.10. Tabla de resultados	44
3.2. SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL DISEÑO MECÁNICO	46
3.2.1. Acero ASTM A-36	46
3.2.2. Plancha de tol galvanizado	46
3.2.3. Plancha de acero	47
3.2.4. Electrodo # 60-11	47
3.2.5. Pintura automotriz	48
3.3. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA UNIDAD.	49
3.3.1. Parámetros de diseño del sistema.	49
3.3.2. Estructura y simulación del sistema hidráulico.	52
3.4. SELECCIÓN DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS.	58
3.4.1. Bomba Hidráulica.....	58
3.4.2. Motor eléctrico	59
3.4.3. Válvula regulador de presión	62
3.4.4. Válvula check	62
3.4.5. Manómetros	64
3.4.6. Electroválvulas direccionales	65
3.4.7. Válvula de control de flujo.	66
3.4.8. Depósito hidráulico	68

3.4.9. Filtro de aceite	69
3.4.10. Filtro de succión de aceite	70
3.4.11. Desairador.	70
3.4.12. Visor de nivel	71
3.4.13. Llave de alivio	71
3.4.14. Mangueras hidráulicas.....	72
3.4.15. Adaptadores.....	72
3.4.16. Acoples permanentes.....	74
3.5. CONTROL ELECTRÓNICO Y MANUAL DE LA UNIDAD.	74
3.5.1. Circuito de control electrónico de la UCF.....	75
3.5.2. Circuito de operación manual de la UCF.	79
3.5.3. Interfaz de comunicación HMI.....	81
3.6. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS.	81
3.6.1. Placa eléctrica de control.....	81
3.6.2. Breaker	86
3.6.4. UPS (Uninterruptible Power System)	87
3.6.5. Sensor de nivel.	87
3.6.6. Elementos varios	88
CAPÍTULO 4	
ENSAMBLE Y PRUEBAS DE LA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO	89
4.1. ESTRUCTURA METÁLICA	89
4.1.1. Cubierta.....	90
4.1.2. Primera capa de pintura	91
4.1.3. Segunda capa de pintura	92
4.1.4. Diagrama de proceso de construcción de estructura metálica.	94
4.2. SISTEMA HIDRÁULICO	95
4.2.1. Depósito de reserva B	95

4.2.2.	Conjunto motor bomba	95
4.2.3.	Línea hidráulica del depósito B	96
4.2.4.	Línea hidráulica a la válvula reguladora de presión	97
4.2.5.	Línea hidráulica de la válvula de alivio de presión al adaptador T	97
4.2.6.	Línea hidráulica del adaptador en T al depósito B	98
4.2.7.	Línea hidráulica de la toma de salida del adaptador T a la subplaca B ...	99
4.2.8.	Línea hidráulica a la toma de entrada de la sub-placa B	100
4.2.9.	Línea hidráulica al manómetro B.....	101
4.2.10.	Línea hidráulica de la toma de salida (A) de la sub-placa B	102
4.2.11.	Línea hidráulica al acople rápido B de salida a la transmisión.....	103
4.2.12.	Línea hidráulica de suministro.....	104
4.2.13.	Línea hidráulica de la toma de salida T de la sub-placa A	105
4.2.14.	Línea hidráulica de la toma de entrada (P) de la sub-placa A	106
4.2.15.	Línea hidráulica al manómetro A	106
4.2.16.	Línea hidráulica de toma de salida B de la sub-placa A al depósito A.	107
4.2.17.	Diagrama de proceso de armado del sistema hidráulico.....	108
4.3.	CONTROL ELÉCTRICO – ELECTRÓNICO	109
4.3.1.	Conexión del motor eléctrico	109
4.3.2.	Conexión de las electroválvulas	109
4.3.3.	Comunicación pantalla táctil - placa eléctrica.....	110
4.3.4.	Entrada de energía eléctrica a la unidad	111
4.3.5.	Conexión eléctrica del contactor.	111
4.3.6.	Conexión de la botonera de las electroválvulas	112
4.3.7.	Conexión de la pantalla táctil	112
4.3.8.	Conexión de la sirena	113
4.3.9.	Conexiones de interacción conjunta.....	113
4.3.10.	Conexión en tomas de salida de placa eléctrica	114

4.3.11. Protección del sistema eléctrico	114
4.3.12. Diagrama de proceso de implementación del control electrónico.....	115
4.4. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD.	116
4.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	116
4.4.1. Prueba del corte de energía de la unidad de cambio de fluido.	117
4.4.2. Pruebas del sistema de la unidad de cambio de fluido en los vehículos	117
4.4.3. Análisis comparativo de las pruebas de funcionamiento de la UCF.....	132
4.4.4. Análisis de muestras de aceite.....	133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	138
CONCLUSIONES.....	138
RECOMENDACIONES	140
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142
ANEXOS	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Transmisiones para vehículos FF y FR.	10
Figura 2. 2. Componentes de una caja automática.....	11
Figura 2. 3. Elementos del convertidor de par	12
Figura 2. 4. Flujo del lubricante en el convertidor de par	12
Figura 2. 5. Embragues de disco	13
Figura 2. 6. Conjunto de engranes planetarios	13
Figura 2. 7. Sistema hidráulico de la transmisión.	14
Figura 2. 8. Bomba de aceite de engranes.....	14
Figura 2. 9. Cuerpo de válvulas	15
Figura 2. 10. Funcionamiento de la unidad de control (TCM).	17
Figura 2. 11. Circuito de refrigeración del fluido hidráulico.	18
Figura 2. 12. Depósito no presurizado con respiradero	19
Figura 2. 13. Bomba de engranajes	20
Figura 2. 14. Simbología DIN ISO1219 - Bomba Unidireccional.....	20
Figura 2. 15. Estructura de una, manguera hidráulica.....	20
Figura 2. 16. Acoples Hidráulicos	21
Figura 2. 17. Válvula de control de presión tipo sanduche.....	22
Figura 2. 18. Válvula de control de caudal	23
Figura 2. 19. Electroválvula direccional	23
Figura 2. 20. Filtro	24
Figura 2. 21. Código de limpieza ISO 4406:99	26
Figura 2. 22. Cuadro de interpretación de estado de fluido hidráulico.	26
Figura 2. 23. Motor eléctrico de inducción	27
Figura 2. 24. UPS	28
Figura 2. 25. Caja de fusibles.....	28
Figura 2. 26. Motor eléctrico de inducción	28
Figura 2. 27. Placa del circuito de control	29
Figura 2. 28. Pantalla TFT	31
Figura 3. 1. Líneas guías del boceto de la estructura.	38
Figura 3. 2. Perfilado de la estructura	39

Figura 3. 3. Diseño de la estructura.....	39
Figura 3. 4. Estudio de nodos.....	39
Figura 3. 5. Tabla de nodos de la estructura	40
Figura 3. 6. Fuerza aplicada en puntos de la estructura central	41
Figura 3. 7. Fuerza aplicada en puntos de la estructura inferior	41
Figura 3. 8. Fuerza aplicada en los puntos de la estructura.....	41
Figura 3. 9. Aplicación del mallado	42
Figura 3. 10. Resultado de la teoría de Von Mises	42
Figura 3. 11. Resultado de la resistencia a la tracción	43
Figura 3. 12. Resultado de la deformación	43
Figura 3. 13. Tabla paramétrica de la fuerza aplicada.	44
Figura 3. 14. Resultado del coeficiente de seguridad.....	45
Figura 3. 15. Diseño final.....	45
Figura 3. 16. Acero ASTM A-36	46
Figura 3. 17. Plancha de tol galvanizado	47
Figura 3. 18. Plancha de acero	47
Figura 3. 19. Pintura automotriz	48
Figura 3. 20. Acople de la manguera transparente.....	51
Figura 3. 21. Estructura Circuito “A” o de control.....	53
Figura 3. 22. Estructura Circuito “B” o principal.	54
Figura 3. 23. Sistema conjunto – circuitos “A” y “B” cerrados y en reposo	55
Figura 3. 24. Sistema conjunto – circuitos “A” y “B” cerrados y en recirculación. ..	56
Figura 3. 25. Sistema conjunto – circuitos “A” y “B” acoplados y en recirculación. 57	
Figura 3. 26. Bomba Hidráulica de Engranajes	59
Figura 3. 27. Conjunto bomba, matrimonio y motor eléctrico.....	61
Figura 3. 28. Válvula reguladora de presión	62
Figura 3. 29. Válvula de retención RVM10-7N.....	63
Figura 3. 30. Válvula de retención RV 12-7-N.....	64
Figura 3. 31. Manómetros	65
Figura 3. 32. Electroválvula	66
Figura 3. 33. Sub-placa de la electroválvula	66
Figura 3. 34. Variador de caudal	67
Figura 3. 35. Depósito hidráulico.....	69
Figura 3. 36. Filtro de aceite	69

Figura 3. 37. Filtro de succión de aceite	70
Figura 3. 38. Visor de nivel.....	71
Figura 3. 39. Llave de alivio	71
Figura 3. 40. Tabla de las características de la manguera Hypress.....	72
Figura 3. 41. Acoples permanentes	74
Figura 3. 42. Ensamble de acoples permanentes.....	74
Figura 3. 43. Diagrama de control del microcontrolador.....	75
Figura 3. 44. Diagramas de conexión de relés.	76
Figura 3. 45. Diagrama de entradas de AC.	77
Figura 3. 46. Diagrama de conexión placa – HMI.....	77
Figura 3. 47. Diagrama de control electrónico.....	78
Figura 3. 48. Diagrama de control manual.....	80
Figura 3. 49. Pantalla Táctil TFT	81
Figura 3. 50. Placa de control.....	82
Figura 3. 51. Capacitores	83
Figura 3. 52. Circuito integrado ATMEGA 8	83
Figura 3. 53. Circuito integrado PC817	84
Figura 3. 54. Circuito integrado 7805	84
Figura 3. 55. Transistor NPN	85
Figura 3. 56. Polaridad del transistor NPN	85
Figura 3. 57. Diodo 1N4007	85
Figura 3. 58. Relé SRD	86
Figura 3. 59. Contactador.....	87
Figura 3. 60. Sensor de nivel.....	87
Figura 3. 61. Complementos de la unidad.....	88
Figura 4. 1. Unidad de cambio de fluido (U.C.F.)	89
Figura 4. 2. Estructura metaliza de 1/1/4"	90
Figura 4. 3. Diseño estructural de 3/4"	90
Figura 4. 4. Cubierta exterior	91
Figura 4. 5. Estructura de la unidad.	91
Figura 4. 6. Corrección de fallas de la cubierta.....	92
Figura 4. 7. Primera capa de pintura.	92
Figura 4. 8. Corrección de fallas leves.....	93
Figura 4. 9. Estructura finalizada.	93

Figura 4. 10. Ubicación del sensor de fluido.	95
Figura 4. 11. Ubicación del conjunto motor bomba.....	95
Figura 4. 12. Toma de salida del depósito B.....	96
Figura 4. 13. Toma de entrada de la bomba hidráulica.....	96
Figura 4. 14. Toma de salida de la bomba hidráulica.	97
Figura 4. 15. Válvula de alivio de presión.	98
Figura 4. 16. Adaptador en T.	98
Figura 4. 17. Recirculación de Fluido al depósito B.....	99
Figura 4. 18. Toma de salida del adaptador en T a la sub-placa B.	99
Figura 4. 19. Toma de salida (T) de la sub-placa B.	100
Figura 4. 20. Línea hidráulica a la sub-placa B.....	100
Figura 4. 21. Toma de entrada (P) de la sub-placa B.....	101
Figura 4. 22. Línea hidráulica del manómetro B.	101
Figura 4. 23. Manómetros B.	102
Figura 4. 24. Toma de salida de la Sub-placa B a la válvula check.....	102
Figura 4. 25. Conexión a la válvula check.	103
Figura 4. 26. Salida hacia los acoples rápidos.	104
Figura 4. 27. Unión al acople rápido.....	104
Figura 4. 28. Línea de suministro.....	105
Figura 4. 29. Unión del circuito A y B.....	105
Figura 4. 30. Manómetro B y A.	107
Figura 4. 31. Depósito de suministro A.	107
Figura 4. 32. Conexión a 110 v del motor eléctrico.....	109
Figura 4. 33. Conexión eléctrica de las electroválvulas.....	110
Figura 4. 34. Borne de las electroválvulas.	110
Figura 4. 35. Programación del microchip.....	110
Figura 4. 36. Toma de corriente principal.	111
Figura 4. 37. Bornes de entrada y activación.	111
Figura 4. 38. Borneras de conexión.	112
Figura 4. 39. Activación de las electroválvulas.	112
Figura 4. 40. Activación y conexión de la pantalla.....	113
Figura 4. 41. Activación del sistema de alarma.	113
Figura 4. 42. Puentes eléctricos.....	114
Figura 4. 43. Conexiones a borneras.	114

Figura 4. 44. Protección del sistema eléctrico y electrónico.....	115
Figura 4. 45. Sirena eléctrica.	117
Figura 4. 46. Chevrolet suburban 1996.....	118
Figura 4. 47. Kilometraje del suburban 1996.....	118
Figura 4. 48. Inspección de la cañería a utilizar.....	119
Figura 4. 49. Muestra del fluido antes del cambio.....	119
Figura 4. 50. Suministro de aceite hidráulico.	120
Figura 4. 51. Acople de la caja automática a la unidad.....	120
Figura 4. 52. Tiempo de recirculación o seteo.....	121
Figura 4. 53. Recirculación independiente.....	121
Figura 4. 54. Presiones de trabajo.	122
Figura 4. 55. Cambio del fluido hidráulico en proceso.....	122
Figura 4. 56. Inspección del funcionamiento de la unidad.	123
Figura 4. 57. Verificación del nivel de fluido.	123
Figura 4. 58. Suburban año 1998.	124
Figura 4. 59. Muestra de aceite contaminado.	124
Figura 4. 60. Acople de la caja automática con la unidad.....	124
Figura 4. 61. Fluido hidráulico limpio.	125
Figura 4. 62. Tiempo de recirculación.	125
Figura 4. 63. Inicio del proceso de cambio de fluido.....	126
Figura 4. 64. Presiones de trabajo.	126
Figura 4. 65. Presión de trabajo después del cambio.	127
Figura 4. 66. Verificación del nivel de fluido.	127
Figura 4. 67. Toma de muestra para el análisis.....	128
Figura 4. 68. Chevrolet blazer año 2010.	128
Figura 4. 69. Toma de entrada al radiador.	129
Figura 4. 70. Acoples de la unidad.....	129
Figura 4. 71. Suministro de fluido hidráulico.	130
Figura 4. 72. Tiempo de recirculación independiente.....	130
Figura 4. 73. Proceso de recirculación de fluido.....	130
Figura 4. 74. Cambio de fluido en proceso.	131
Figura 4. 75. Presión de trabajo en proceso de cambio.....	131
Figura 4. 76. Finalización del cambio de fluido.....	131
Figura 4. 77. Recolección de muestras para el análisis.....	132

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. 1.Operacionalización de la variable dependiente.....	6
Tabla 1. 2.Operacionalización de la variable independiente.....	7
Tabla 2. 1.Propiedades ATF.	18
Tabla 2. 2. Simbología Hidráulica DIN ISO 1219.....	22
Tabla 2. 3. Simbología Hidráulica DIN ISO 1219.....	22
Tabla 2. 4. Simbología Hidráulica DIN ISO 1219.....	23
Tabla 2. 5. Código de limpieza ISO 4406:99.....	25
Tabla 2. 6. Grados de limpieza recomendados.	27
Tabla 2. 7. Simbología electrónica IEC/ EN 60617	30
Tabla 2. 8. Presiones de línea en parking de la AT.....	32
Tabla 2. 9. Presiones de línea en parking de la AT.....	33
Tabla 3. 1.Propiedades del acero ASTM A-36.	37
Tabla 3. 2. Pesos de los elementos en la unidad	40
Tabla 3. 3 Tabla de resultado de la fuerza aplicada	44
Tabla 3. 4. Diámetros y amperes.....	48
Tabla 3. 5. Selección de presiones de referencia	49
Tabla 3. 6. Velocidad Experimental.....	51
Tabla 3. 7. Características de la bomba hidráulica CB D2 F20 5.1	59
Tabla 3. 8. Características del motor eléctrico.....	61
Tabla 3. 9. Características de la válvula de retención RVM10-7N.....	63
Tabla 3. 10. Características de la válvula de retención RV-12-7-N.....	64
Tabla 3. 11. Características de la Electroválvula	66
Tabla 3. 12. Características del variador de caudal DRV-12-6.....	67
Tabla 3. 13. Adaptadores NPT	73
Tabla 3. 14. Resistencias utilizadas.....	82
Tabla 3. 15. Capacitores utilizados en la placa	83
Tabla 3. 16. Capacidad del contactor	86
Tabla 4. 1.Adaptadores utilizados para el depósito B.....	96
Tabla 4. 2. Adaptadores utilizados para unir la válvula de alivio de presión	97
Tabla 4. 3. Adaptadores para unir la válvula de presión al adaptador T.....	97
Tabla 4. 4. Adaptadores para unir el adaptador T al depósito B.....	98

Tabla 4. 5. Adaptadores para unir el adaptador T a la sub-placa B	99
Tabla 4. 6. Adaptadores para unir la toma de entrada de la sub-placa B	100
Tabla 4. 7. Adaptadores utilizados para unir al manómetro B	101
Tabla 4. 8. Adaptadores para unir la toma de salida (A) de la sub-placa B	102
Tabla 4. 9. Adaptadores para unir al acople rápido B	103
Tabla 4. 10. Adaptadores para unir la línea hidráulica de suministro	104
Tabla 4. 11. Adaptadores para unir la toma de salida T de la sub-placa A	105
Tabla 4. 12. Adaptadores para unir a la toma de entrada (P) de la sub-placa A	106
Tabla 4. 13. Adaptadores para unir al manómetro A	106
Tabla 4. 14. Adaptadores para unir la sub-placa A al depósito A	107
Tabla 4. 15. Conexión de cables para 110 V	109
Tabla 4. 16. Cuadro comparativo de pruebas	133
Tabla 4. 17. Muestras obtenidas en vehículo Suburban 96	134
Tabla 4. 18. Conteo de partículas – Suburban 96.	134
Tabla 4. 19. Muestras obtenidas en vehículo Suburban 98	135
Tabla 4. 20. Conteo de partículas – Suburban 98.	135
Tabla 4. 21. Muestras obtenidas en vehículo Blazer 2010	136
Tabla 4. 22. Conteo de partículas – Blazer 2010.	136
Tabla 4. 23. Análisis de pruebas de aceite.	137

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3. 1. Teoría de Von Mises.	35
Ecuación 3. 2. Resistencia a la Tracción.	36
Ecuación 3. 3. Deformación.	36
Ecuación 3. 4. Presión.	49
Ecuación 3. 5. Caudal.	50
Ecuación 3. 6. Velocidad.	51
Ecuación 3. 7. Potencia de motor eléctrico.	59
Ecuación 3. 8. Volumen.	68

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. Esta unidad posee dos circuitos hidráulicos independientes: el primero; denominado Circuito de Control, es aquel cuya fuente de presión es la bomba interna de la transmisión del vehículo y es el encargado de llevar el líquido degradado desde la transmisión hacia el depósito de reserva A. El segundo; denominado Circuito Principal, cuya unidad de potencia es el conjunto motor eléctrico – bomba y cumple la función de emular y proporcionar presión y caudal al sistema; parámetros bajo los cuales direcciona y transfiere el aceite hidráulico nuevo desde el depósito B hacia la transmisión. Estos circuitos funcionan como circuitos cerrados e independientes, hasta que por conmutación de electroválvulas pasan a formar un circuito abierto que emula la presión interna de la transmisión automática en parking y efectúa el cambio del fluido por medio de recirculación y filtrado. Todo el proceso es controlado por medio de una interfaz de comunicación humano – máquina que permite controlar el tiempo de recirculación independiente de los circuitos de control y principal desde una pantalla táctil en el tablero de control, en el que se visualiza todas las operaciones que realiza de manera automática la unidad, desde que el operador ejecuta la orden de inicio de proceso, hasta que por acción del sensor de nivel ubicado en el depósito B se desenergizan todos los elementos y se concluye el proceso; dando como resultado un cambio de líquido hidráulico de la transmisión automática exitoso. Dando lugar a un sistema optimizado y eficiente que cumple estándares técnicos de calidad como lo demuestran las pruebas técnicas de laboratorio.

PALABRAS CLAVE: INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA, SISTEMA HIDRÁULICO, PRESIÓN, UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO.

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. This unit has two independent hydraulic circuits: the first; it has called Control Circuit, is the one whose source is the internal pressure pump and the vehicle transmission is in charge of taking the gradient from the transmission fluid to the reservoir A. The second; is called Main Circuit, the power unit is electric motor assembly - pump and serves to emulate and provide pressure and flow to the system; parameters under which directs and transfers the new hydraulic oil from reservoir B to the transmission. These circuits operate as independent closed circuit switched until they become solenoid open circuit that emulates the internal pressure of the automatic transmission on parking and swaps through fluid recirculation and filtration. The whole process is controlled through a communication interface human - machine that lets you control the independent recirculation control circuit and main from a touch screen on the dashboard, in which all operations performed is displayed unit automatically from the operator executes the startup process, until action level sensor in the reservoir B all elements are de-energized and the process is concluded; resulting in a change of hydraulic fluid of the automatic transmission successful. Resulting in an optimized and efficient system that meets technical quality standards as evidenced by laboratory techniques.

KEYWORDS: AUTOMOTIVE ENGINEERING, AUTOMATIC TRANSMISSION, HYDRAULIC SYSTEM, PRESSURE, UNIT FLUID CHANGE.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN.

La tecnología ha evolucionado rápidamente en los últimos años y el ámbito automotriz no ha sido la excepción, así para satisfacer las necesidades o caprichos de los seres humanos se han desarrollado propuestas innovadoras no solo en el área de los automóviles, sino también en el de las máquinas y herramientas de uso automotriz, logrando avances en los procesos de reparación y mantenimiento vehicular desarrollándolos de una manera cada vez más rápida, efectiva, fácil de realizar y que traiga beneficios tanto al técnico como al cliente.

Por tales necesidades, se busca que un proceso tan común y empírico como el cambio del fluido hidráulico de la transmisión automática se sistematice, mejore su calidad y disminuya su tiempo de ejecución.

Con este fin, se ha desarrollado 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 logrando un cambio de fluido rápido y de calidad; dejando atrás viejos sistemas en los que se reemplaza el aceite contaminado por goteo, lo cual ocasiona que se retenga aceite residual del convertidor de par y por ende lo contamine, reste vida útil al hidráulico nuevo y se invierta demasiado tiempo en esperar su vaciado total.

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 un servicio de calidad; logrando así de alguna manera mejorar su ambiente de trabajo.

1.2. ANTECEDENTES.

En los últimos años los automotores con transmisiones automáticas han ido incrementando su mercado a nivel mundial y nuestro país no ha sido la excepción, ya que a pesar de no ser muy populares entre los usuarios, ni muy comerciales para las marcas, son vehículos ideales para personas que buscan simplicidad y comodidad al momento de conducir un vehículo; razón por la cual en los últimos tres años según datos proporcionados por el Ing. Rodríguez analista económico de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador se afirma que: “En nuestro país, en conjunto las diferentes marcas comerciales han vendido un promedio del 6.99% de vehículos con transmisión automática del total del parque automotor”, es decir de un total de 113812 automotores vendidos a nivel nacional 79554 poseen transmisión automática (Anuario AEADE s.2, p.43). A pesar de que estas cifras son aún muy bajas se espera un incremento considerable en los próximos años ya que gracias a las actuales políticas de estado con relación a la igualdad de derechos de las personas con capacidades especiales se ha dado mayor apertura a este tipo de vehículos en el mercado; reconociendo su importancia e incentivando su importación y adaptación, para así, brindar comodidad, seguridad y confianza al conductor y sus acompañantes.

Estos datos nos permiten considerar la mejora de procesos a la hora de brindar un mantenimiento de calidad a este tipo de vehículos; es así que se propone este proyecto previo la obtención del título de ingeniero automotriz, ya que la innovación en procesos de mantenimiento es cada vez más útil e influye directamente en el tiempo de vida útil que puede llegar a tener un vehículo.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La transmisión automática es una caja de cambios que permite ejecutar los canjes de velocidad en diferentes condiciones de manejo de manera de instantánea, sin que represente ningún esfuerzo físico para el conductor. Son cada vez más comunes en nuestro país y por tal razón es importante prestarle atención a la necesidad de un buen mantenimiento; ya que esto influirá en acortar o prolongar su vida útil.

Para conservar en buen estado la transmisión automática de nuestro vehículo, lo más importante es mantener un nivel adecuado de líquido hidráulico, de aquí se ve la necesidad de una buena selección del aceite dando prioridad al tipo de lubricante sugerido por el fabricante, sin dejar a un lado la importancia de realizar los cambios del mismo en el tiempo o kilometraje exacto según lo especificado en el manual de usuario.

Así, uno de los inconvenientes al que se enfrentan los propietarios en los cambios de aceite es que comúnmente se lo realiza de una forma artesanal y empírica, que no cumple con estándares técnicos para una adecuada y completa evacuación del fluido degradado; este proceso actualmente se lo realiza drenando el hidráulico únicamente por medio del tapón del cárter de la caja, por lo cual se pierde mucho tiempo en la espera del goteo del fluido y a pesar del tiempo invertido para su cambio no se logra su evacuación total, ya que una parte de este se queda reservado en el interior del convertidor de par, lo que ocasiona que se mezclen los fluidos, causando daño y contribuyendo a disminuir sus propiedades de lubricación y refrigeración.

Todo esto con lleva a un grave problema al momento de mantener en buen estado nuestra transmisión automática, ya que a pesar de que cumplamos puntualmente con el plan de mantenimiento sugerido no lograremos tener un 100% de efectividad en cada cambio de aceite. De aquí que se ve la necesidad de un nuevo método de cambio de líquido hidráulico, que garantice hasta un 90% del cambio total, logrando mantener intactas las características del lubricante evitando posibles problemas de calentamiento prematuro y prolongando su vida útil.

Cabe mencionar también que el tiempo que hoy en día se invierte en ejecutar este tipo de mantenimiento es excesivo y representa una pérdida en el tiempo de productividad de un operador, afectando así de alguna manera a la productividad de un taller de servicios de mantenimiento automotriz.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Diseñar y construir una unidad de cambio del líquido hidráulico de cajas automáticas con control electrónico para optimizar en recambio del lubricante de la caja automática.

1.4.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS:

- Realizar el diseño, simulación, construcción y armado del sistema hidráulico y la estructura mecánica de la unidad de cambio de fluido para determinar su funcionamiento, rendimiento y soporte.
- Realizar el diseño e implementación del circuito electrónico de control para controlar el funcionamiento del sistema hidráulico y automatizar el proceso.
- Seleccionar e implementar la interfaz de comunicación hombre-máquina para facilitar el control de los procedimientos.
- Disminuir el tiempo empleado al proceso de cambio de hidráulico para optimizar los procesos de mantenimiento y mejorar la calidad de trabajo en este tipo de mantenimiento para esta gama de vehículos.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Como ya se ha mencionado, el proceso de cambio del hidráulico de la transmisión automática se ejecuta de forma artesanal, es decir, extrayendo por goteo el aceite degradado, dando a entender que de esta manera se vacía la totalidad de fluido sin embargo, la realidad es que esta afirmación no es cien por ciento cierta ya que por la constitución de la transmisión no es posible su total evacuación sin tener recirculación; es así que el convertidor de par retiene entre un 10 a 20 por ciento de aceite en su interior; tornándose esta la causa principal para la degradación y pérdida de propiedades del aceite nuevo, lo cual puede representar problemas mecánicos futuros.

Así, se ve de suma importancia implementar el uso de esta unidad de cambio de fluido hidráulico, ya que ayudara a evacuar alrededor de un 90% del aceite deteriorado protegiendo la caja y prolongando su vida útil. Así también con su aplicación se lograra optimizar el tiempo invertido en cada cambio ganando tiempo de operatividad en un taller, mejorando su productividad.

Por todo lo mencionado puedo decir que el proyecto a realizar es de suma importancia para el avance técnico-científico en el campo automotriz del País ya que este sistema es desconocido a nivel nacional y partiendo del cambio de matriz productiva nacional demostraremos que lo nuestro también se puede emplear satisfactoriamente en cualquier tipo de taller automotriz.

1.6. METAS.

- La recopilación y procesamiento de información concerniente al tipo de transmisiones automáticas que forman parte de los vehículos más comerciales en el país para determinar parámetros de diseño.
- El diseño del sistema hidráulico y simulación de funcionamiento de circuitos independientes y acoplados en el software Automation Studio para establecer su orden esquemático para su posterior construcción.
- El diseño de la estructura de soporte para mediante la simulación del análisis de esfuerzos con la ayuda del software Inventor Studio comprobar su firmeza y proceder a su construcción.
- La selección de los elementos adecuados, que cumplan parámetros y condiciones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.
- Pruebas de funcionamiento con activación mecánica - manual del sistema hidráulico.
- El armado e implementación del circuito de control electrónico e interfaz de comunicación hombre- máquina para realizar pruebas de control de automatización de proceso y puesta a punto del sistema en operación conjunta.
- Pruebas de funcionamiento del sistema, efectividad de cambio en tres vehículos toma de muestras de fluido degradado y nuevo, antes y después del proceso para posterior análisis cualitativo de laboratorio con el fin de determinar la calidad del proceso.
- Análisis e interpretación de resultados arrojados en las pruebas de laboratorio según Norma ISO 4406:99.
- La realización de un manual de operación de la unidad.
- Documentación final del proyecto.

1.7. HIPÓTESIS.

¿El diseño y construcción de una unidad de cambio del líquido hidráulico con control electrónico logrará reemplazar hasta en un 90% el líquido hidráulico de una caja automática manteniendo la calidad del lubricante nuevo y optimizará el tiempo de operatividad en el cambio?

1.8. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.8.1. Variable Dependiente

Lograr reemplazar hasta en un 90% el líquido hidráulico de una caja automática manteniendo la calidad del lubricante nuevo y optimizando el tiempo de operatividad en cada cambio de fluido.

Tabla 1. 1.Operacionalización de la variable dependiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Cambio total del fluido hidráulico de la transmisión automática sin afectar las características del lubricante y en corto tiempo.	Investigación Tecnológica Académica	Tiempo que se requiere para realizar el proceso de cambio de fluido. Resultados de análisis de laboratorio. Cantidad de hidráulico extraído de la transmisión.	¿Cuál es el tiempo requerido para realizar el proceso? ¿Qué tipo de análisis es necesario para obtener el nivel de contaminación del hidráulico? ¿Cómo medimos la cantidad de fluido extraído?

Fuente: Autores.

1.8.2. Variables Independientes

Diseño y construcción de una unidad de cambio del líquido hidráulico con control electrónico.

Tabla 1. 2.Operacionalización de la variable independiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Sistema hidráulico controlado electrónicamente que cumple la función de reemplazar el fluido hidráulico de la transmisión automática por medio de recirculación y filtrado.	Investigación Tecnológica Académica	Circuitos hidráulicos independientes que se fusionan en el sistema Circuito de control electrónico y comunicación HMI aplicado en la unidad	¿Qué función cumple cada circuito cuando trabajan de forma independiente? ¿Qué procedimientos automatiza el circuito de control electrónico?

Fuente: Autores.

1.9. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación. El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable.

Los métodos de investigación a utilizar serán:

Método Inductivo: Es un proceso analítico, sintético mediante el cual se parte del estudio de casos, hechos y fenómenos particulares para llegar al descubrimiento de un principio o ley general que los rige ayudándonos este método para determinar las conclusiones y recomendaciones.

Esta metodología se utilizará para obtener la información teórica y técnica, necesarias tanto para el diseño y la construcción del sistema de cambio de aceite como para su posterior funcionamiento.

Esta investigación es principalmente proyectiva ya que busca exponer, presentar, plantear, formular, diseñar, inventar un banco para cambios de aceite, es así que no podemos basarnos solo en un tipo de investigación específico ya que el proyecto es una mezcla de varios por lo cual es necesario definir a nuestra investigación como proyectiva, básica, de campo, descriptiva y experimental ya que tiene un alcance básico de ejecución; además mediante la consulta a expertos, se podrán extender los conocimientos sobre la aplicación a realizar, y dar alternativas de solución a posibles problemas que se presenten en su ejecución.

El proyecto será concebido con una orientación teórico – práctica de aplicación tecnológica, para dar soluciones a necesidades automotrices.

1.10. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

Fuentes Primarias:

Libros.

Manuales técnicos

Parámetros de funcionamiento de cajas automáticas.

Bibliotecas virtuales.

Catálogos y especificaciones técnicas de bombas, mangueras y acoples.

Catálogos y especificaciones técnicas de elementos eléctricos y electrónicos.

Entrevistas a Jefes de taller y Técnicos de Concesionarias Automotrices.

Prácticas experimentales.

Normas de Regulación para cada tipo de sistema y diseño.

Fuentes Secundarias:

Documentos técnicos de control electrónico.

Documentos técnicos de normalización, selección y diseño.

Internet.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS.

2.1.1. Generalidades.

Las transmisiones automáticas surgen a finales de la segunda guerra mundial con la necesidad de brindar comodidad a conductores con cierto grado de discapacidad ya que su función es permitir que el vehículo pueda cambiar las relaciones de transmisión automáticamente sin necesidad de que el conductor manipule una palanca y presione el embrague.

Esta tecnología tuvo sus inicios en 1904 cuando los hermanos Sturtervant diseñan el primer prototipo de transmisión automática de dos velocidades, pero es en 1938 cuando General Motors diseña y saca al mercado la primera transmisión automática llamada Hidramatic.

En la actualidad las transmisiones automáticas no solo brindan comodidad para el conductor al no tener que estar pendiente del cambio de marcha, sino que están diseñadas para mejorar el rendimiento del motor al optimizar el tiempo de respuesta a las necesidades de marcha del vehículo mediante su sistema de control electrónico permitiendo así, reducir el consumo de combustible mediante al ahorro de tiempo en maniobras de cambio de marcha manual.

2.1.2. Funcionamiento.

Las cajas automáticas operan hidráulicamente utilizando fluido hidráulico como medio de transmisión de presión. La función de este tipo de transmisión inicia cuando el motor transmite su movimiento a un disco flexible unido al convertidor de par, en el cual se genera una fuerza hidráulica que da movimiento el eje de entrada y a la bomba, la cual suministra fluido hidráulico a toda la caja. La rotación del eje de entrada produce el movimiento de los embragues sobre su propio eje y estos a su vez hacen girar al eje de salida. El cambio de marchas automático se produce mediante el acople y desacople de embragues producido por la fuerza hidráulica que genera el cuerpo de válvulas.

Así, se puede decir que en una transmisión automática actúan dos fuerzas, la mecánica y la hidráulica que es transmisora, haciendo que la fuerza mecánica pase del eje de entrada hacia el eje de salida.

Todos los procedimientos que realiza internamente la transmisión para cumplir con el proceso de cambio de velocidades, es controlado por un sistema de control electrónico cuya módulo principal se denomina módulo de control del tren de potencia (Powertrain Control Module) o módulo de control de la transmisión (Transmission Control Module) y es el encargado de recibir señales de entrada producidas por los sensores del vehículo para procesarlas y determinar los parámetros y condiciones de operación de la transmisión para satisfacer la demanda del vehículo y su conductor; de este módulo depende la calidad y precisión en las cambios de marcha (Brejcha, Tuuri ,2000, p 247).

Las transmisiones automáticas por su aplicación se pueden clasificar en:

- Transmisiones para vehículos FR (Front Engine, Rear Wheel Drive) o de motor delantero y tracción posterior que poseen un diferencial como unidad de impulsión al eje final.
- Transmisiones para vehículos FF (Front Engine, Front Wheel Drive) o de motor delantero y tracción delantera, cuya unidad de impulsión es interna y son llamadas también transejes.

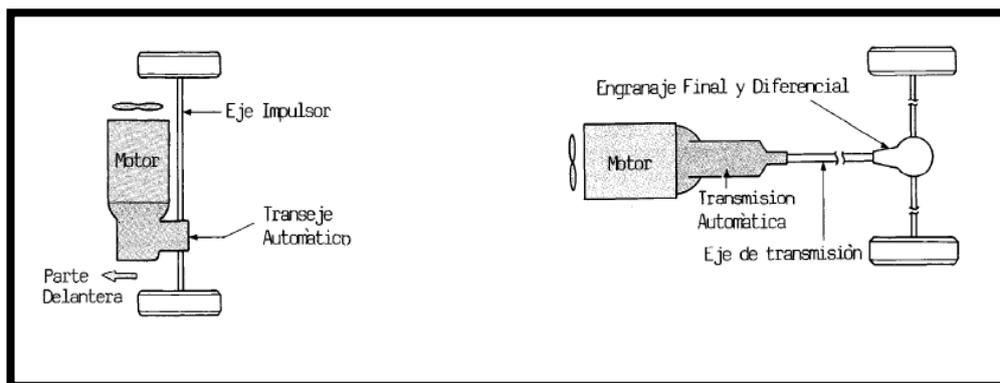


Figura 2. 1. Transmisiones para vehículos FF y FR.

Fuente: Toyota Motor Corporation, Manual Transeje y Transmisión Automática.

2.1.3. Componentes de la transmisión automática.

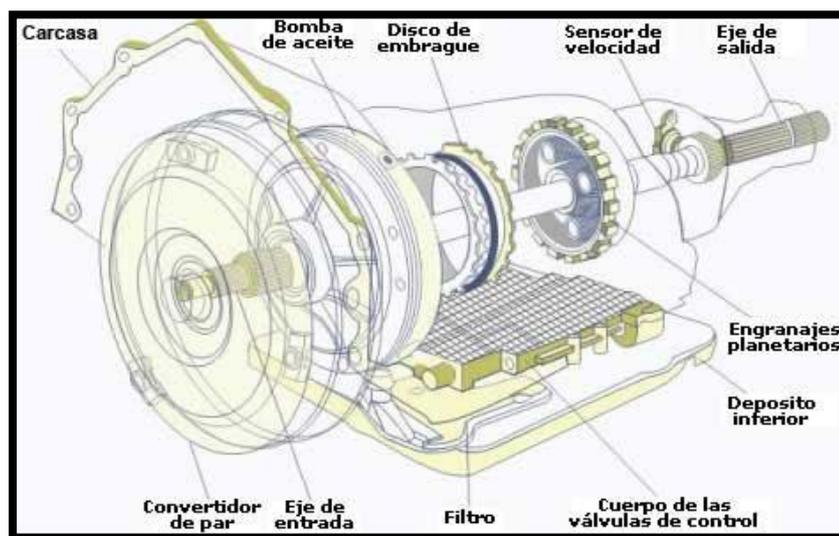


Figura 2. 2. Componentes de una caja automática

Fuente: <http://sistemestan.blogspot.com/>

- **Carcasa**
Es la cubierta exterior que aloja todos los componentes de la transmisión y al fluido hidráulico.
- **Ejes o flechas de entrada y salida.**
Son los elementos encargados de transmitir la potencia generada por los elementos impulsores.
- **Convertidor de par.**
Cumple la función de multiplicar, variar y ajustar automáticamente el par motor según las necesidades del vehículo. Está formado por bomba, estator y turbina; la turbina toma el movimiento del eje de entrada haciendo que el fluido hidráulico sea impulsado hacia la bomba haciéndola girar, está a su vez con su giro impulsa y retorna el fluido por medio del estator hacia la turbina; el estator redirecciona el fluido que sale de la bomba para devolverlo en la dirección de giro de la turbina produciéndose así un incremento de la fuerza impulsora y por lo tanto multiplicando el par motor.

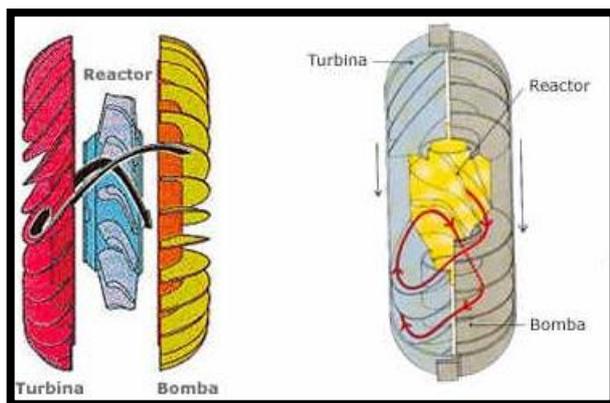


Figura 2. 3. Elementos del convertidor de par
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios3.htm>

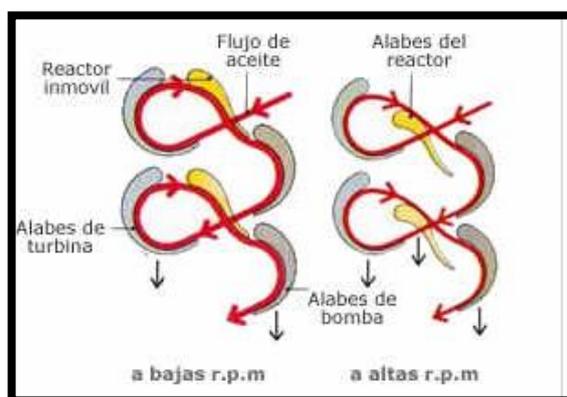


Figura 2. 4. Flujo del lubricante en el convertidor de par
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios3.htm>.

- Sensor de velocidad.

Es un dispositivo que detecta la velocidad tanto del eje de entrada como el de salida, para enviar esta señal hacia la ECM la cual calcula la diferencia de velocidades para deducir el desplazamiento del convertidor de par.

- Embragues de disco.

“Son dispositivos mecánicos que acoplan o liberan a los miembros del conjunto de engranajes planetarios para conseguir las diferentes relaciones de transmisión” (Presentación Transmisiones Automáticas, Centro de Entrenamiento & CET- GM, 2012).

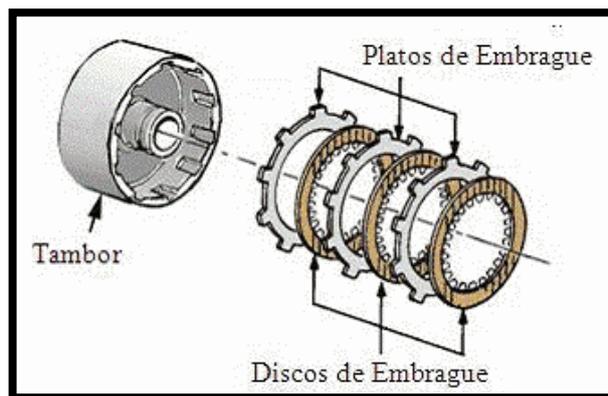


Figura 2. 5. Embragues de disco

Fuente: <http://www.jimmystransmission.co.cr/funcionamiento.html>

- Conjunto de engranajes planetarios.

Llamado también engranaje epicicloidal, es un conjunto formado por un planetario, satélites, porta satélites y una corona; los cuales mediante su acople y desacople se encargan de transmitir potencia para las diferentes marchas como primera, segunda, tercera, cuarta y reversa.

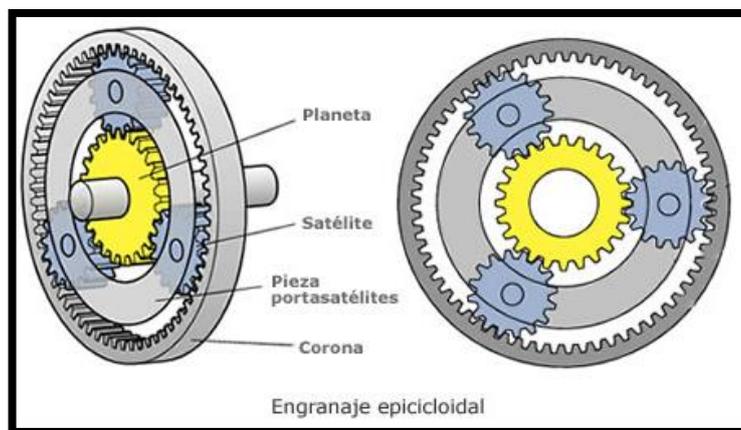


Figura 2. 6. Conjunto de engranes planetarios

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios3.htm>

2.1.4. Sistema hidráulico.

Este sistema en una transmisión automática cumple la función de presurizar y distribuir fluido hidráulico a través de los dispositivos de aplicación como también de refrigerar y lubricar planetarios y demás componentes internos de la transmisión. Sus principales elementos son la bomba de aceite y el cuerpo de válvulas de control (Presentación del manual básico para Transmisiones Automáticas, Centro de Entrenamiento & CET- GM, 2012).

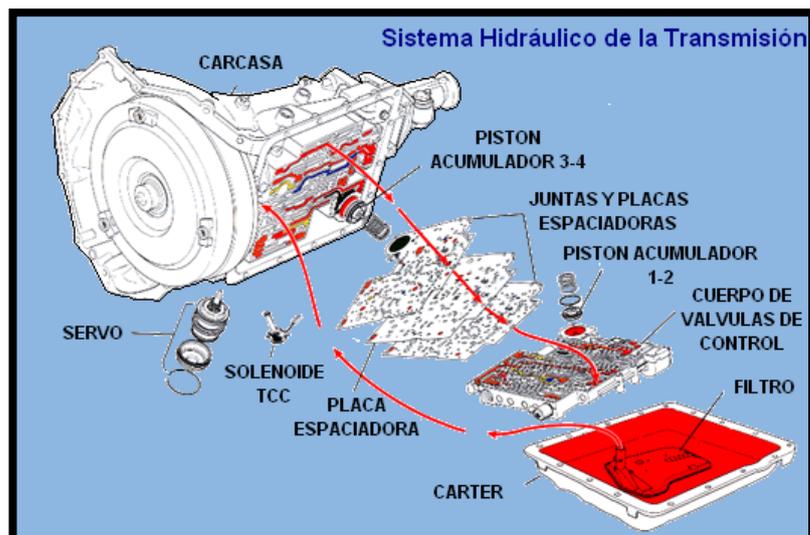


Figura 2. 7. Sistema hidráulico de la transmisión.

Fuente: Presentación del Manual Básico para Transmisiones Automáticas, Centro de Entrenamiento & CET- GM, 2012.

- Bomba de aceite.

Generalmente son de engranajes o paletas y se encargan de generar la presión necesaria para la distribución del fluido a todas los componentes de la transmisión.



Figura 2. 8. Bomba de aceite de engranes.

Fuente: Autores.

- Cuerpo de válvulas de control.

“Este componente contiene a las válvulas que controlan la dirección y proporcionan la regulación de presión del fluido y aloja a varios solenoides que son usados para controlar los cambios de velocidad. La mayoría de las válvulas son de acero y accionan todo el funcionamiento de la caja, su funcionamiento es controlado electrónicamente por medio de la acción de sus solenoides de cambio” (Recuperado el 08 de Octubre 2013, Obtenido en <http://miguel-transmisiones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-automatca.html>).

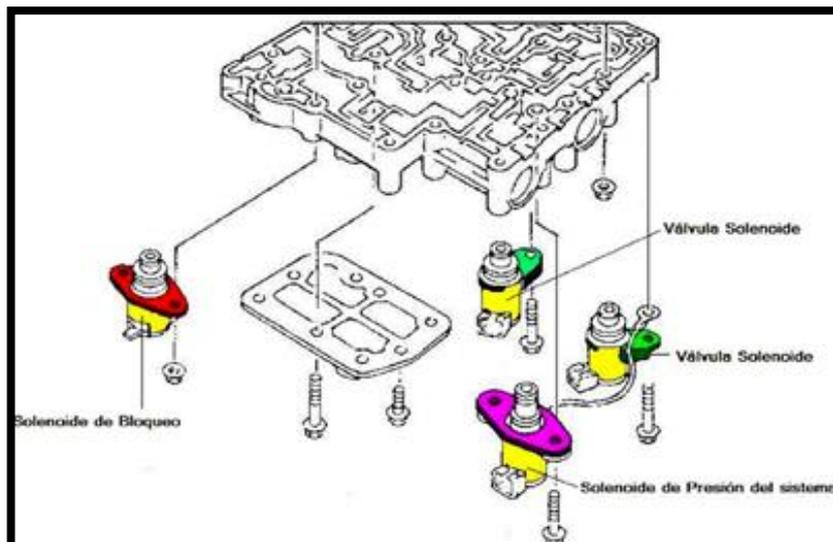


Figura 2. 9. Cuerpo de válvulas

Fuente:<http://aliimentacioncombustible.blogspot.com/2011/12/transmision-automatizada.html>.

- Filtro
Es el componente que protege a la transmisión de partículas extrañas que pueden encontrarse en el fluido hidráulico.
- Carter.
Es el depósito donde se aloja el fluido hidráulico de la transmisión generalmente se encuentra en la parte inferior de la caja.

2.1.5. Control electrónico de la transmisión.

Conocido como módulo de control de la transmisión (TCM), recibe señales eléctricas de varios sensores, llamadas señales de entrada las cuales son los encargados de detectar el trabajo de los diferentes elementos y componentes de la caja automática como la abertura del regulador, cambios de presión, velocidad del vehículo, revoluciones y velocidad del motor, temperatura de la caja entre otros también recibe señales de la ECM la cual posee información del trabajo de los componentes del vehículo por esta razón, la TCM o PCM al recibir estas señales eléctricas, diagnostica el trabajo que realiza el vehículo para enviar señales hacia los actuadores (solenoides) los cuales realizan los respectivos cambios de marcha, regulan la presión del fluido hidráulico hacia los embragues, controlan la fuerza motriz entre otros, para controlar las condiciones de la transmisión a diferentes velocidades del vehículo en respuesta a las necesidades del conductor (Brejcha, Tuuri, 2000, p 249).

- ECM (Modulo de Control Electrónico)

Se encargada de transmitir la información captada por los sensores hacia la TCM y viceversa.

- TCM (Modulo de Control de la Transmisión)

Recibe señales de la ECM, sensores y accionamientos de control, como la posición de la palanca selectora, numero de revoluciones de cambio y motor, temperatura de aceite, velocidad del vehículo, etc. Para procesar la información y controlar las señales de salida hacia los actuadores para un cambio correcto de marchas.

- Sensores

Dentro del trabajo de la caja automática podemos decir que son los encargados de convertir una magnitud física o química como revoluciones, temperatura, gases de escape, cantidad de aceite entre otros, en señales eléctricas que pueda entender la TCM para el trabajo correcto de la transmisión.

- Solenoides

Los solenoides de cambio son los encargados de dar el cambio de marcha ON/OFF controlando la presión de la línea de los mecanismos de la transmisión dependiendo de la posición que envíe la TCM.

- Palanca Selectora de cambios.

Este trabajo con un switch de posición la cual indica tanto a la TCM como al conductor la posición en la cual se encuentra la palanca selectora P-R-N-D-3-2-1 para que esta a su vez active o desactive los solenoides.

- Conector eléctrico

La caja automática puede sufrir desperfectos lo cual altera el buen funcionamiento de la transmisión generando un DTC, por tal motivo el conector eléctrico puede ayudar a visualizar y borrar estos códigos por medio de un escáner. Por medio del conector se encuentra información de sensores y actuadores y otros componentes con sus respectivas señales de entrada y salida para verificar su correcto funcionamiento.

- Interruptor del freno

Al ser accionado el freno este elemento informa a la TCM para el accionamiento de un solenoide (TCC) y controlar la presión adecuada dentro de la transmisión.

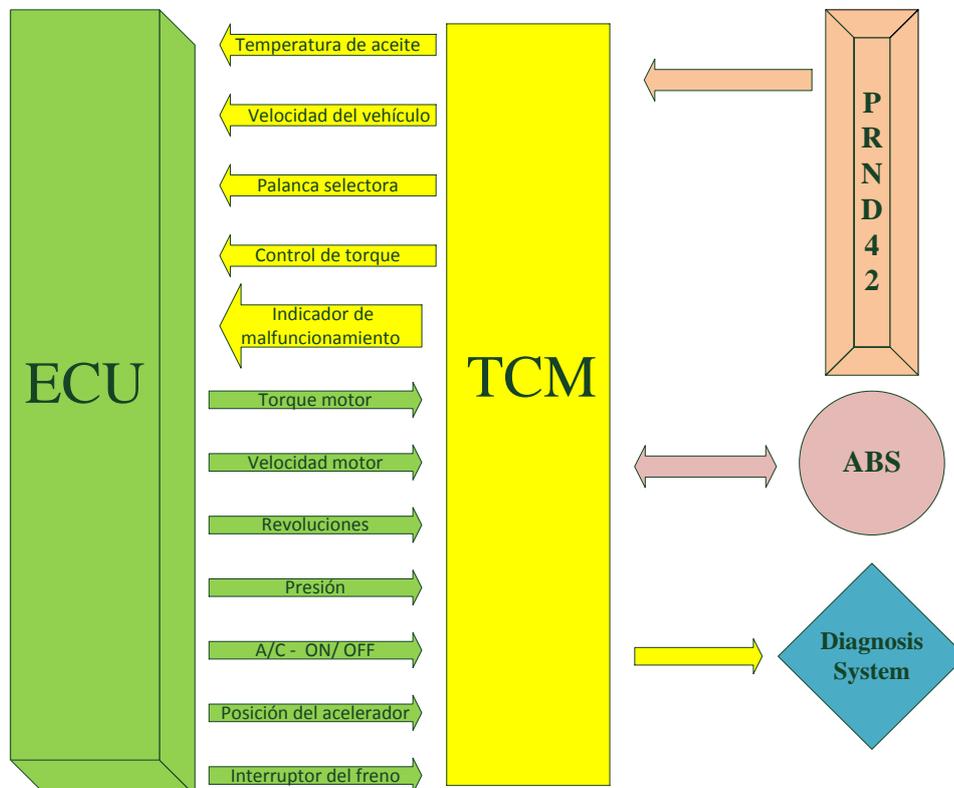


Figura 2. 10. Funcionamiento de la unidad de control (TCM).

Fuente: Autores.

2.1.6. Fluido hidráulico para transmisiones automáticas.

El fluido para transmisión automática ATFes uno de los principales elementos de operación de la transmisión ya que es el medio transmisor de potencia a los elementos actuadores y el agente de refrigeración, lubricación y limpieza del sistema; entre sus características tenemos: resistencia a la oxidación, estabilidad térmica, detergente, antiespumante, fluidez en frío y compatibilidad con los materiales de juntas, bandas, embragues y demás componentes internos de la caja.

En la actualidad los tipos de lubricante más recomendados por los fabricantes son Dexron® que fue desarrollado por General Motors para sus transmisiones y adoptado por muchos otros fabricantes y Mercon® que fue desarrollado por Ford Motor Company; cada uno ha evolucionado según las necesidades de las nuevas y modernas transmisiones hasta sus versiones actuales que son Dexron®VI y Mercon®V, LV y SP.

Características típicas de un ATF +4 Dexron® /Mercon®:

Tabla 2. 1. Propiedades ATF.

Pruebas	Propiedades Típicas
Viscosidad @ 100C, cSt.	7.55
Viscosidad @ 40C, cSt.	34.13
Índice de Viscosidad 198	198
Gravedad Especifica @ 60F	0.8506
Densidad, (lbs/gal)	7.09
Punto de Fluidez C, máx.	-48
Zinc, % Peso	Nadal
Calcio, % Peso	0.069
Fósforo, % Peso	0.046
Boro, % Peso	0.014
Viscosidad Brookfield @ -40C, cP.	9.000
Punto de Ignición, COC, C.	196

Fuente: http://www.lubrilandia.com.ar/Valvoline/gama_de_productos/automotrices/ATF/atf+4.htm.

Para cumplir la función de refrigerante el fluido cumple un circuito continuo de recirculación que parte desde la toma de salida de la transmisión hacia el radiador o hacia el enfriador externo y viceversa; enfriando todos los elementos del circuito por conducción.

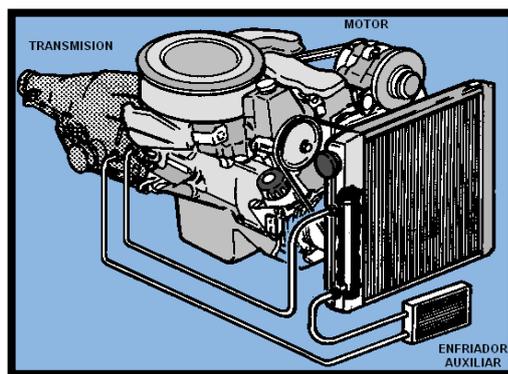


Figura 2. 11. Circuito de refrigeración del fluido hidráulico.
Fuente: Presentación del Manual Básico para Transmisiones Automáticas, Centro de Entrenamiento & CET- GM, 2012.

2.2. SISTEMAS HIDRÁULICOS.

2.2.1. Generalidades.

Los sistemas hidráulicos nos brindan la posibilidad de realizar procedimientos que requieran de gran aplicación de fuerza sin realizar prácticamente ningún esfuerzo físico. Esto se logra mediante la aplicación de una fuerza sobre un área determinada que contenga fluido hidráulico, el cual será el medio de transmisión de presión.

Todo sistema hidráulico cuenta con elementos que pueden ser: de control si por medio de estos se regula parámetros de operación del sistema; y de potencia si generan trabajo en un determinado tiempo.

2.2.2. Componentes

- Depósitos.

Son contenedores que albergan el fluido necesario para el funcionamiento del sistema hidráulico; pueden ser presurizados y no presurizados o ventilados.



Figura 2. 12. Depósito no presurizado con respiradero
Fuente: Autores.

- Bombas.

Es el elemento encargado de tomar la energía mecánica producida por una fuente externa o incorporada como un M.C.I o un motor eléctrico para transformarla en energía hidráulica que será la fuente de poder del sistema. Así, existen bombas de desplazamiento positivo que entregan un volumen de líquido en cada ciclo y de desplazamiento volumétrico que pueden ser de engranes, lóbulos, paletas y pistones siendo los de engranajes y lóbulos los que entregan un caudal fijo (Creus, 2011, p.322).

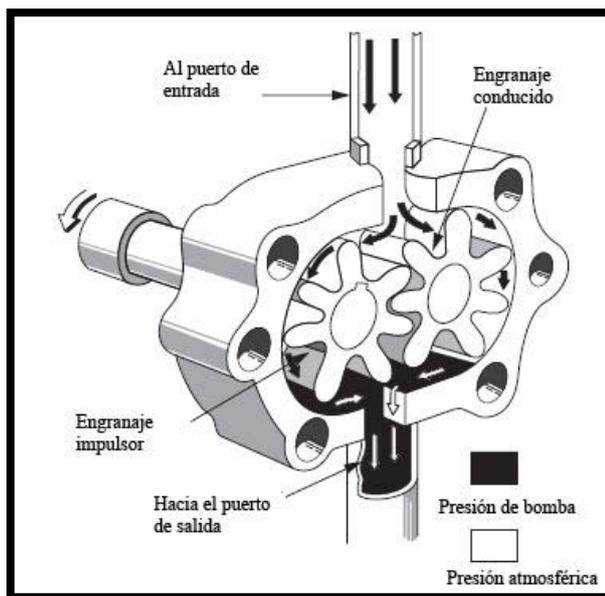


Figura 2. 13. Bomba de engranajes

Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm.

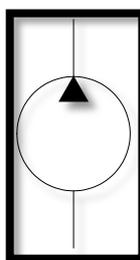


Figura 2. 14. Simbología DIN ISO1219 - Bomba Unidireccional

Fuente: Software Automation Studio.

- Mangueras.

Son conductos cilíndricos huecos usados para trasladar fluidos de un lugar a otro, son construidas de diversas materiales y coberturas según su aplicación y esfuerzos a los que vaya a estar sometido del sistema. Su construcción, materiales, cubiertas, número de capas y tejido están regulados por las normas SAE 100, DIM 20022, 20023 y sus respectivas versiones para baja, media y alta presión.

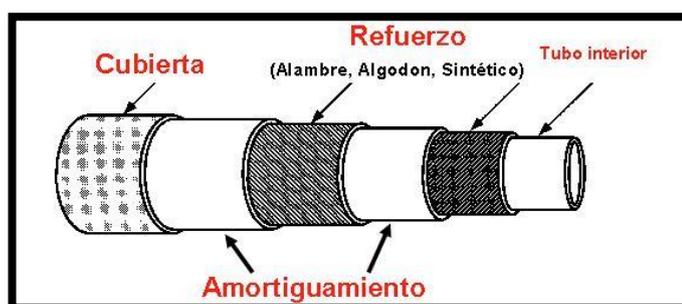


Figura 2. 15. Estructura de una, manguera hidráulica.

Fuente: Guía de mangueras y acoples, Caterpillar.

El tubo de polímetro interno cumple la función de impedir las fugas internas de fluido; la capa de refuerzo es decir el recubrimiento puede ser de fibra metálica si el sistema va a soportar presiones bajas o de alambre para las presiones altas, además s apoya y da forma al tubo interno su número depende de la aplicación; las capas de fricción de polímero son de refuerzo y separan las capas metálicas, por último la capa exterior protege la manguera de agentes externos y el deterioro por el uso continuo (Guía de mangueras y acoples, Caterpillar,2012).

- Acoples.

Los acoples son elementos mecánicos que pueden ser metálicos o plásticos según la aplicación del sistema; su función es unir los componentes del circuito adaptándose a las necesidades de unión, ampliación o reducción del área de circulación del fluido.



Figura 2. 16. Acoples Hidráulicos
Fuente: Autores.

- Válvulas.

Son elementos de control que están constituidos por mecanismos de accionamiento mecánico, manual o eléctrico que direccionan, regulan o dan paso al fluido hidráulico. Según la función que cumplan en el sistema estas pueden ser:

Control de presión; son usadas para controlar o mantener estable la presión dentro de un sistema hidráulico y pueden ser de descarga, de secuencia, reductoras, de seguridad o alivio y reguladoras (Giles, Evett, Cheng, 2003, p.56).



Figura 2. 17. Válvula de control de presión tipo sandwich.
Fuente: Autores.

Tabla 2. 2. Simbología Hidráulica DIN ISO 1219

Válvulas de control de presión.	Simbología
De alivio.	
De secuencia.	
Reductora.	
De descarga	
Reguladora.	

Fuente: Autores, Software Automation Studio

Control de flujo; su función es regular y/o limitar el caudal el fluido y pueden ser de estrangulación, check o anti retorno, de restricción o cierre y de control.

Tabla 2. 3. Simbología Hidráulica DIN ISO 1219

Válvulas de control de flujo.	Simbología
Check o antirretorno	
De restricción o cierre	
De control	
De estrangulación	

Fuente: Autores, Software Automation Studio.



Figura 2. 18. Válvula de control de caudal
Fuente: Autores.

Direccionales o distribuidoras; son aquellas que se utilizan para cambiar, detener o permitir el sentido del flujo dentro de un sistema hidráulico (Creus, 2011, p.121). Se clasifican según su número de vías, posiciones y pueden ser de accionamiento mecánico, manual y eléctrico a 12, 24 o 110 Voltios.

Tabla 2. 4. Simbología Hidráulica DIN ISO 1219

Válvulas direccionales o distribuidoras	Simbología
2V,2P	
3V,2P	
4V,2P	
4V,3P	

Fuente: Autores, Software Automation Studio.



Figura 2. 19. Electroválvula direccional
Fuente: Autores.

- Filtros.

Son elementos cuya función es proteger el sistema de contaminación por agentes externos y partículas internas desprendidas por fricción mediante su retención en recirculación.



Figura 2. 20. Filtro
Fuente: Autores.

2.3. ANÁLISIS DE PARTÍCULAS.

El fluido hidráulico es un factor fundamental en el funcionamiento de cualquier sistema hidráulico sin importar su aplicación, ya que es el medio transmisor de energía y está a cargo de lubricar y refrigerar el sistema; sin embargo, al cumplir estas funciones y estar en recirculación constante es susceptible de contaminación por desgaste de piezas mecánicas y demás componentes factor por el cual baja el rendimiento del circuito de trabajo. De aquí, la importancia de mantener limpio el fluido hidráulico por medio de mantenimientos puntuales ya sea reemplazando o filtrándolo, para lo cual se aplican criterios de niveles de limpieza y contaminación que permiten definir el tamaño y cantidad de contaminantes y determinar su nivel de limpieza para definir si es apto o no para ser parte de un sistema hidráulico.

Así, por necesidad de controlar niveles de limpieza de fluidos se establecen normas internacionales de análisis y métodos de conteo de partículas como son: Norma ISO 3938 y 4406.

2.3.1. Análisis cuantitativo de partículas.

Es una prueba de conteo de partículas mediante un análisis comparador microscópico sobre membrana, con el cual se obtiene el nivel de material contaminante existente en el fluido. Es un análisis rápido con el que es posible identificar el tipo de contaminante y proporciona niveles aproximados de contaminación basados en el código de limpieza ISO 4406:99.

2.3.2. Código de limpieza ISO 4406:99.

La organización internacional de estandarización creó el código de limpieza ISO 4406:99 que establece un conteo de partículas por unidad de volumen para cuantificar los niveles de contaminación en tres tamaños: 4 μ , 6 μ , y 14 μ (recuperado el 02 de junio del 2014, obtenido en <http://www.precisionfiltration.com/products/iso-4406-cleanliness-code.asp>).

Tabla 2. 5. Código de limpieza ISO 4406:99.

Código de Limpieza ISO 4406:1999		
Cantidad de partículas por ml de fluido		
Código ISO	Mínimo	Máximo
1	0.01	0.02
2	0.02	0.04
3	0.04	0.08
4	0.08	0.13
5	0.16	0.32
6	0.32	0.64
7	0.64	1.3
8	1.3	2.5
9	2.5	5
10	5	10
11	10	20
12	20	40
13	40	80
14	80	160
15	160	320
16	320	640
17	640	1300
18	1300	2500
19	2500	5000
20	5000	10000
21	10000	20000
22	20000	40000
23	40000	80000
24	80000	160000
25	160000	320000
26	320000	640000
27	640000	1300000
28	1300000	2500000

Fuente: Norma ISO 4406:99.

Este código se refleja en tres dígitos por ejemplo:

R4/R6/R14

Dónde:

R4= Número total de partículas igual o mayor a 4 micras por ml de fluido.

R6= Número total de partículas igual o mayor a 6 micras por ml de fluido.

R14= Número total de partículas igual o mayor a 14 micras por ml de fluido.

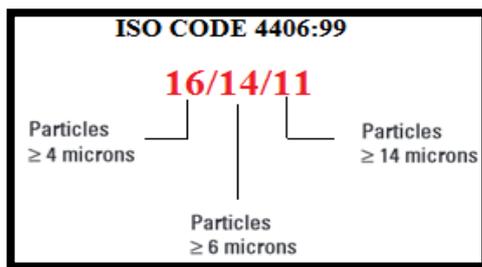


Figura 2. 21. Código de limpieza ISO 4406:99

Fuente: Autores.

Interpretación del código.

Para precisar el estado de un fluido hidráulico este código reflejará valores altos si el contenido de partículas contaminantes en el fluido es alto y valores bajos cuando sea baja o nula y el aceite este limpio.

Código ISO	---	12/9	---	14/11	---	16/13	---	18/15	---	20/17	---	22/19	---	24/21	---	26/23
Fluidos Hidráulicos	Muy limpio			Limpio						Sucio						
Cajas de cambios				Muy limpio				Limpio								Sucio
Motores			Muy limpio					Limpio				Sucio				
Turbinas		Muy limpio				Limpio		Sucio								

Figura 2. 22. Cuadro de interpretación de estado de fluido hidráulico.

Fuente: http://lubrication-management.com/wp-content/uploads/sites/3/2014/07/Contaje_de_part%C3%ADculas_ES.pdf.

Muchos fabricantes de sistemas y equipos hidráulicos se han basado en este código para establecer una tabla de tipo orientativo que refleja los grados de limpieza recomendados para diferentes componentes(Recuperado el 14 de Agosto del 2014, obtenido en: http://lubrication-management.com/wp-content/uploads/sites/3/2014/07/Contaje_de_part%C3%ADculas_ES.pdf).

Tabla 2. 6. Grados de limpieza recomendados.

Componentes	Código ISO
Válvulas de Servo-control	16/14/11
Rodamientos	16/14/12
Válvulas proporcionales	17/15/12
Cojinetes	17/15/12
Reductoras Industriales	17/15/12
Reductoras Móviles	17/16/13
Motor Diésel	17/16/13
Turbina vapor	18/15/12
Bombas/Motores de pistón y paletas	18/16/13
Válvulas de control de presión y direccional	18/16/13
Máquina de papel	19/16/13
Motores/ Bomba de engranajes	19/17/14
Válvulas de control de flujo, cilindros	20/18/15
Fluidos nuevos sin usar	20/18/15

Fuente: Artículo-lubrication management.

2.4. ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

Para el desarrollo del proyecto se ha requerido elementos como:

- Motor eléctrico; es un conjunto de elementos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica para lograr un trabajo.



Figura 2. 23. Motor eléctrico de inducción

Fuente: Autores.

- UPS (Uninterruptible Power Supply); es un sistema de alimentación ininterrumpida cuya función es almacenar energía para suministro de emergencia en caso de una falla de la fuente de alimentación de un sistema eléctrico.



Figura 2. 24. UPS
Fuente: Autores.

- Fusibles; son dispositivos de protección que permiten el paso de corriente eléctrica de valor constante o inferior a su tolerancia y actúan ante una sobrecarga de energía.



Figura 2. 25. Caja de fusibles
Fuente: Autores.

- Contactor; es un interruptor cuya función es cortar o dar paso a la corriente de accionamiento de un dispositivo eléctrico y puede ser accionado manual o eléctricamente.



Figura 2. 26. Motor eléctrico de inducción
Fuente: Autores.

- Sirena para alarma; es un elemento emisor de señales acústicas que es usado como un indicador de seguridad.

2.5. CONTROL ELECTRÓNICO.

El sistema electrónico cumple la función de controlar por medio de pulsos eléctricos las acciones de un sistema mecánico logrando así la automatización de procesos. En este proyecto se ha utilizado un circuito controlador y una interfaz de comunicación hombre – máquina.

2.5.1. Circuito de control electrónico.

Un circuito de control es la combinación de diversos elementos electrónicos que controlan las entradas, salidas analógicas y digitales por medio de un lenguaje de programación.

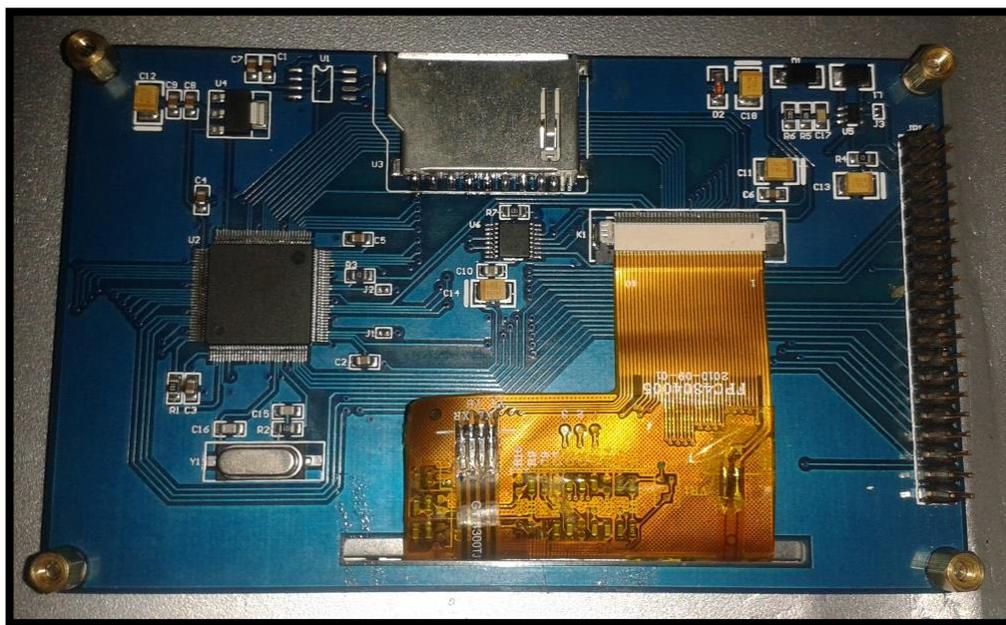


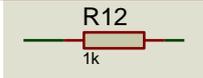
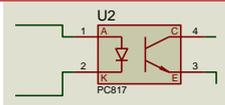
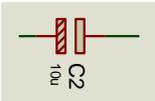
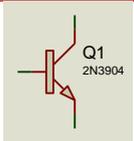
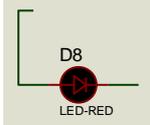
Figura 2. 27. Placa del circuito de control
Fuente: Autores.

Elementos:

- Resistencias; son elementos cuyas propiedades se oponen al paso de corriente eléctrica produciendo una caída de tensión; su unidad de medida es el ohmio.
- Transistores; es un elemento que puede amplificar, cortar o dar paso a una señal a partir de una pulso eléctrico de mando.
- Capacitores; llamados también condensadores son dispositivos de almacenamiento de carga o energía, su unidad es el faradio F.

- Led's; es un diodo emisor de luz, usado como indicador de señales o luz testigo.
- Circuitos Integrados; también conocidos como chip o microchip son un conjunto de elementos electrónicos en miniatura que cumplen diversas funciones dentro de un circuito electrónico que pueden ser controladas por medio de un lenguaje de programación.
- Diodos; son elementos que permiten el paso de la corriente eléctrica en un solo sentido bloqueándola en sentido opuesto.
- Relé; es un elemento electromecánico de control que actúa como un interruptor controlado por un electroimán que actúa a una señal eléctrica que mediante la bobina se intensifica para generar conmutación (Boylestad, Nashelsky, 2009, p.35).

Tabla 2. 7. Simbología electrónica IECE/ EN 60617

Elementos	Simbología
Resistencia.	
Diodo	
Relé	
Capacitor	
Transistor	
Led's	

Fuente: Autores, software ISIS.

2.5.2. Interfaz de comunicación (HMI).

Una interfaz de comunicación hombre – máquina (HMI) es una ventana de interacción de usuario, es una herramienta gráfica que presenta y controla de una forma dinámica los procesos que desempeña un artefacto controlado electrónicamente. Este dispositivo está sujeto a controladores lógicos programables, los lenguajes más comunes utilizados son C++, Visual Basic, Basic, y Delphi.



Figura 2. 28. Pantalla TFT
Fuente: Autores.

2.6. TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS EN EL PAÍS.

En nuestro país anualmente se venden alrededor de 79554 vehículos con transmisión automática (Anuario 2013 AEADE s.2, p.43), los cuales sean de alta gama o comerciales son preferidos por su comodidad y simplicidad al conducir. Estas cifras las podemos apreciar en el Anexo A1.

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó entrevistas técnicas a jefes de taller de concesionarios acerca de modelos y parámetros de funcionamiento de las transmisiones que poseen los vehículos comerciales en el país; con la finalidad de definir un rango de presión adecuado para el funcionamiento en recirculación de la unidad de cambio de fluido. Los resultados obtenidos se reflejan en las tablas 2.8 y 2.9 que describen los tipos de transmisiones automáticas, el modelo del vehículo y la presión de línea en parking de la transmisión. Este parámetro se lo puede apreciar en detalle en el anexo A2 que contiene tablas de presiones de línea de los distintos modelos de transmisiones.

Tabla 2. 8. Presiones de línea en parking de la AT

Marca	Modelo	Tipo de Transmisión	Presión de Línea(Psi) Marcha Mínima (P)	
Ford	F150	6R80	0 – 18	
		4R75E	0 – 15	
	Explorer	6F50	0 – 18	
		5R55S	0 – 15	
	Edge	6F50	0 – 25	
	Sport Track	5R55S	0 – 15	
Toyota	4 Runner	A750E	53 – 59	
		A750F	53 – 59	
		A340E	53 – 61	
		A340F	53 – 61	
		A343F	55 – 61	
	Hilux	A340F	53 – 61	
		Fortuner	A343E	55 – 61
	Land Cruiser	A340F	53 – 61	
		A750F	53 – 59	
		A750F	53 – 59	
		AB60F	53 – 59	
		A442F	63 – 74	
	Yaris	U441E	25 – 57	
		U340E	25 – 57	
	RAV 4	U150F	25 – 57	
		U241E	25 – 57	
	Corola	U341E	25 – 57	
	Mazda	3	FN4A - EL	48 – 68
		5	FN4A - EL	48 – 68
MPV		JA5A - EL	42 – 71	

Fuente: Ingenieros Castro R, Suntaxi J, Rodríguez C, Autores.

Tabla 2. 9. Presiones de línea en parking de la AT

Marca	Modelo	Tipo de Transmisión	Presión de Línea(Psi) Marcha Mínima (P)
Renault	-	MB1	64
	-	MB2	64
	-	MJ1	61
	-	MJ3	67
	-	MB1	64
	-	ML1	68
Nissan	X - TRAIL	-	55 – 65
	Pathfinder	-	60 – 65
	Murano	-	55 – 65
KIA	Sorento	A5SR1	35 – 55
		A5SR2	35 – 55
	Sportage KM	F4A42	45 – 60
	Sportage SL	A6MF1	45 – 60
	Carnival VQ	A5HF1	45 – 60
	Cerato Forte TD	A6GF1	45 – 60
	Picanto SA	A4CF0	45 – 60
	Rio Xcite	G4EE	30 – 55
		G4ED	30 – 55
	Carens RP	A6MF1	45 – 60
Chevrolet	Optra	55 – 51LE	25 – 65
		ZF 4HP 16	25 – 60
	Grand Vitara SZ	-	52 – 58
	Vitara	AW30 – 40LE	51 – 61
	Blazer	4L60 – E	53 – 62
		4L65- E	53 – 62
		4L70 - E	53 – 62
	Cruze	81- 40LE	25 – 64

Fuente: Ingenieros Ushunia W, Cáceres, Morales L, Mora F, Autores.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA MECÁNICO, HIDRÁULICO Y ELECTRÓNICO.

El diseño es la representación escrita, grafica, técnica y simulada del estudio realizado para representar en forma visual el proyecto siguiendo parámetros de estudio y normas técnicas.

3.1.DISEÑO MECÁNICO DE LA ESTRUCTURA DE LA UNIDAD.

3.1.1. Parámetros de diseño

Para realizar un cambio hidráulico para vehículos con caja automática de manera técnica y acorde a los avances tecnológicos se realizó una unidad de cambio de fluido para vehículos que poseen este tipo de transmisión.

Al ser una herramienta que se utilizara en un taller automotriz brindara y garantizara un adecuado trabajo, mejorando el tiempo al momento de operar la unidad.

Para que la unidad de cambio de fluido cumpla las necesidades de funcionalidad, seguridad y rendimiento debemos tomar los siguientes parámetros:

- Área de trabajo. Al trabajar con distintos vehículos de transmisión automática, debemos tener en consideración la distancia a la toma de entrada y salida de la caja automática al ser acoplada a la unidad y área de trabajo para la ergonomía del operador. El área de trabajo no debe ser ocupada por otras máquinas que impidan el trabajo adecuado de la unidad.
- Temperatura. Al momento de poner en operación el sistema, la temperatura del fluido saliente de transmisión y la unidad en operación puede llegar a los 80°C incluida la temperatura ambiente siendo necesario realizar orificios de refrigeración.
- Componentes. La unidad para su funcionamiento posee elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos e hidráulicos que trabajan de forma conjunta. Al realizar un mantenimiento o reparación de los componentes originales y colocar adaptaciones o similares es necesario colocar semejantes tomando en consideración su dimensionamiento para no dañar la ergonomía de la unidad como la utilización del operador.

- Pesos. Cada elemento de la unidad posee distintos pesos siendo la estructura de la unidad quien soporte y dar estabilidad al momento que se encuentren en funcionamiento.
- Dimensiones. Las dimensiones que necesita la unidad deben ser acordes a las necesidades que cada componente lo requiera.
- Cargas de fuerzas. Al utilizar el metal para su construcción debemos tomar en consideración el estudio del deterioro o pérdidas de las características del material al aplicar fuerzas que se producen por los componentes que soporta la unidad y el trabajo al que se encuentra inmerso.

3.1.2. Aplicación de cargas de fuerzas

Se reflejara en las cargas de fuerzas externas como internas que soportara la unidad al momento que se encuentre en funcionamiento tomando como referencia las características del metal a utilizar para no sobrepasar sus propiedades de trabajo.

Estas cargas se encuentran aplicadas todo el tiempo dentro y fuera de la unidad variando drásticamente al momento de transportar la unidad de un lugar a otro. Al aplicar estas fuerzas debemos demostrar que el material es apto para trabajar por ende las simulaciones en el programa Inventor, que es una herramienta de diseño ayudara a la selección del acero a utilizar aplicando las siguientes teorías:

- Teoría de Von Mises
- Resistencia a la Tracción
- Deformación

Al aplicar estas teorías demostrara la fiabilidad del material a utilizar.

3.1.3. Teoría de Von Mises

La teoría de Von Mises sostiene que un metal o un material dúctil sufrirá una falla elástica al sobrepasar o ser sometido a un esfuerzo mayor que su límite de carga también llamado resistencia a la fluencia F_y . (Robert L. Mott, P.E, 2010, p. 188).

Ecuación 3. 1. Teoría de Von Mises.

σ : Teoría de Von Mises

$$\sigma < F_y$$

F_y : Resistencia de fluencia.

3.1.4. Resistencia a la tracción

Al aplicar cargas directas al metal la resistencia de diseño en tracción (t'_{max}) comienza a ceder si este esfuerzo es máximo. Para que no existan fallas de ruptura del material la tensión (F_u) debe ser mayor a las cargas aplicadas al metal a utilizar. (Robert L. Mott, P.E, 2006, p. 188,189)

$$t'_{max} < F_u \quad \text{Ecuación 3. 2.Resistencia a la Tracción.}$$

t'_{max} : Resistencia a la tracción

F_u : Ruptura en tensión

3.1.5. Deformación

La deformación (δ) de los metales se refiere al estiramiento debido a una carga axial directa o al agotamiento de cargas axiales directa de compresión si esta deformación es superior a las propiedad del metal no regresara a su estado original mostrando fallas del material. (Robert L. Mott, P.E, 2006, p. 92).

$$\delta > 20\% (\text{min.}) \quad \text{Ecuación 3. 3.Deformación.}$$

δ : Deformación

21%(min.): Límite máximo de la deformación del metal.

3.1.6. Selección del material a utilizar

El diseño de la Unidad de Cambio de Fluido debe ser firme y compacto sin deformarse al movimiento para establecer un conjunto estructural adecuado, el metal a utilizar trabaja bajo la norma American Societyfor Test Materials (ATSM) mostrando fiabilidad a las siguientes características:

- Elasticidad
- Fatiga
- Ductilidad
- Tenacidad

Bajo esta norma se eligió un acero ASTM A-36 por ser de buena soldabilidad con características estructurales adecuadas para soportar cargas de trabajo dentro de esta familia de acero se escogió tubo estructural cuadrado de $1\frac{1}{4}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

Al ser un acero estructural al carbono con porcentajes de manganeso brindara la resistencia necesaria a las diferentes fuerzas al aplicarse dentro de la unidad, el metal es de fácil soldabilidad al poseer pequeñas cantidades de fósforo y azufre protegido por el silicio ya que ayuda a remover el oxígeno que se encuentra en el acero.

Tabla 3. 1.Propiedades del acero ASTM A-36.

Composición Química	
% (C) Carbono	≤ 0.28
% (Mn) Manganeso	0.60 – 0.90
% (Si) Silicio	≤ 0.40
% (P) Fosforo	≤ 0.04
% (S) Azufre	≤ 0.05
Propiedades Mecánicas	
Esfuerzo Fluencia (MPa)	250
Esfuerzo Tracción (MPa)	4000
Elongación (min.)%	21

Fuente: Catalogo_aceros_otero.pdf.

La tabla 3.1. Se encentra representada en el Anexo B2.

3.1.7. Dimensionamiento de la estructura

Para evitar un trabajo incomodo por parte de los componentes hidráulicos las dimensiones de la unidad a realizar debe estar de acuerdo a las necesidades de su trabajo. Para el dimensionamiento adecuado tomamos como referencia los deposito hidráulicos que se ubicaran en su parte central dejando una distancia prudente para brindar mantenimientos posteriores al igual que el conjunto motor bomba que se ubicara en su parte inferior.

Con las conexiones y el tamaño de los componentes hidráulicos se implementaran a medidas necesarias para realizar la estructura, en la parte superior se colocara elementos de mando como de control realizando un dimensionamientos adecuados para su trabajo.

En conclusión las medidas de la unidad se realizaron de acuerdo a las necesidades de trabajo, posición, dimensionamiento y volumen de cada elemento que conforma la unidad. Las dimensiones de la estructura se encuentran en el Anexo de diseño B1.

3.1.8. Modelado y ensamblaje de la estructura

Con las medidas y dimensiones mostradas en el anexo de diseño, realizamos el boceto de la unidad de cambio de fluido en el programa inventor.

Al realizar la estructura de la unidad, las disposiciones estructurales al igual que sus dimensiones y geometrías van a ser visualizadas en un programa de diseño gráfico siendo capaz de realizar modificaciones de las disposiciones del metal a utilizar.

La realización de líneas guías con las dimensiones y medidas adecuadas para la construcción de la unidad ayudara a realizar un correcto perfilado de la estructura dependiendo del tipo de perfil a utilizar.

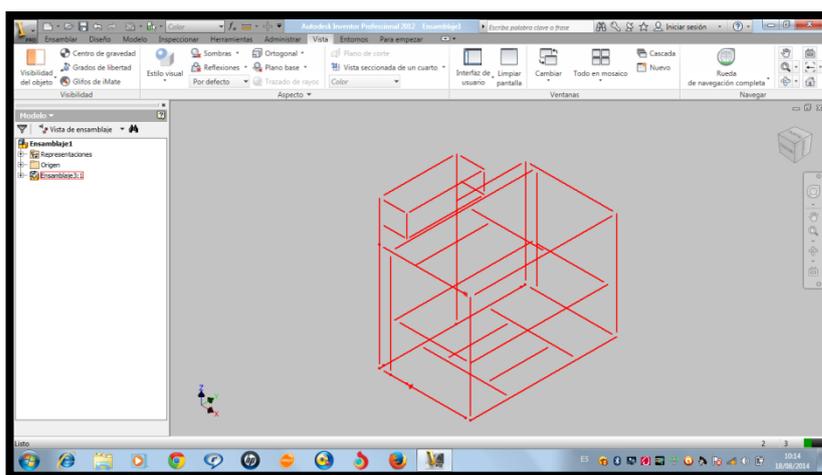


Figura 3. 1.Líneas guías del boceto de la estructura.

Fuente: Autores

Al realizar el perfilado de la líneas guías podemos elegir la norma, el tipo de estructura, tamaño y el metal a utilizar con sus respectivas características de trabajo. Tomamos como referencia las dimensiones del metal a utilizar para aplicar el perfilado de acorde a la longitud de la línea guía.

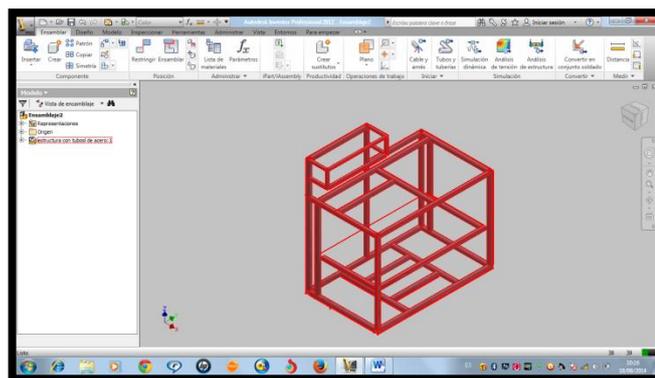


Figura 3. 2. Perfilado de la estructura
Fuente: Autores.

Realizado el perfil procedemos a colocar la cubierta de la estructura para visualizar el aspecto de la unidad y realizar el estudio de las propiedades del material, podemos visualizar el diseño de los vínculos rígidos donde se encuentran los puntos de diseño llamado nodos. Los nodos visualizaran los puntos de referencia principales como los secundarios de la misma manera su desplazamiento y rotación.

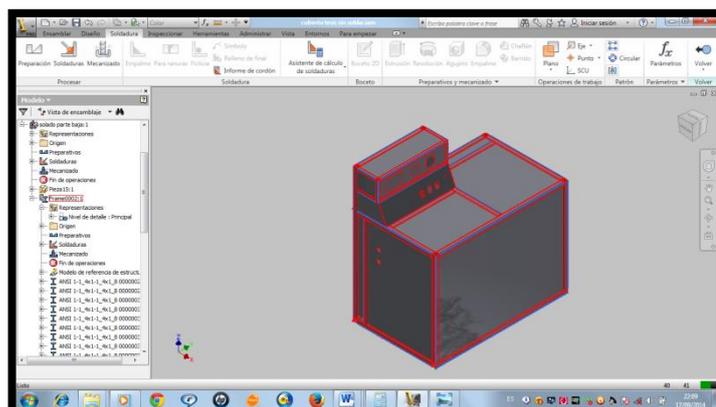


Figura 3. 3. Diseño de la estructura.
Fuente: Autores.

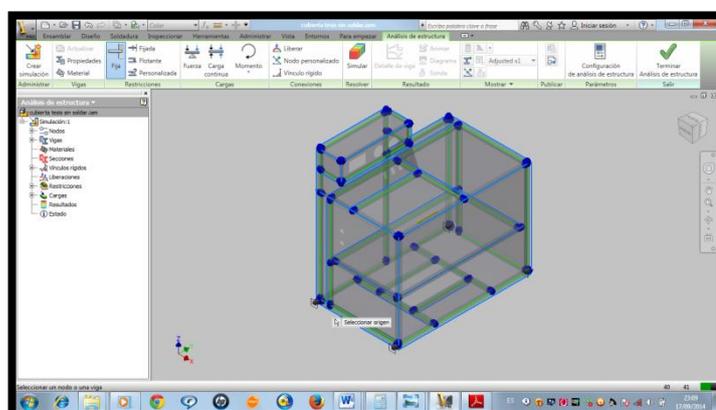


Figura 3. 4. Estudio de nodos.
Fuente: Autores.

Nombre	Desplazamiento			Rotación			Nodo padre	Nodo o nodos hijo
	Eje X	Eje Y	Eje Z	Eje X	Eje Y	Eje Z		
Vínculo rígido:1	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:71	Nodo:4, Nodo:23
Vínculo rígido:2	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:74	Nodo:6, Nodo:10
Vínculo rígido:3	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:73	Nodo:33
Vínculo rígido:4	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:72	Nodo:35
Vínculo rígido:5	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:3	Nodo:81, Nodo:16
Vínculo rígido:6	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:75	Nodo:18
Vínculo rígido:7	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:5	Nodo:77, Nodo:12
Vínculo rígido:8	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:76	Nodo:13
Vínculo rígido:9	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:79	Nodo:28
Vínculo rígido:10	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:78	Nodo:34
Vínculo rígido:11	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:80	Nodo:36
Vínculo rígido:12	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:82	Nodo:19, Nodo:26
Vínculo rígido:13	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:83	Nodo:20, Nodo:32
Vínculo rígido:14	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:14	Nodo:89, Nodo:30
Vínculo rígido:15	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:84	Nodo:42
Vínculo rígido:16	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:87	Nodo:22
Vínculo rígido:17	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:15	Nodo:49
Vínculo rígido:18	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:86	Nodo:64
Vínculo rígido:19	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:85	Nodo:65
Vínculo rígido:20	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:17	Nodo:91, Nodo:29

Figura 3. 5. Tabla de nodos de la estructura.
Fuente: Autores.

3.1.9. Aplicación de cargas de fuerza a la estructura

Al aplicar las cargas de fuerzas en la estructura y comprobar los resultados de fiabilidad del metal ASTM A-36 a implementar, utilizamos las teorías explicadas para demostrar que el metal es apto al ser simulado en el programa Inventor. Para aplicar las fuerzas tomaremos como referencia los pesos de los elementos a utilizar.

Tabla 3. 2. Pesos de los elementos en la unidad

Elementos	Peso en lb	Peso en Kg	Fuerza en N
Depósito de reserva	60	26.1	256.04
Válvula Check	5	2.2	21.58
Filtro de aceite	4	1.8	17.65
Mangueras	15	6.6	64.74
Acoples	10	4.4	43.16
Ups	5	2.2	21.58
Conjunto motor bomba	80	34.8	341.38
Válvula de presión	6	2.6	25.50
Electroválvula	8	3.5	34.33
Manómetro	1.5	0.7	6.86
Caja de herramienta	25	10.8	105.94
Complementos varios	20	8.69	85.30

Fuente: Autores.

Al realizar la estructura en el programa de diseño Inventor se puede visualizar las fuerzas que se aplicaran en diferentes puntos de la estructura. Estas cargas comprobaran la resistencia y fiabilidad del metal a utilizar para ello aplicamos las cargas de fuerzas en los siguientes puntos:

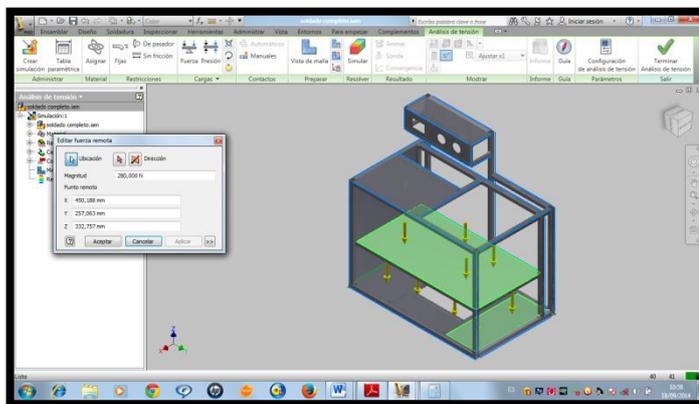


Figura 3. 6. Fuerza aplicada en puntos de la estructura central
Fuente: Autores

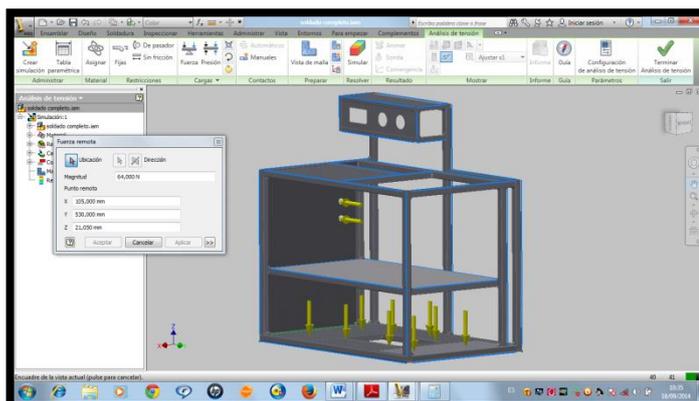


Figura 3. 7. Fuerza aplicada en puntos de la estructura inferior
Fuente: Autores

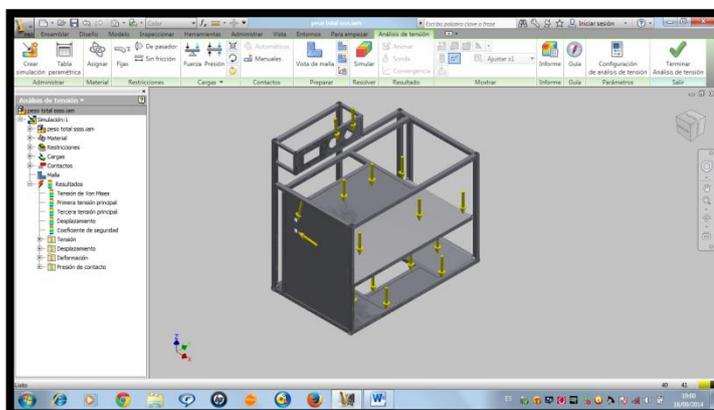


Figura 3. 8. Fuerza aplicada en los puntos de la estructura
Fuente: Autores

Para simular las cargas de fuerzas de forma real es necesario realizar un mallado total del diseño y colocar puntos fijos para que no se desplace el modelado, el programa presenta los resultados que soporta el metal a utilizar aplicadas las fuerzas de trabajo.

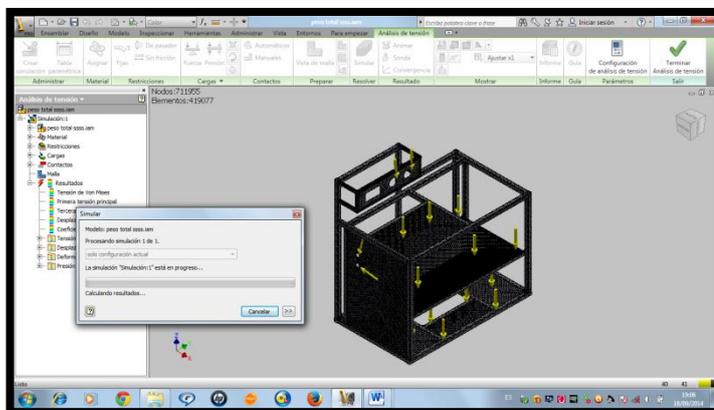


Figura 3. 9. Aplicación del mallado
Fuente: Autores

- Teoría de Von Mises

Simulamos la carga de fuerza a soportar el metal, demostrando que la fuerza aplicada no supera la resistencia de fluencia del metal concluyendo que el material es apto para su utilización. En la simulación se puede afirmar que no cumple la teoría de Von Mises, argumentando la fiabilidad del material.

$$\sigma < F_u$$

$$102.5 \text{ Mpa} < 250 \text{ Mpa}$$

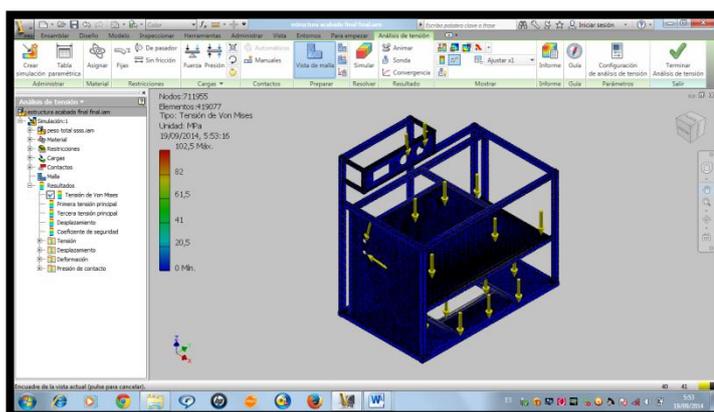


Figura 3. 10. Resultado de la teoría de Von Mises
Fuente: Autores

- Resistencia a la tracción

La fuerza aplicada al metal, mostrada en la simulación favorece a la propiedad de la resistencia del acero ASTM A-36 ya que en tracción máxima de la fuerza aplicada es menor a la ruptura en tensión del metal mostrando que el material es apto para trabajar bajo esta fuerza.

$$\sigma_{\max} < F_u$$

$$50.76 \text{ Mpa} < 4000 \text{ Mp}$$

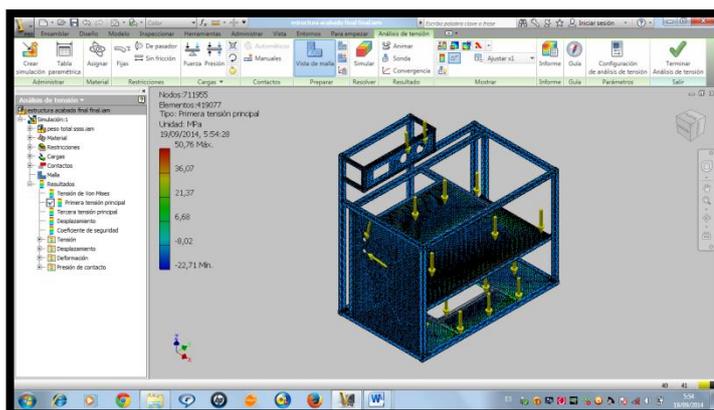


Figura 3. 11. Resultado de la resistencia a la tracción
Fuente: Autores.

- Deformación

El acero seleccionado para la estructura posee un deformación, si aplicamos cargas de fuerza observamos en la simulación su deformación de la posición original encontrándose en el rango de operatividad del metal. Mostrando que estas fuerzas no sobrepasan el rango de desplazamiento asegurando la viabilidad del metal.

$$\delta > 20\% (\text{min.})$$

$$1.4 \text{ mm} > 6$$

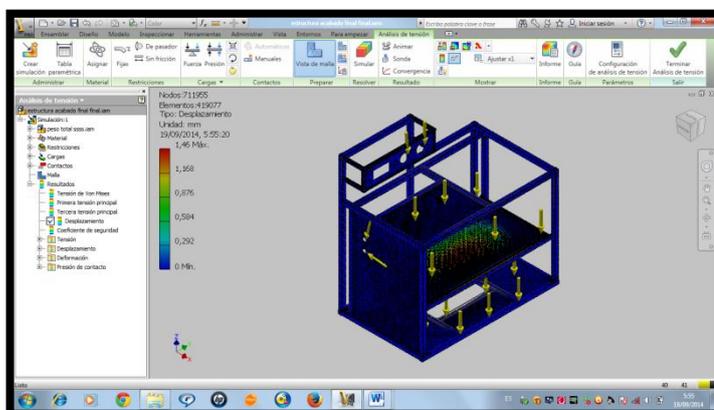


Figura 3. 12. Resultado de la deformación
Fuente: Autores

Para visualizar y poder modificar las restricciones del diseño mecánico podemos desplegar una tabla paramétrica de la simulación realizada donde se encuentran los componentes de resultados dependiendo de las selecciones geométricas a realizar.

Nombre de la rest	Tipo de restricción	Límite	Coefficiente de seg	Valor del resultado	Unidad
Máx. Tensión de VI	Ver el valor			202,341	MPa
Máx. Primera tensi	Límite superior	0	1	146,443	MPa
Mín. Tercera tensi	Límite superior	0	1	-278,343	MPa
Máx. Desplazamier	Minimizar			5,339	mm
Mín. Coeficiente d	Evitar rango	0 - 0	1	3,40515	ul
Máx. Tensión XX	Ajustar en rango	0 - 0	1	74,7146	MPa
Máx. Tensión XY	Ver el valor			84,8521	MPa
Máx. Tensión XZ	Límite superior	0	1	31,2102	MPa
Máx. Tensión YY	Ver el valor			114,078	MPa
Máx. Desplazamier	Ver el valor		1	0,0521757	mm
Máx. Desplazamier	Límite superior			0,0308269	mm
Máx. Desplazamier	Minimizar	0	1	0,0136838	mm
Máx. Deformación	Límite inferior			0,000934467	ul
Máx. Primera defo	Ajustar en rango	0	1	0,000606088	ul
Máx. Primera defo	Evitar rango			0,0136838	mm
Máx. Desplazamier	Ver el valor			204,286	MPa
Máx. Presión de co	Ver el valor			59,9334	kg
Masa	Ver el valor			7,64507e+006	mm^3
Volumen	Ver el valor			0,000347672	ul
Máx. Deformación	Ver el valor				

Figura 3. 13. Tabla paramétrica de la fuerza aplicada.

Fuente: Autores

3.1.10. Tabla de resultados

Con los datos obtenidos al realizar la simulación en la herramienta de diseño inventor observamos que el material a utilizar soportara adecuadamente las cargas de fuerzas que se aplican dentro de la unidad demostrando que es apto para su uso.

Tabla 3. 3 Tabla de resultado de la fuerza aplicada

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

El coeficiente de seguridad es una medida de seguridad relativa de un material que soporta carga representado con el símbolo N, siendo esta la relación del número máximo de ciclos hasta la falla del material sobre los ciclos aplicados al material durante su vida útil. El valor N de cualquier material si se reduce a 1 existe falla por lo que es recomendado que este valor sea siempre mayor a 1. (Robert L. Norton, P.E, 2005, p. 18-19).

Para corroborar que no existir fallas del metal elegido para la construcción de la unidad de cambio de fluido el coeficiente de seguridad o factor de seguridad N , que se muestra en la figura 3.11 es mayor a 1 siendo este factor una unidad de medida de seguridad para soportar las cargas.

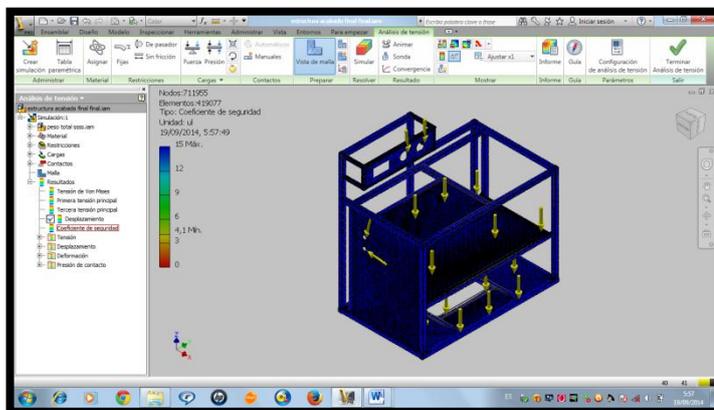


Figura 3. 14. Resultado del coeficiente de seguridad
Fuente: Autores

Finalizado el estudio del análisis de tensión procedemos a dar el modelado de la estructura final de la unidad.

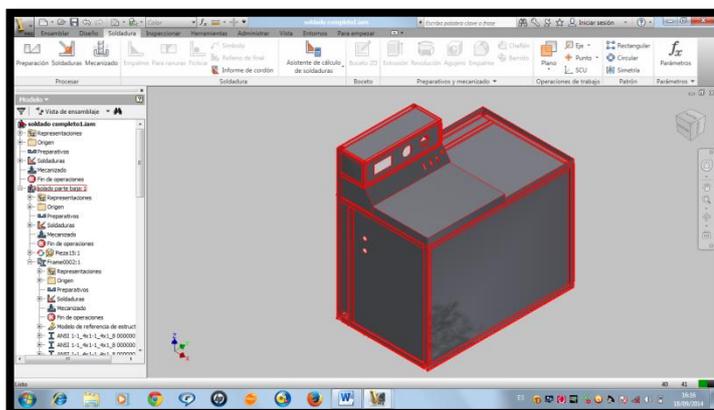


Figura 3. 15. Diseño final
Fuente: Autores

3.2. SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL DISEÑO MECÁNICO

Está constituida por la unión de tubos estructurales cuadrados los cuales brindaran soporte a los componentes externos e internos de la unidad. Por ello dependerá la selección adecuada del tipo de acero y materiales a utilizar para la protección de todos los elementos a utilizar.

3.2.1. Acero ASTM A-36

Con la finalidad que la estructura posea rigidez y seguridad se utilizó tubo estructural cuadrado de acero ASTM A-36 ya que es de fácil soldabilidad y sus propiedades mecánicas ayudan al metal ser trabajable para el diseño a realizar.

Al utilizar el tubo estructural de una pulgada tres cuartos permitirá soportar fuerzas externas como internas de los elementos que se encuentran en la unidad y el tubo estructural de tres cuartos de pulgada se utilizara para albergar elementos de menor peso brindando protección a los componentes de la unidad de cambio de fluido.



Figura 3. 16. Acero ASTM A-36
Fuente: Autores.

3.2.2. Plancha de tol galvanizado

Es un acero procesado con varias capas de zinc por tal razón ayuda a ser resistente a la abrasión así como a la oxidación en contacto al agua y la humedad, su resistencia mecánica es elevada por lo que se utiliza herramienta adecuada para el moldeado brindando protección y soporte a la unidad, siendo soldable al utilizar suelda eléctrica.

Utilizaremos Tol Galvanizado de 1 mm para brindar una protección física sin necesidad de mantenimiento.



Figura 3. 17. Plancha de tol galvanizado
Fuente: Autores

3.2.3. Plancha de acero

Conocidos como acero básico (hierro normal) con gran resistencia a la tensión y tracción al no poseer tratamiento adicional se oscurece la superficie por su fina capa de carbono, esta plancha de metal soportara y brindara protección a los elementos hidráulicos a utilizar en la unidad.



Figura 3. 18. Plancha de acero
Fuente: Autores

3.2.4. Electrodo # 60-11

Para la unir la estructura de la unidad se utilizó electrodos # 60-11 por ser un metal de rápida solidificación y penetración el cual se va haciendo al metal electrificado con una resistencia a la tensión de 73.500 lb/pl^2 siendo muy tenas a temperaturas bajo cero.

Al penetrar rápidamente el electrodo es de fácil maniobrabilidad tomando en consideración que se debe limpiar de suciedad o grasa el material a soldar aplicando correctamente el amperaje con respecto al diámetro del electrodo, para unir la estructura metálica de la unidad elegimos un electrodo de 3.2 mm.

Tabla 3. 4. Diámetros y amperes

Diámetro del electrodo	Amperaje a utilizar
3/32" (2.4 mm)	50 – 90 amperes
1/8" (3.2 mm)	80 – 120 amperes
5/32" (4.0 mm)	120 – 160 amperes
3/16" (4.8 mm)	160 – 220 amperes

Fuente: Indura 60-11 Pdf.

La tabla 3.6 se encuentra justificada en el anexo de diseño B.3.

3.2.5. Pintura automotriz

Con la finalidad de proteger de la corrosión (oxidación) y mejorar la estética de la unidad se utilizó masilla y pintura automotriz para corregir fallas e imperfecciones de la cubierta y estructura en construcción. Para ello aplicaremos el mismo principio que se utiliza al pintar los vehículos de forma artesanal.

Para mejorar la presentación de la unidad utilizamos lo siguiente materiales:

- Cinco hojas de lija fina # 800 y gruesa # 300
- Un galón de tiñer
- Masilla gruesa (amarilla)
- Masilla fina (roja)
- Pasta catalizadora
- Diluyente o aditivo
- ¼ de Galón de Pintura Penetrante
- Un Galón Pintura base Automotriz color Plomo
- ¼ de Pintura Mica
- Guantes y Mascarilla



Figura 3. 19. Pintura automotriz
Fuente: Autores

3.3.DISEÑO HIDRÁULICO DE LA UNIDAD.

La hidráulica es una parte de la mecánica que utiliza un fluido como medio de transmisión de energía. Un sistema hidráulico es un conjunto de elementos relacionados entre sí que transforman la energía mecánica o eléctrica en energía hidráulica, la cual se puede controlar y direccionar para generar un trabajo.

Un sistema hidráulico básicamente está constituido por depósito, filtro, bomba, válvulas, actuadores y fluido.

3.3.1. Parámetros de diseño del sistema.

Para el desarrollo de este proyecto se han tomado en cuenta los siguientes parámetros:

- **Presión del sistema;** la presión se la define como “la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de alguna sustancia” (Mott Robert, 2010, p.11). Se puede medir en pascales Pa, Psi, Atm y mmHg y se representa con la ecuación:

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{Ecuación 3. 4.Presión.}$$

Dónde:

P= Presión (Pa, Psi)

F= Fuerza (N, Lb)

A= Área (m², pulg²).

Tabla 3. 5. Selección de presiones de referencia

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

Fuente: Autores

- **Caudal;** se lo puede definir como “el volumen de fluido que pasa por una sección en una unidad de tiempo” (Cengel, Cimbala, 2011, p. 76). Su ecuación es:

$$Q = V * A$$

Ecuación 3. 5. Caudal.

Dónde:

$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right).$$

$$V = \text{Velocidad media del fluido} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right).$$

$$A = \text{Área de la sección transversal en una tubería} (\text{m}^2).$$

Para definir el caudal de trabajo de la unidad es necesario aplicar un método práctico experimental para obtener la velocidad y tiempo de paso de fluido por la cañería de conexión entre transmisión y enfriador.

Dicho proceso experimental se resume en el siguiente diagrama.





Figura 3. 20. Acople de la manguera transparente.

Fuente: Autores.

Los parámetros obtenidos en la práctica son utilizados para calcular el caudal en parking de la transmisión y seleccionar la bomba hidráulica.

Tabla 3. 6. Velocidad Experimental

Vehículo	Año	Tiempo
Dodge	2007	0.12
Optra	2010	0.13
Suburban	1998	0.14
Tiempo Promedio		0.13

Fuente: Autores

Cálculo del caudal.

Cálculo de la velocidad de salida del fluido

$$V = \frac{d}{t}$$

Ecuación 3. 6. Velocidad.

Dónde:

d=longitud de cañería.

t= tiempo que se demora en transitar el fluido en la cañería.

Datos:

d= 0.29m

t= 0.13 s

$$V = \frac{d}{t}$$

$$V = \frac{0.29 \text{ m}}{0.13 \text{ s}}$$

$$V = 2.22 \text{ m/s}$$

Remplazamos en ecuación 3.5

$$A = 3/8" \text{ (0.00095 m)}$$

$$V = 2.22 \text{ m/s}$$

$$Q = A * v$$

$$Q = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi * (v)$$

$$Q = \left(\frac{0.00095 \text{ m}}{2}\right)^2 * \pi * (2.22 \text{ m/s})$$

$$Q = 7.0882\text{E}^{-5} * (2.22 \text{ m/s})$$

$$Q = 1.5735\text{E}^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \frac{264.2 \text{ gal}}{\text{m}^3} * \frac{60 \text{ seg.}}{1 \text{ min.}}$$

$$Q = 2.5 \frac{\text{gal.}}{\text{min.}}$$

El caudal Q del sistema es 2.5 GPM.

3.3.2. Estructura y simulación del sistema hidráulico.

- **Circuito “A” o Circuito de Control.**

Este conjunto hidráulico tiene la particularidad que no posee fuente de energía propia, es decir necesita de una fuente externa de presión, que en este caso es la bomba interna de la transmisión automática del vehículo. La figura 3.20 muestra los elementos que forman parte del circuito de control de la unidad que se acopla externamente a la transmisión.

Para su funcionamiento este circuito adopta la fuerza hidráulica de la bomba interna de la transmisión para impulsar el fluido a través del sistema, pasando por elementos como: el filtro que es el encargado de retener las partículas sólidas que puedan dañar la electroválvula direccional, el manómetro que actúa como indicador de presión de ingreso, la electroválvula direccional que controla el rumbo del flujo; dando paso a una recirculación regular por el circuito de refrigeración cuando se encuentra en su centro tándem y direccionando el fluido hacia el depósito de reserva “A” cuando conmuta su accionamiento de control “Y” dando paso a su vía de trabajo “B”; la válvula antirretorno cumple la función de cerrar el paso del fluido en

contraflujo hacia la electroválvula; por último , en este caso P es el punto de unión de los circuitos A y B.

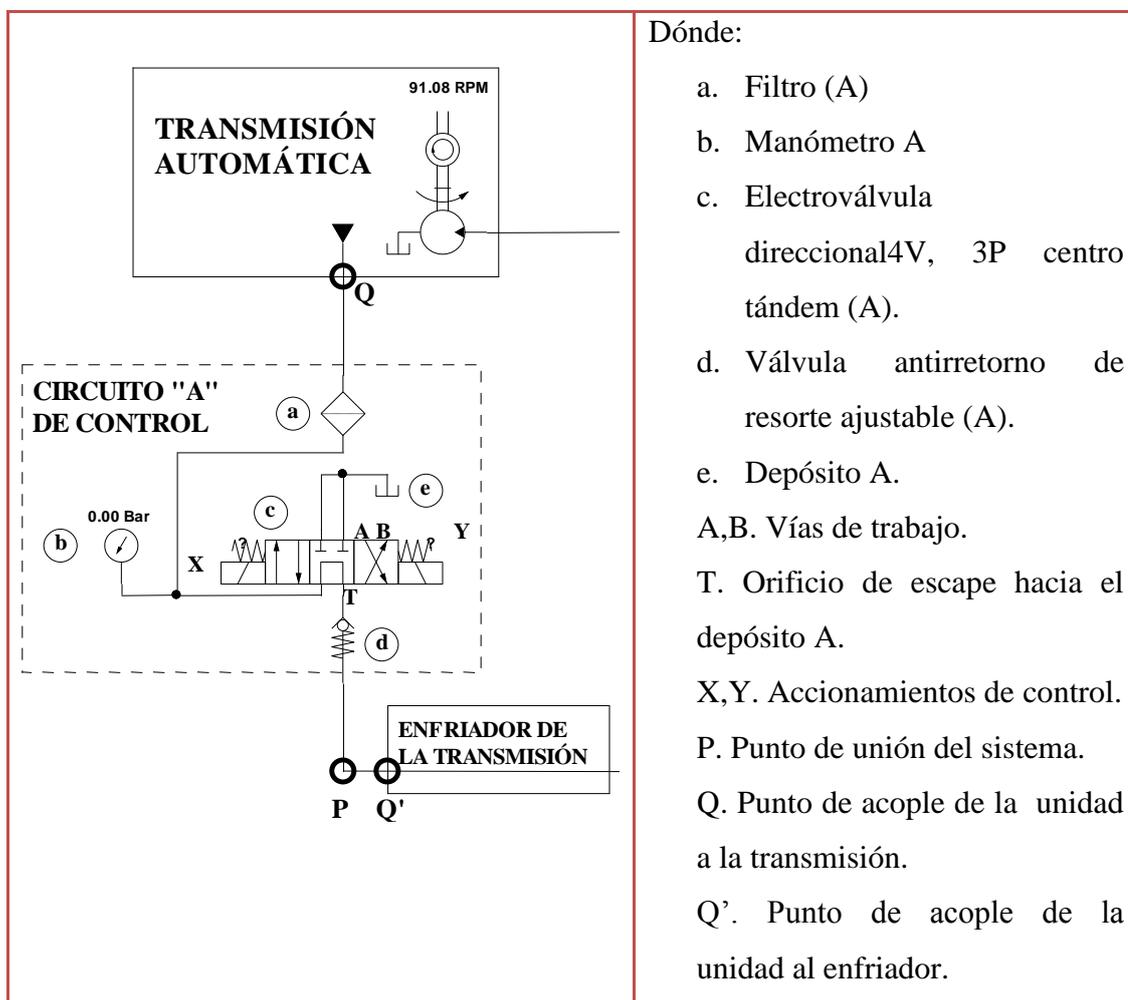


Figura 3. 21. Estructura Circuito "A" o de control.
Fuente: Autores.

- **Circuito "B" o Circuito Principal.**

Este circuito comprende un conjunto de elementos activos y pasivos que proporcionan los parámetros de funcionamiento del sistema, por lo cual es considerado el circuito principal de la unidad.

La figura 3.21 representa gráficamente la estructura del conjunto principal de la unidad. Su funcionamiento parte desde el instante que el conjunto motor – bomba succiona el fluido desde el depósito para proporcionar presión y caudal al sistema; está presión de trabajo es controlada por una válvula de alivio que actúa en caso de una sobrepresión, manteniendo el equilibrio y evitando daños en los elementos; para

controlar y definir la presión de apertura de la válvula de alivio se hace uso de un manómetro que es el indicador de presión de línea del circuito.

En este sistema la electroválvula direccional actúa en dos posiciones: la primera, cuando trabaja su centro tándem y dirige el fluido hacia el depósito de reserva “B” tornándose un bypass de desviación de fluido; la segunda cuando actúa su accionamiento “X” y el fluido es direccionado por la vía de trabajo “A” hacia la válvula reguladora de caudal y posteriormente hacia la válvula antiretorno que evitara que un contraflujo indeseado afecte el funcionamiento del sistema.

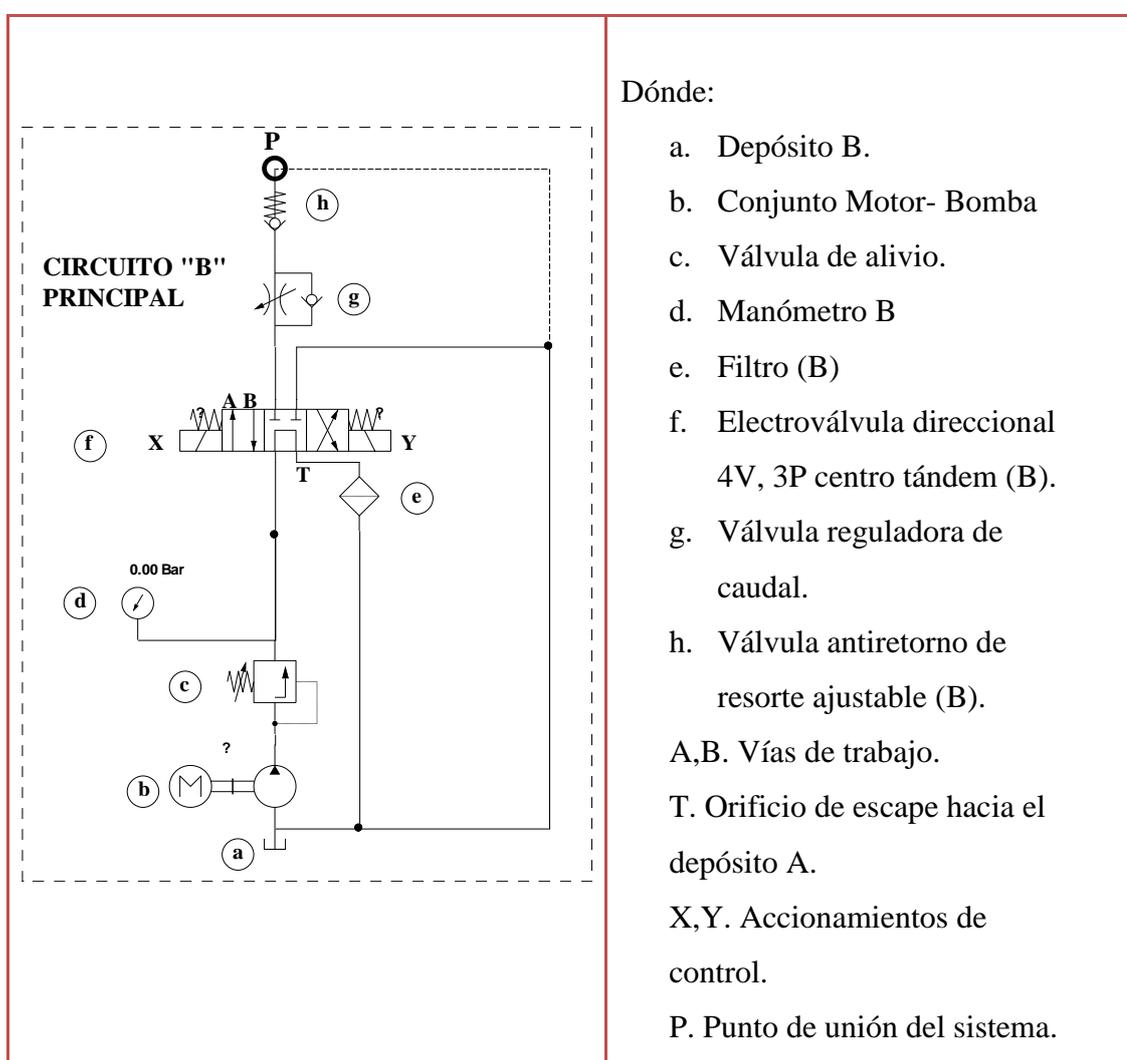


Figura 3. 22. Estructura Circuito “B” o principal.

Fuente: Autores.

- Sistema conjunto

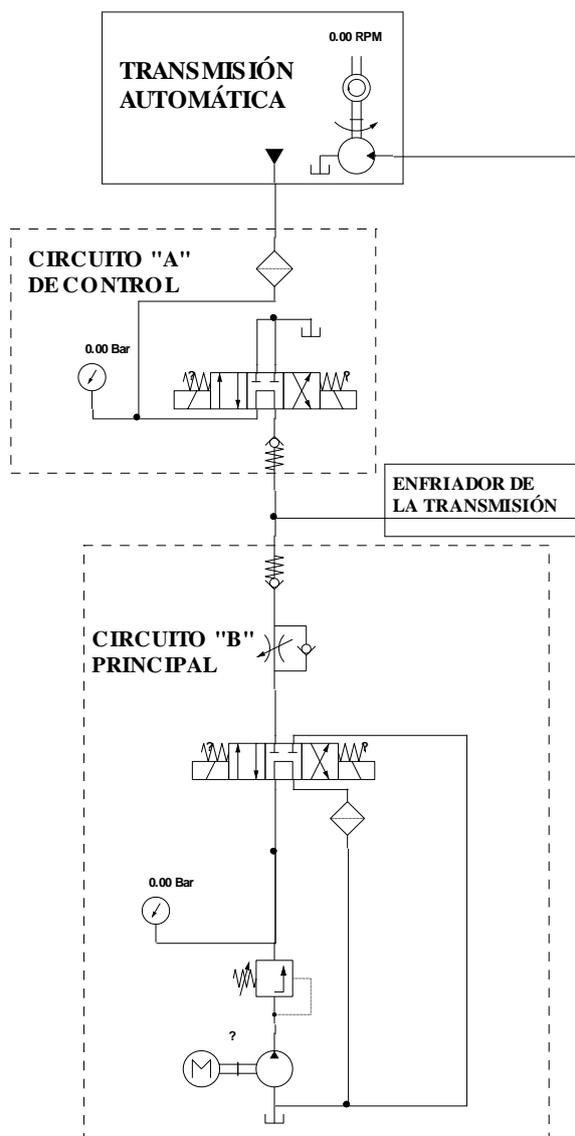


Figura 3. 23. Sistema conjunto – circuitos “A” y “B” cerrados y en reposo
Fuente: Autores.

Funcionamiento.

Una vez establecido el orden esquemático de los elementos del sistema se analiza su funcionamiento y parámetros mediante la simulación realizada con la ayuda del software Automation Studio.

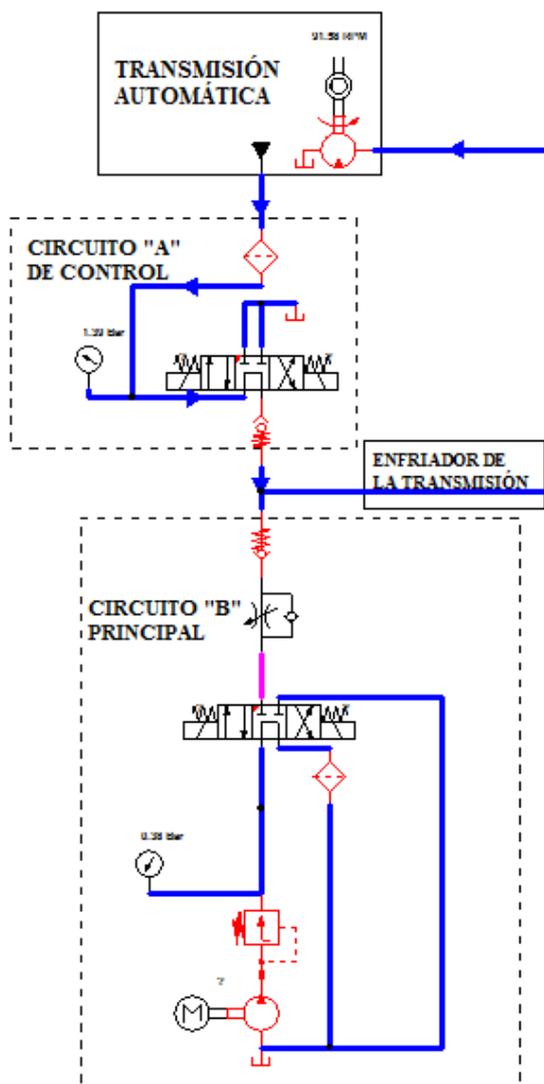


Figura 3. 24. Sistema conjunto – circuitos “A” y “B” cerrados y en recirculación.
Fuente: Autores.

Como se observa en la Figura 3.24 los circuitos A y B están actuando 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.

En este caso las válvulas de distribución que actúan en los circuitos A y B son de 4 vías, 3 posiciones, centro tándem y accionamiento electrónico; 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 3.24.

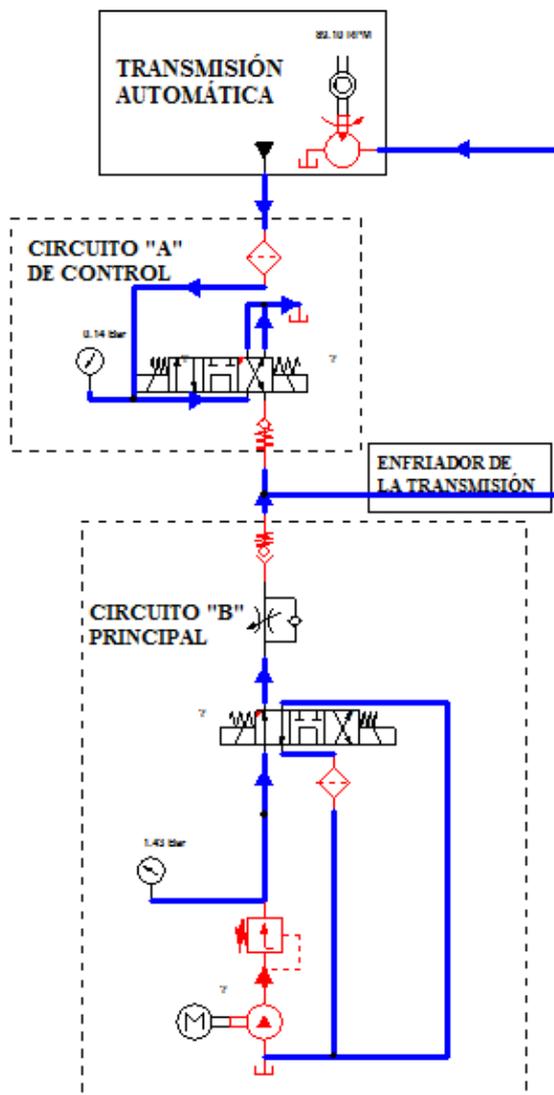


Figura 3. 25. Sistema conjunto – circuitos “A” y “B” acoplados y en recirculación
Fuente: Autores.

Así; 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.

Cabe mencionar que las líneas de presión de la simulación del sistema son de color azul ya que son de baja presión.

3.4. SELECCIÓN DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS.

Se encuentra conformado por varios componentes hidráulicos que interactúan entre sí cuya función es dar e impedir el paso del fluido por los conductos internos del sistema.

3.4.1. Bomba Hidráulica

Para seleccionar la bomba que se encuentre apta para las condiciones de nuestro proyecto hemos tomado los diferentes aspectos:

- El fluido a utilizar.
- La temperatura ambiente de trabajo.
- El envío del fluido al interior del sistema
- La succión del aceite hidráulico.
- La longitud y diámetro de las cañerías.
- Es servicio de descarga que realiza la bomba.
- La instalación de la bomba con los demás componentes.
- El tipo de potencia disponible para mover la bomba.
- Las limitaciones o espacios que se habrá de encontrarse.

Por seguridad y confiabilidad hemos seleccionado una bomba de engranajes, con dientes internos que se encuentran proyectados hacia afuera de sus centros estos se encuentran encerrados en una cámara sellada.

Al momento de su funcionamiento el aceite pasa por el orificio de entrada creando una depresión al separarse los dientes uno respecto al otro siendo el aceite transportado por los flancos hacia el orificio de salida (recuperado el 02 de diciembre del 2013, disponible en <http://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-de-las-bombas-de-engranajes-externos-e-internos-30434.htm>).

Este tipo de bomba nos brinda el caudal adecuado para mantener una fluidez del líquido hidráulico similar a la que genera una transmisión automática, los datos técnicos para su selección son caudal y presión; el caudal según los cálculos de la práctica experimental es de 2.4 RPM y la presión de referencia mínima es de 25 PSI y ha sido tomada en referencia a las tablas 2.8 y 2.9 (Bombas su selección y aplicación, 2010, p. 288).

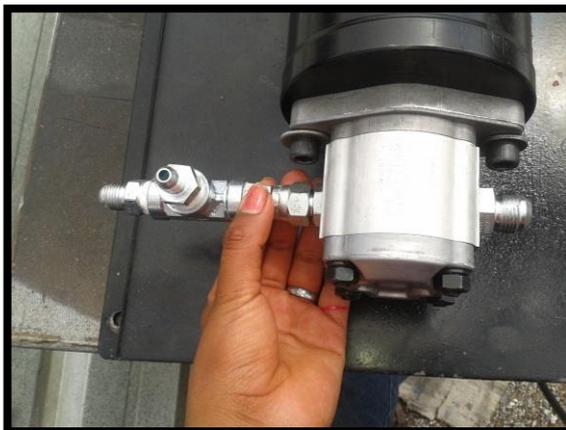


Figura 3. 26. Bomba Hidráulica de Engranajes
Fuente: Autores.

Tabla 3. 7. Características de la bomba hidráulica CB D2 F20 5.1

Características	Valores de trabajo
Presión de la bomba	1.61 Bar (23.4Psi)
Caudal	2.4 Gpm
Revoluciones de la bomba	1700 Rpm

Fuente: Neumac

Las características de la bomba hidráulica se las puede apreciar en el Anexo B4.

3.4.2. Motor eléctrico

Para seleccionar el tipo de motor eléctrico a utilizar tomamos en consideración las características de trabajo de la bomba hidráulica, siendo el motor con su giro quien mantendrá el caudal constante en el sistema al momento de realizar el cambio de fluido.

- Cálculo de la Potencia del Motor Eléctrico a utilizar.

$$H_p = \frac{P \times Q}{60 \times \eta} \quad \text{Ecuación 3. 7. Potencia de motor eléctrico.}$$

H_p = Potencia del Motor

P = Presión de trabajo de la bomba

Q = Caudal de la bomba

60 = Constante de conversión

η = Eficiencia de la bomba hidráulica

Datos:

$$Q = 2.4 \text{ gl/min} = 9.807 \text{ lts/min} = 0,009807 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$P = 50 \text{ bares} = 5000000 \text{ N/m}^2$$

$$\eta = 85 \%$$

$$H_p = \frac{P \times Q}{60 \times \eta}$$

$$H_p = \frac{5000000 \text{ N/m}^2 \times 0,009807 \text{ m}^3/\text{min}}{60 \times 0.85\%}$$

$$H_p = \frac{817,25 \text{ m}^2 * \text{kg/s}^3}{0.85\%}$$

$$H_p = 961.4705 \text{ Watts}$$

$$H_p = 1.3 \text{ Hp}$$

El motor eléctrico a utilizar es de tipo asíncrono o de inducción ya que al ser suministrada potencia eléctrica real va a ser transformada en potencia mecánica reflejada en la rotación de su eje.

Este motor tiene la característica de mantener una velocidad constante sin importar que se encuentren conectadas a potencia superiores (Stephen J. Champan, 2005, p. 224).

Se eligió un motor eléctrico de tipo trifásico al no permitir vibraciones en el instante de transformar la potencia eléctrica en mecánica brindando una mejor estabilidad en el instante de su funcionamiento y por los siguientes aspectos.

- Construcción simple,
- Su aspecto es robusto
- Posee la forma de una jaula de ardilla
- Trabaja en circunstancias adversas
- Brinda un excelente servicio
- Fácil mantenimiento

Al girar la bomba hidráulica a 1750 Rpm cuando se encuentra en funcionamiento, se eligió un motor eléctrico acorde a las características de funcionamiento de la bomba para evitar fallas futuras.

Tabla 3. 8. Características del motor eléctrico

Designación	Características
MODEL	F56 1.5S4C
FRAME	56
HZ	60
HP	1.5
DES	L
VOLT	115 / 230
RPM	1750
LBS	45
AMP	13.29 / 6.63
SF AMP	15.17 / 7.55
RATING	40°C AMB-CONT

Fuente: Neumac.

Las características técnicas del motor eléctrico se encuentran en el Anexo B5.

Para el correcto funcionamiento tanto de la bomba como del motor hidráulico se requiere ser unido por medio de un sistema llamado matrimonio el cual ayudara a unir ambos conjuntos para enviar el caudal adecuado al sistema.

El motor eléctrico seleccionado no es de potencia ni fuerza solo permite dar giro a las revoluciones requeridas para la unidad de cambio de fluido.



Figura 3. 27. Conjunto bomba, matrimonio y motor eléctrico
Fuente: Autores.

3.4.3. Válvula regulador de presión

También llamadas válvulas de seguridad, son elementos que permiten controlar interiormente una presión alta de fluido en una línea hidráulica liberando el líquido a otros conductos de circulación evitando una explosión en el circuito hidráulico. La presión de línea de nuestro circuito B puede llegar a los 30 Psi, si excediera esta presión la válvula reguladora de alivio a utilizar dará paso del líquido al depósito B por medio de una manguera hidráulica protegiendo al sistema de una sobrepresión.

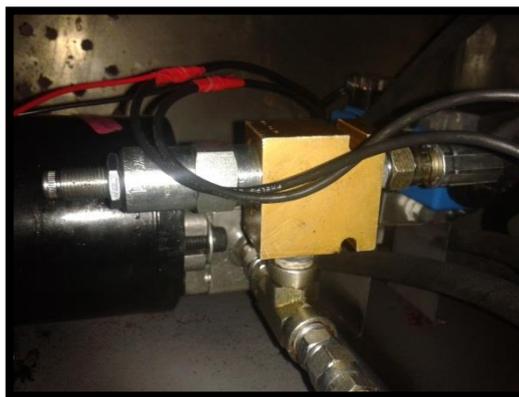


Figura 3. 28. Válvula reguladora de presión
Fuente: Autores

3.4.4. Válvula check

Este tipo de válvulas check o de retención permiten dirigir el fluido en una sola dirección cerrando el paso automáticamente para prevenir que el flujo vaya en dirección opuesta, esto implica que si se realiza un paro o se detiene el sistema para un mantenimiento no existe regreso contrario del líquido (recuperado el 03 de Enero del 2014, disponible en http://www.valvulasymedidores.com/valvulas_check.html).

Para nuestra unidad hemos escogido una válvula check RVM10-7N, la presión de línea del circuito B que proviene de la caja automática puede llegar hasta 50 Psi dependiendo el tipo de transmisión automática esta presión de línea pasara por la válvula check la cual trabaja a 7 Psi permitiendo el paso circulante del fluido. La diferencia que esta válvula posee interiormente un resorte para calibrar sus diferentes presiones de trabajo si fuera necesario aumentarlas.



Figura 3. 29. Válvula de retención RVM10-7N
Fuente: Autores

Tabla 3. 9. Características de la válvula de retención RVM10-7N

Designación	Características
RVM	Modelo
10	Conexión 3/8"
7	Ajuste del Resorte (7-30-60 Psi)
N	Rosca
Longitud	69.0 mm / 2.71 plg
X	27 mm / 1.06 plg
Diámetro del Puerto	3/8"
Peso	0.4 Kg / 0.88 lbs
Material	Acero al Carbono, Zincado Bicromado

Fuente: Accesorios hidráulicos STAUFF, (2013).

Las características de la válvula de retención RVM10-7N se encuentran justificadas en el catálogo técnico de accesorios hidráulicos STAUFF, 2013 Anexo B6.

Para el circuito A utilizamos otra válvula de retención RV 12-7-N, con la diferencia que esta no posee interiormente un resorte de calibración de presión ya que posee una presión operacional de trabajo fija de 7 Psi la cual permite el paso del hidráulico. Esta válvula check puede trabajar hasta una presión de 1000 Psi sin ninguna problema. Al ser de diferentes características estas dos válvulas check cumplen la misma función y se encuentran en los rangos de presión de trabajo que genera la unidad de cambio de fluido.

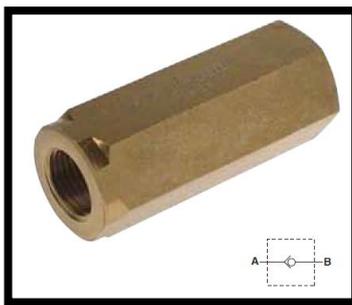


Figura 3. 30. Válvula de retención RV 12-7-N

Fuente: Autores.

Al utilizar estas dos válvulas de retención una por cada circuito (A y B) no permitirá que ingrese el fluido de un circuito al otro al ser colocados donde se unen estos circuitos hidráulicos.

Tabla 3. 10. Características de la válvula de retención RV-12-7-N.

Designación	Características
RV	Modelo
10	Conexión 1/2"
7	Ajuste del Resorte
N	Rosca
Longitud	73 mm / 2.87 plg
Puerto G	½ " NPT ¾" – 16
Diámetro	35 mm 1.38 plg.
Peso	0.7 Kg / 1.54 lbs
Material	Acero al Carbono, ZincadoBicromado
Presión Operacional	7PSI (0.5 bar)
Asiento	Metal – Metal
Resorte para Reposición	RVM-10-30- Resorte 30 PSI

Fuente: Accesorios hidráulicos STAUFF, (2013).

Las características de la válvula de retención RV-12-7-N se encuentran justificadas en el catálogo de accesorios hidráulicos STAUFF,2013 Anexo B7.

3.4.5. Manómetros

Los manómetros son instrumentos que nos ayudan a medir la presión de un fluido circulante que se encuentran en circuitos cerrados tomando como referencia la presión atmosférica.

Los manómetros a utilizar poseen glicerina ya que dará estabilidad a la aguja indicadora.

Para controlar la presión de trabajo de la unidad seleccionamos dos manómetros del mismo rango de medición de presión. Para el circuito principal o circuito bomba (B) utilizamos un manómetro de 200 Psi por la presión de línea que se genera el fluido al salir de la bomba hasta la activación de las electroválvulas. En el circuito de control transmisión (A) colocamos otro de 200 Psi por la presión de línea que proviene de la transmisión, este manómetro dará a conocer la presión de trabajo de la caja automática.



Figura 3. 31. Manómetros
Fuente: Autores

3.4.6. Electroválvulas direccionales

Las electroválvulas direccionales son elementos que controlan la circulación del fluido a través del conducto circulante, estas son controladas eléctricamente por solenoides que transforman la energía eléctrica en mecánica para dar movimiento a las barras de selección permitiendo la apertura o cierre de las diferentes posiciones para direccionar el paso del fluido (Recuperado el 05 de Marzo del 2014, disponible en <http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>). Para nuestro sistema seleccionamos dos electroválvulas de cuatro vías tres posiciones con centro tándem accionado por bobinas.

Estas bobinas ayudarán a controlar el paso de líquido hidráulico con la ayuda de una sub-placa por los diferentes componentes del sistema ya que estos dos componentes forman un solo conjunto para enviar el fluido a diferentes líneas hidráulicas.



Figura 3. 32. Electroválvula
Fuente: Autores



Figura 3. 33. Sub-placa de la electroválvula
Fuente: Autores

Tabla 3. 11. Características de la Electroválvula

Denominación	Características
FTZ-DG4V-3-8C-MU-A	Código
Presión Nominal	P, A & B 315 Bar (4567 psi)
Presión	T 100 Bar (1450 psi)
# Vías	4 Vías
# Posición	3 Posiciones
# solenoides	2 Solenoides
Voltaje de trabajo	110 V
Posición	Tipo Tándem

Fuente: Autores

3.4.7. Válvula de control de flujo.

Nos permiten variar el caudal fijo independientemente de la presión, este variador nos ayuda a equilibrar el paso del fluido que recibe de la bomba a diferente caudal de tal manera que no falte ni exista un exceso de líquido, a su vez actúa como un mecanismo de seguridad.

El sistema hidráulico de la unidad de cambio de fluido posee un variador de caudal que trabaja hasta $9 \frac{\text{gal.}}{\text{min.}}$, el circuito hidráulico de la unidad trabaja a un caudal de $2.4 \frac{\text{gal.}}{\text{min.}}$ por lo que se calibro al caudal de trabajo de operación.



Figura 3. 34. Variador de caudal
Fuente: Autores

Al ser una unidad que trabajara con distintas marcas de vehículos con caja automática, pueden variar su caudal por tal razón se puede calibrar al caudal adecuado de funcionamiento de la transmisión.

Tabla 3. 12. Características del variador de caudal DRV-12-6.

Denominación	Características
DN	12 mm 0.47 plg
Puerto G	½ NPT ¾-16
Ajuste de resorte estándar	7 Psi
Rango de temperatura	-10°C hasta 100°C
Presión Operacional	Hasta 5000 Psi
Rosca	NPT o SAE
Peso	0.80 Kg

Fuente: Accesorios hidráulicos STAUFF, (2013).

Las características del variador de caudal DRV-12-6 se encuentran justificadas en el catálogo de accesorios hidráulicos STAUFF, 2013 Anexo B8.

3.4.8. Depósito hidráulico

Los depósitos hidráulicos son elementos que ayudan almacenar fluido a través del sistema, por lo general son herméticos los cuales no permiten el ingreso de agentes impuros o suciedad al reservorio a su vez realizando las siguientes funciones:

- Contener o suministrar el fluido hidráulico
- Limpiar de cualquier acumulación de aire en el ciclo operacional
- Enfriar o retirar el calor del fluido
- Evitar la sedimentación
- Separar el agua del fluido hidráulico

Para seleccionar las medidas correctas tomamos en consideración que el depósito donde se encuentra el fluido hidráulico limpio deberá estar con un nivel de 2 galones y medio como parámetro inicial por el filtro de succión que se encuentra en el interior del reservorio.

- **Cálculo del volumen del depósito del aceite hidráulico**

$$v = l * a * al$$

Ecuación 3. 8. Volumen.

v = Volumen

l = largo

a = ancho

al = alto

Datos:

$$v = ?$$

$$l = 27.4 \text{ cm}$$

$$a = 37.4 \text{ cm}$$

$$al = 20 \text{ cm}$$

$$v = l * a * al$$

$$v = (27.4 \text{ cm}) * (37.4 \text{ cm}) * (20 \text{ cm})$$

$$v = 20495.2 \text{ cm}^3$$

$$v = 20.4 \text{ lts} = 5.2 \text{ Gal}$$



Figura 3. 35. Depósito hidráulico

Fuente: Autores.

El depósito posee la capacidad de almacenar 5.2 galones por necesitar 2.5 galones de fluido base para su funcionamiento como se encuentra justificada en la sección 3.6.5, y lo restante para el cambio de fluido a realizar en cajas automáticas.

3.4.9. Filtro de aceite

En el instante de la recirculación del fluido por el sistema conlleva partículas pequeñas que pueden dañar componentes internos por lo que es necesario un elemento que nos permita retener impurezas o partículas de suciedad que se encuentran en el sistema. Con los filtros de aceite al poner en funcionamiento la unidad se realizara un proceso de filtración mejorando la calidad del fluido hidráulico se utilizó este filtro por trabajar a presiones que se encuentra en el rango de operación de la unidad de cambio de fluido, con las siguientes características.

- El material filtrante es de 3 micrones
- Su presión de trabajo llega a 6.9 bar 106 Psi
- Su temperatura de trabajo llega hasta 120°C
- Trabaja bajo la norma ISO 16889
- BETA 3 > 200



Figura 3. 36. Filtro de aceite

Fuente: Neumac

3.4.10. Filtro de succión de aceite

Son filtros que protegen a la bomba hidráulica de suciedad o impurezas al momento que realiza la succión del fluido que se encuentra en el depósito de almacenamiento. El propósito de utilizar este filtro es prolongar la vida útil del sistema hidráulico evitando la acumulación de suciedad dentro de estrechos canales u holguras; se utilizó este filtro por su by-pass que trabaja a una presión de 3 PSI y por las siguientes características.

- Apto para aceites minerales
- De fácil succión de aceite
- Material filtrante de 60, 125° 250 micrones
- Malla de acero inoxidable
- Temperatura de trabajo 120 °C
- Válvula de derivación, presión de apertura 0,2 bar.

Las características técnicas del filtro de succión de aceite se las puede apreciar en el catálogo de accesorios hidráulicos STAUFF 2013 Anexo B9.



Figura 3. 37. Filtro de succión de aceite
Fuente: Accesorios hidráulicos STAUFF, (2013).

3.4.11. Desairador.

Al ser un tanque no presurizado posee un desairador o respiradero el cual permite que el aire entre y salga libremente para que no exista sobrepresión en el depósito ya que la presión atmosférica que existe sobre el fluido permite circular del tanque al sistema.

3.4.12. Visor de nivel

Al colocar aceite dentro del depósito es necesario un instrumento que nos permita observar visualmente la cantidad del fluido dentro del depósito así como niveles máximos y mínimos por tal razón se colocó un visor de fluido SNA a utilizar dentro del sistema de las siguientes características.

- Rango de temperatura -30°C hasta 80°C
- Presión de tanque: max. 1 bar
- Torque de ajuste recomendado: 8 Nm
- Carcasa: St 12 (tratado con epoxi negra)
- Conectores, tubo visor

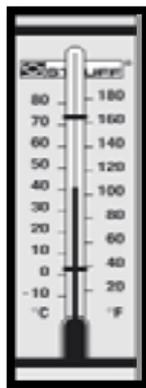


Figura 3. 38. Visor de nivel

Fuente: Accesorios hidráulicos STAUFF, (2013).

3.4.13. Llave de alivio

En el instante que se desea vaciar el depósito o mantener el fluido dentro de este para realizar un mantenimiento o inspección se utilizan llaves de alivio permitiendo salir o retener el líquido interno hacia el exterior de forma manual.

En la unidad se encuentran a la salida del depósito A y B, siendo colocadas en la parte baja de los dos depósitos por lo que permite retirar el fluido.



Figura 3. 39. Llave de alivio

Fuente: Autores

3.4.14. Mangueras hidráulicas

Las mangueras hidráulicas son las que nos ayudan a transportar líquido de un lugar a otro absorbiendo ruidos, calores del fluido, presiones y amortiguando vibraciones por lo que son reforzados con tubo o tela de acero recubiertas con caucho por encontrarse en el mercado seleccionamos la marca Hypress.

Para seleccionar el tipo de manguera tomamos las siguientes condiciones:

- El tamaño o diámetro, el cual va a ser de 1/4" y 3/8".
- La temperatura, soportara una temperatura de trabajo de 80°C.
- El uso a realizar, la unidad va a fluir aceite mineral.
- La presión de trabajo, se encuentra en un rango de 20 Psi a 100 Psi.
- La entrega, la unidad trabaja con un caudal de 2.4 Gal/min.
- La distancia de uso, dependerá de la ubicación de los elementos hidráulicos a unir.
- El tipo de acople, se acoplara a adaptadores y acoples permanentes de tipo NPT que trabajan de manera correcta con mangueras hidráulicas.

part number	ID		size	OD	Max WP		Min BP		Min BR		Weight (approx)		Ferrule code
	in	mm			bar	psi	bar	psi	mm	inch	Kg/m	lb/ft	
TFA0011104	1/4"	6,4	04	13,4	225	3263	900	13050	100	3,937	0,226	0,152	0022-04
TFA0011106	3/8"	9,5	06	17,4	180	2610	720	10440	125	4,921	0,335	0,225	0022-06
TFA0011108	1/2"	12,7	08	20,6	160	2320	640	9280	180	7,087	0,415	0,279	0022-08
TFA0011112	3/4"	19,0	12	27,7	105	1523	420	6090	240	9,449	0,638	0,429	0022-12

Figura 3. 40. Tabla de las características de la manguera Hypress
Fuente: Hypress Easy flex Pdf, (2013).

Las características de la manguera Hypressse encuentran especificadas en el manual Hypress Easy flex Anexo B10.

3.4.15. Adaptadores

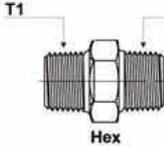
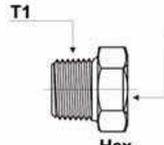
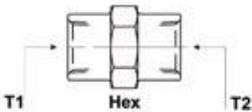
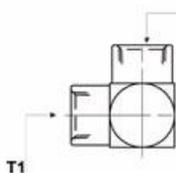
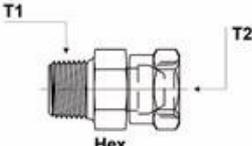
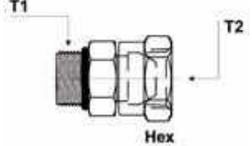
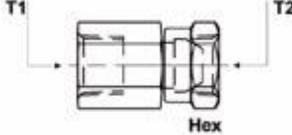
Son diseñados para cumplir la función de unir, conectar y prolongar líneas de fluido para llevar el líquido interno hacia el sitio adecuado de trabajo. Estos acoples son NPT (National Pipe Thread) de norma americana ya que poseen un tipo de rosca compatible evitando fugas y desprendimiento en el sistema hidráulico.

Estos adaptadores se pueden adaptar fácilmente a otras marcas que posean la misma línea de rosca para ser unidas o soldadas para unir tomas de entrada o salida de conductos. Para la unión de los elementos hidráulicos en el sistema se utilizó los siguientes adaptadores.

Se utilizó este tipo de adaptadores por ser aptos para trabajar con fluidos hidráulicos.

La tabla 3.14 Adaptadores NPT se encuentra detallada el manual POBERAJ en el Anexo B11.

Tabla 3. 13. Adaptadores NPT

Nominación	Diseño
Adaptador Niple Macho NPT	
Adaptador Bushing NPT	
Adaptador Unión Hembra NPT	
Adaptador Hembra NPT Codo a 90°	
Adaptador Macho NPT Hembra Giratoria	
Adaptador Macho SAE Hembra Giratoria	
Adaptador Hembra NPT Hembra Giratoria	
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	

Fuente: <http://www.covalcagroup.com/oldsite/catalogo.php?id=161&cat=8>

3.4.16. Acoples permanentes

Son realizados por medio de un equipo de estampado o acople para unir a la manguera, pre armado por medio de una férula conectada a un vástago este acople hidráulico se encuentra con formado por:

- Un extremo que va sujeto a la manguera
- Un extremo roscado

Cada extremo de la manguera dependerá del diámetro para ser ensamblado al acople permanente para permitir la unión con varios elementos a conectarse y dar paso a la circulación del fluido, la sección 3.4.16 se encuentra justificada en el anexo B.12.



Figura 3. 41. Acoples permanentes
Fuente: Autores



Figura 3. 42. Ensamble de acoples permanentes
Fuente: Autores

3.5. CONTROL ELECTRÓNICO Y MANUAL DE LA UNIDAD.

Es un conjunto de componentes y elementos que interactúan entre sí para facilitar el trabajo del operador al momento de manipular la unidad de cambio de fluido hidráulico permitiendo controlar y automatizar sus funciones. Está constituido por el circuito de control manual, electrónico y una interfaz de comunicación Humano-Máquina HMI.

3.5.1. Circuito de control electrónico de la UCF.

Es una placa electrónica que nos permite controlar las funciones de encendido-apagado del motor eléctrico, tiempo de recirculación y cambio, conmutación de electroválvulas y señal del sensor de nivel. Está constituido básicamente por U= Circuitos integrados, R= Resistencias, C= Capacitores, D= Diodos, BR= Puente de diodos, J= Contactos o conectores, RL= Relés y led's.

Descripción:

- U1 (Microcontrolador atmega8, 5V); interviene en el rendimiento del proceso es susceptible de programación, posee los pines de entrada y salida necesarios y posee inmunidad al ruido.
- Resistencia R1; es utilizada para el reset del microcontrolador dado el valor por el fabricante.
- Capacitores C1, C2, C6, C7; su función es desacoplar la fuente de voltaje dc(eliminar ruido en VCC).

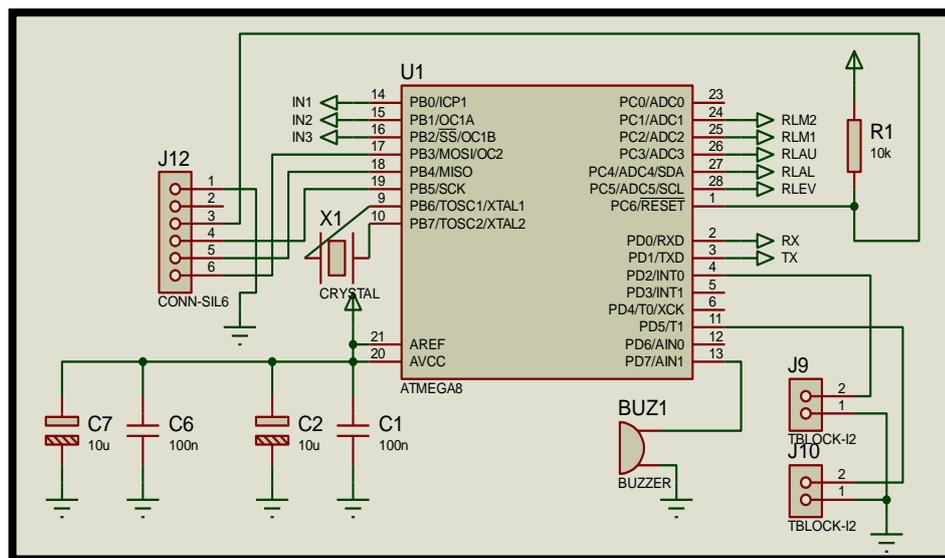


Figura 3. 43.Diagrama de control del microcontrolador.

Fuente: Autores.

Salidas a relé:

- R2 limita la corriente de base del transistor
- Q1 el cual actúa en corte y saturación para activar la bobina de control a 12V del relé RL1.
- D1 protege al transistor de la corriente inversa generada por la bobina de RL1.

- R3 limita la corriente del diodo led D2 que es utilizado para la visualización del relé.

Eso ocurre con RL2, RL3, RL4 y RL5,

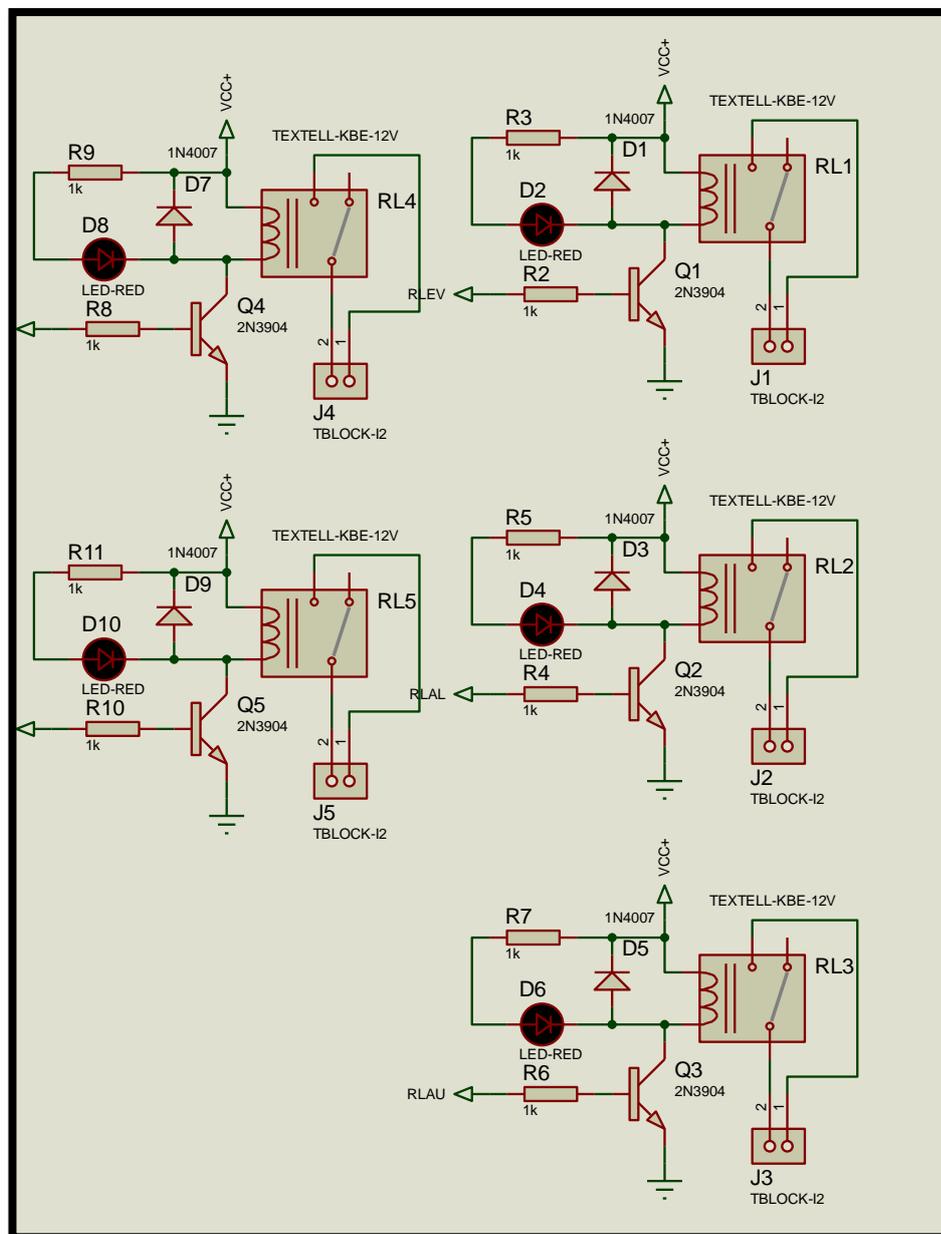


Figura 3. 44. Diagramas de conexión de relés.

Fuente: Autores.

- J6, D14, R12, D11, C3, U2; Comprende una entrada de corriente alterna y salida TTL (5vdc), D14 rectifica la onda de entrada, R12 limita la corriente a circular por el led, D11 protege al led interno del optotransistor de voltaje inverso, C3 filtra para tener un voltaje constante alimentando al led del opto acoplador.

Lo mismo ocurre con las otras entradas de 110vac J7, J8.

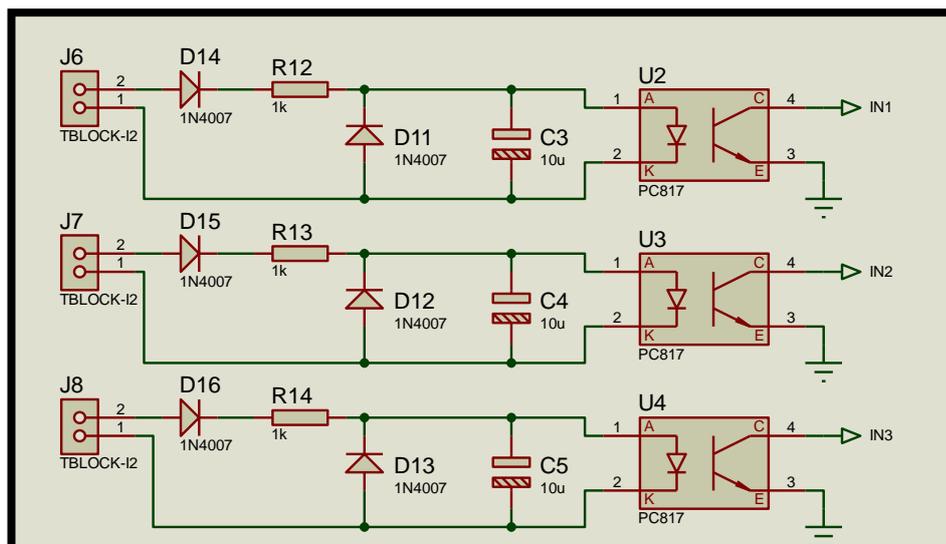


Figura 3. 45. Diagrama de entradas de AC.

Fuente: Autores.

- El conector J13 es la entrada de corriente.
- BR1 protege el cambio de polaridad de corriente para proteger el regulador U5 de 5V.
- El conector J11 es la conexión de la placa de control con el HMI (interface maquina hombre); es decir es la conexión al visualizador, el cual está previamente programado por el fabricante.

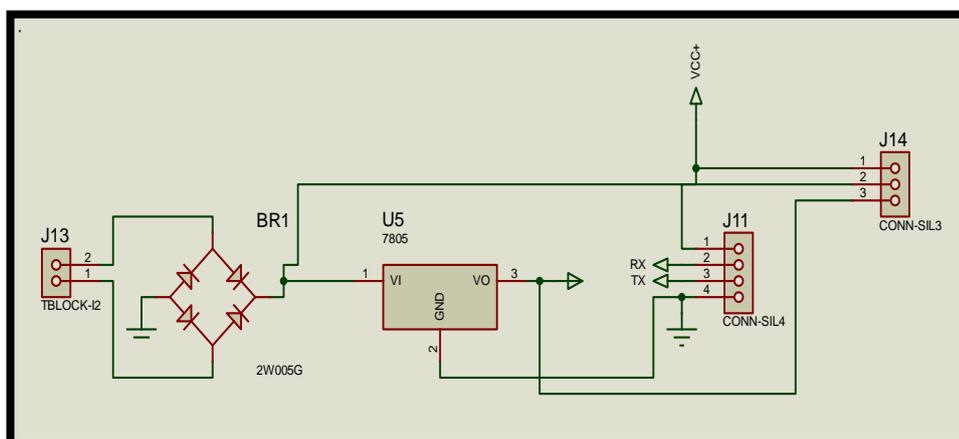


Figura 3. 46. Diagrama de conexión placa – HMI.

Fuente: Autores.

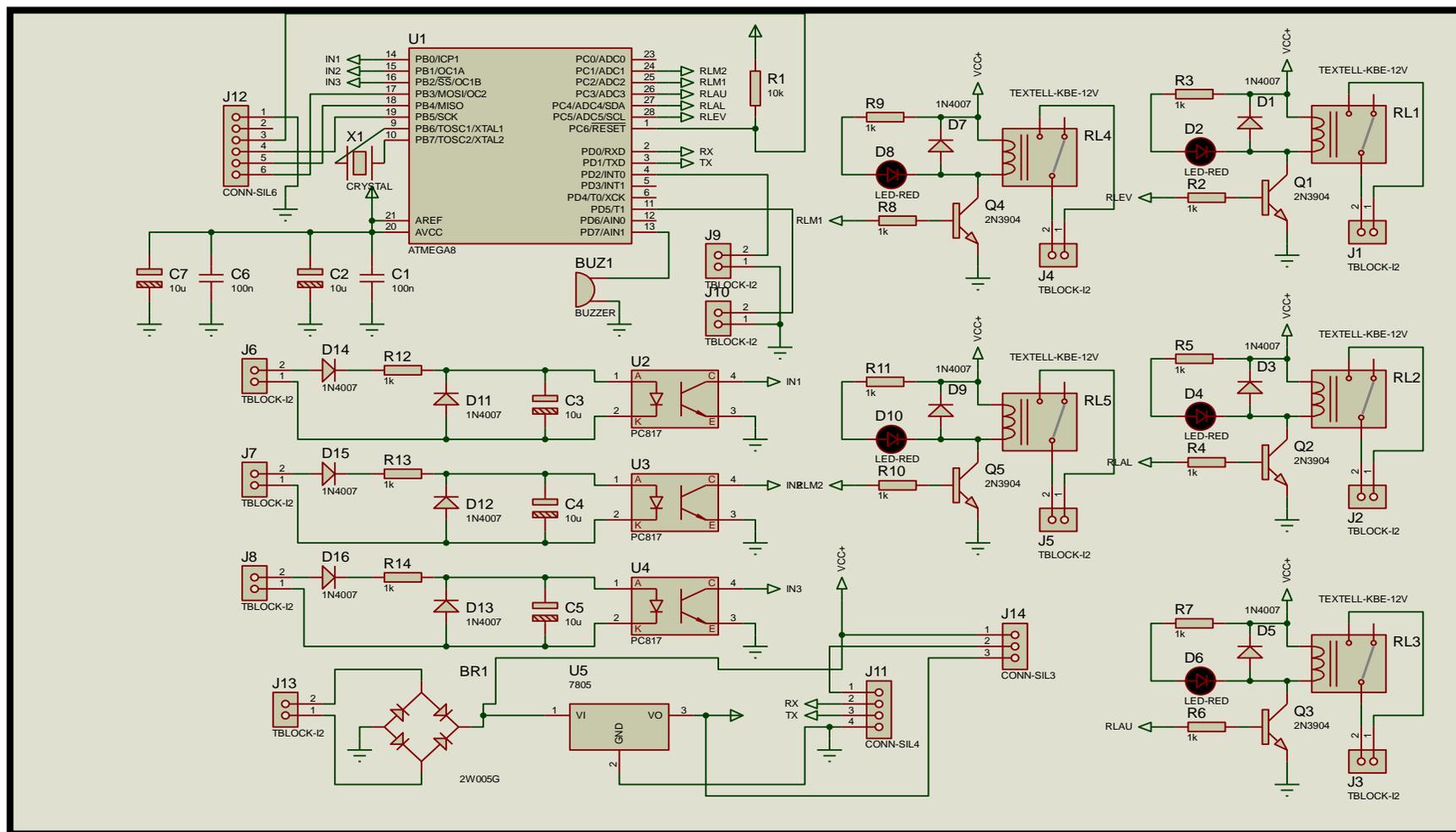
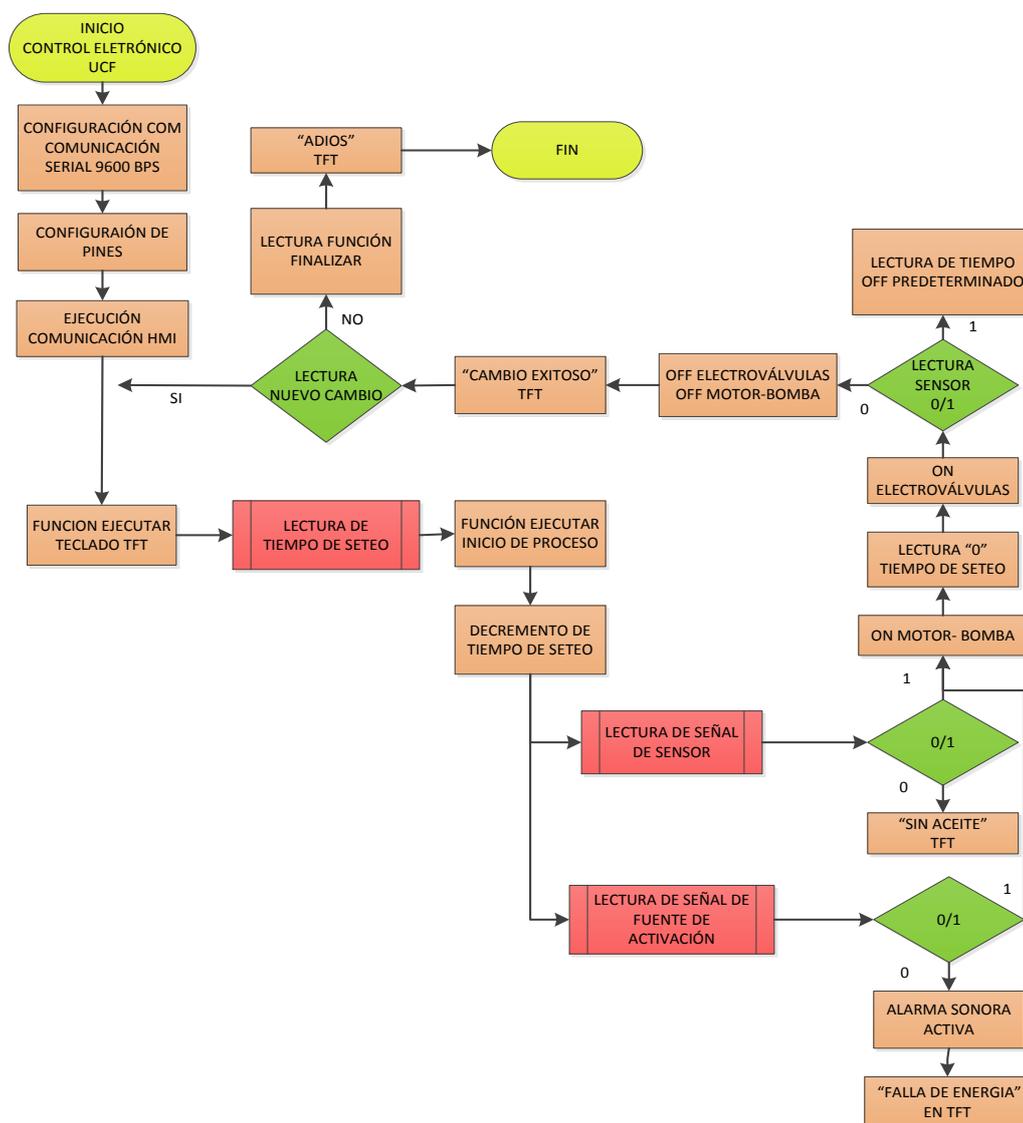


Figura 3. 47. Diagrama de control electrónico.

Fuente: Autores.

La placa de control por medio de la programación en lenguaje basic cumple el siguiente diagrama de proceso.



3.5.2. Circuito de operación manual de la UCF.

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. Los elementos que los constituyen son: 1 Relé de control de bobina a 12V DC, 3 Relés de control de bobina a 110V AC, Transistor NPN 3904, Resistencia 1K, Resistencia 5.6K, Diodo led, Interruptor de palanca de 2 posiciones, 3 contactos NA, 3 interruptores NA.

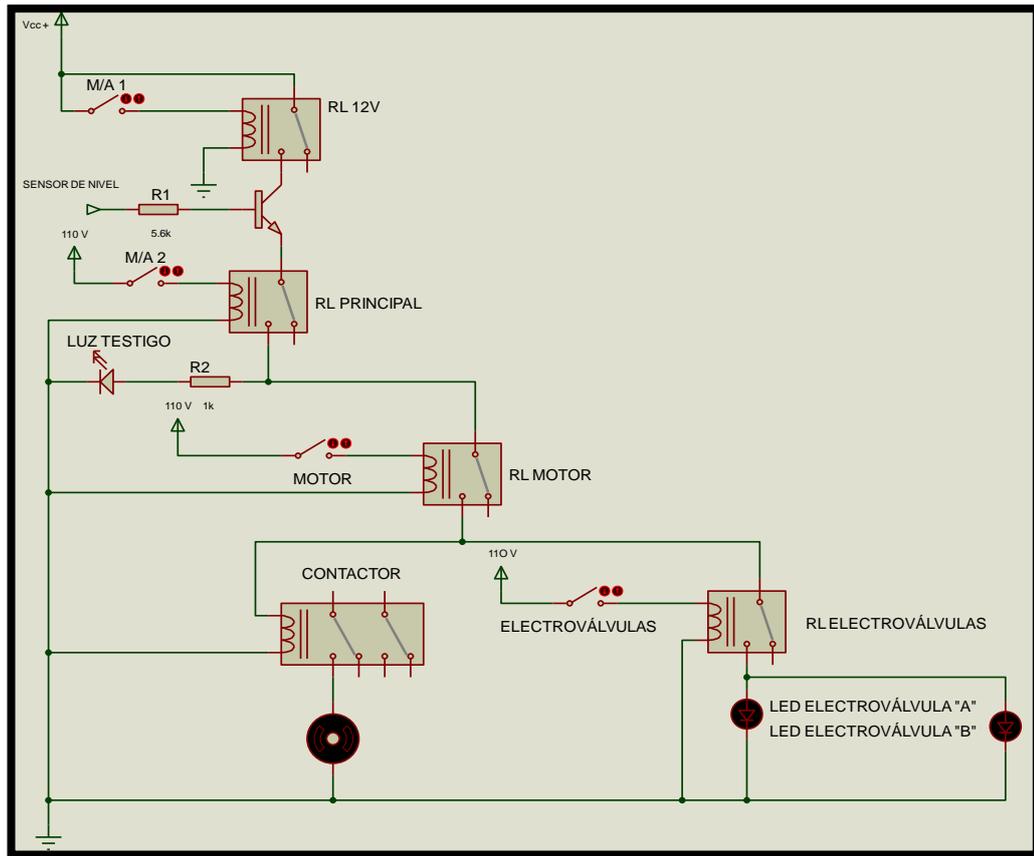
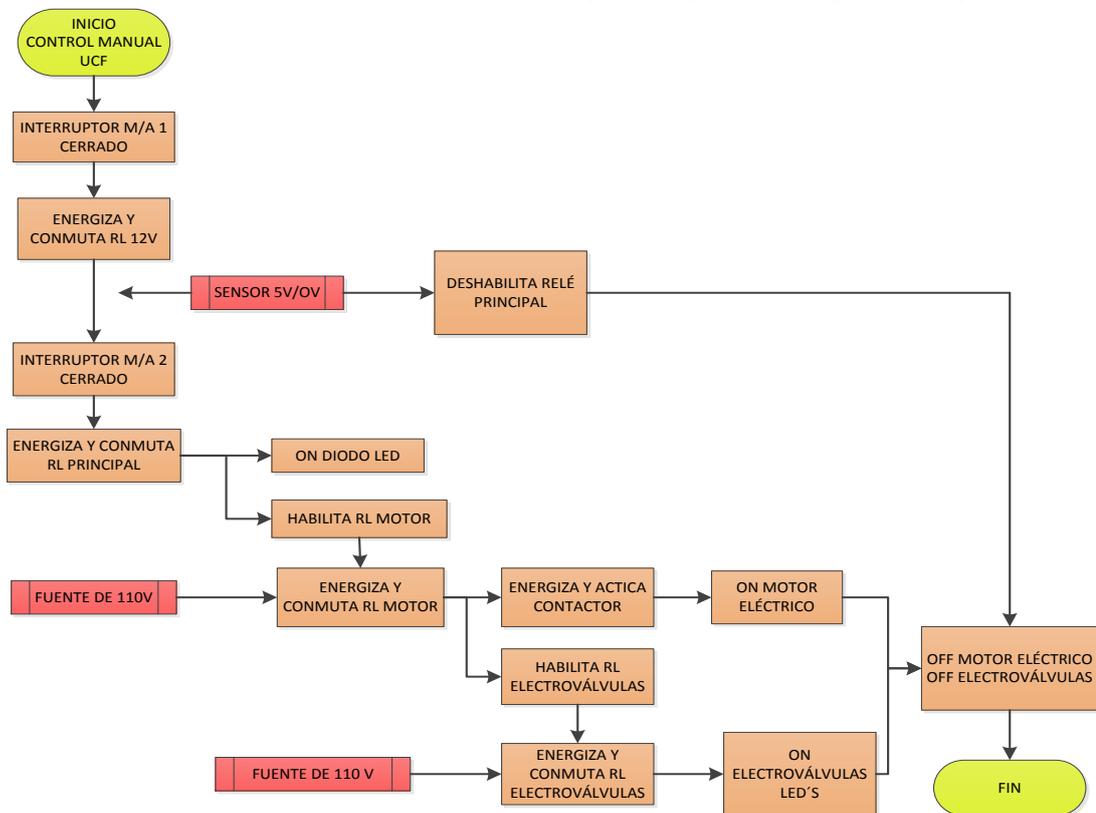


Figura 3. 48. Diagrama de control manual.

Fuente: Autores.

El control manual en funcionamiento cumple el siguiente diagrama de proceso.



3.5.3. Interfaz de comunicación HMI.

Pantalla Táctil TFT (Thin Film Transistor)

Es una pantalla visual y táctil que permite una rápida operación de trabajo con funciones gráficas a realizar ya que interactúa con circuitos integrados programables. La pantalla posee iluminación Led trabajando con un voltaje de 5 V y con un rango de operación inicial (0,0) a (479,271) donde interactúa el texto y gráficos a tiempo real.

Trabaja conjuntamente con un circuito integrado y una memoria que posee la información de lenguaje de programación con puertos externos de salida. Se eligió esta pantalla por ser muy común en el mercado y su rápida comunicación que posee al conectarse por medio de un cable USB a la computadora para subir en información de trabajo.



Figura 3. 49. Pantalla Táctil TFT
Fuente: Autores.

3.6. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS.

3.6.1. Placa eléctrica de control

La placa eléctrica de la unidad está conformada por elementos de entrada y salida de información siendo controladas por medio de un micro controlador que posee la programación del trabajo de la unidad, cada elemento electrónico de la placa de control interactúa entre sí enviando la información de trabajo a los actuadores que se encuentran conectados a las borneras por medio de cables eléctricos.

La información de entrada se realizara por medio de las botoneras y la pantalla táctil.

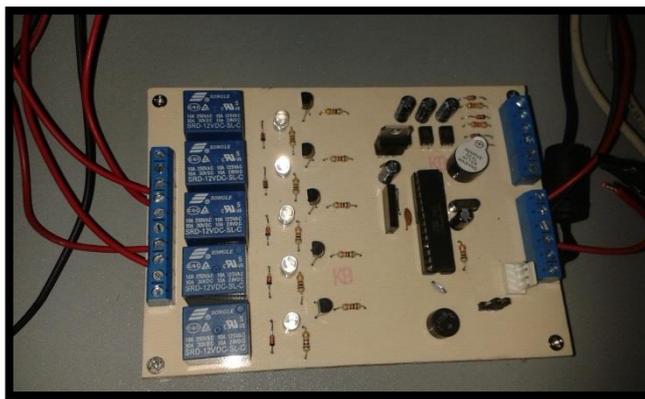


Figura 3. 50. Placa de control

Fuente: Autores

Para la construcción de la placa eléctrica se realizó un diseño eléctrico en el software ISIS PROTEUS utilizando y adaptando elementos para el correcto funcionamiento de la placa.

a. Resistores o resistencias

Son elementos constituidos por materiales aislantes cuya función es impedir el paso de la corriente eléctrica según su denominación, para nuestra placa eléctrica hemos seleccionado las siguientes resistencias.

Tabla 3. 14. Resistencias utilizadas

Cantidad	Valor	Código
1	10k	M10K
5	1k	M10K
5	1k	M1K
3	1k	72-0799

Fuente: Autores

El código o denominación de las resistencias se emplea el sistema RKM sustituyendo comas y puntos R (unidad) K (kilo) M (mega).

b. Capacitor o condensador

Son elementos pasivos encargados de almacenar carga eléctrica cuando se conecta a una fuente eléctrica por medio de dos láminas como conductores separados por un material aislante para posteriormente ser liberada la carga eléctrica en el instante que se requiera sin variación de voltaje.

Para el funcionamiento nuestra placa eléctrica seleccionamos los siguientes capacitores:

Tabla 3. 15. Capacitores utilizados en la placa

Cantidad	Valor	Código
2	Valor	M10K
5	100n	M10K

Fuente: Autores

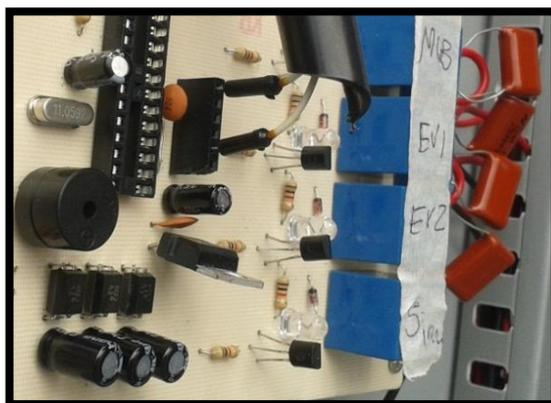


Figura 3. 51. Capacitores
Fuente: Investigadores

c. Circuitos integrados

Es un pequeño computador integrado en un chip como un circuito impreso conformado por varios dispositivos electrónicos interconectados entre sí, al poseer partes funcionales de un computador podemos trabajar con sus memorias para grabar programas a realizar.

Para la realización de nuestra placa eléctrica seleccionamos los siguientes circuitos integrados:

- El circuito integrado ATMEGA8 tiene la ventaja de optimizar el consumo de energía con la velocidad de procesamiento en el instante de ejecución de la información grabada en el integrado.



Figura 3. 52. Circuito integrado ATMEGA 8
Fuente: Autores.

Las características técnicas del circuito integrado ATMEGA 8 se especificadas en el Anexo B13.

- Circuito integrado PC817 posee un canal de salida para enviar la información del diagrama electrónico.



Figura 3. 53. Circuito integrado PC817
Fuente: Autores

La figura 3.49 se encuentra justificada en el anexo B.14.

- El circuito integrado 7805 es un regulador de tensión positiva como protección térmica y de corriente si existiera un cortocircuito para no sobrepasar la capacidad del circuito integrado.

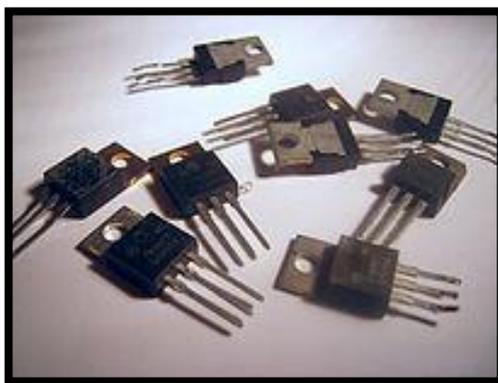


Figura 3. 54. Circuito integrado 7805
Fuente: Autores.

d. Transistores

Son semiconductores que controlan y envían señales eléctricas de salida a partir de una pequeña señal de entrada, para nuestra placa eléctrica se utilizó transistores NPN 2N3904 por ser muy común en el mercado. El colector del transistor es quien permite la entrada de carga eléctrica para que el emisor proporcione esta carga y la base quien la controle.

Debemos tener en consideración la polarización que se realizara al conectar en el circuito eléctrico ya que es distinto al transistor PNP.



Figura 3. 55. Transistor NPN

Fuente: Autores

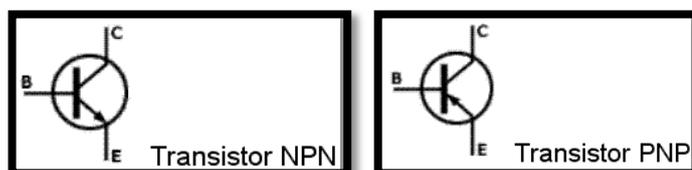


Figura 3. 56. Polaridad del transistor NPN

Fuente: Autores

e. Diodos

Son elementos semiconductores que permiten el paso de la corriente eléctrica en un solo sentido tomando en consideración la polarización al momento de la conexión ya que la corriente fluye del ánodo al cátodo en forma directa en caso se coloque en forma inversa el diodo trabajara como un circuito abierto.

Para nuestro circuito eléctrico hemos elegido diodos 1N4007.



Figura 3. 57. Diodo 1N4007

Fuente: Autores

f. Relés

Es un componente que ayuda a cerrar o abrir circuitos independientes, controlando potencias de mayor salida que el de entrada por medio de un electroimán.

Estos relés nos permitirán abrir o cerrar el paso de corriente para la activación del motor eléctrico, contactor, electroválvulas y los cortes de energía eléctrica.

Para nuestra placa eléctrica ocupamos cinco relés del tipo DRD-12VDC-SL-C por su fácil adquisición.



Figura 3. 58. Relé SRD

Fuente: Autores

3.6.2. Breaker

Es un elemento que interrumpe o da paso corriente en un circuito eléctrico, si la unidad se encuentra en funcionamiento y se produzca un alto de corriente superior al valor del breaker este impedirá la sobrecarga protegiendo al circuito y elementos eléctricos. Para la protección y de nuestro sistema eléctrico como electrónico hemos elegido los siguientes breakers.

- Un Breaker de 50 Amperios para el motor eléctrico.
- Tres Breaker de 16 Amperios para los demás accesorios.

3.6.3. Contactor

Es un elemento de mando que permite el paso de la corriente eléctrica en el instante que se cierran sus contactos ayudando a controlar, soportar e interrumpir la corriente eléctrica según la capacidad del contactor y conexión en la que se encuentre. Para controlar el pico de corriente que genera nuestro motor eléctrico al instante de prenderse se utilizó un contactor de 60 FLA-75 AMPS RESISTIVE/POLE.

Tabla 3. 16. Capacidad del contactor

Voltaje	Amperaje del rotor	Hp	Kw
115	360	5	3.7
230	360	10	7.5

Fuente: Autores

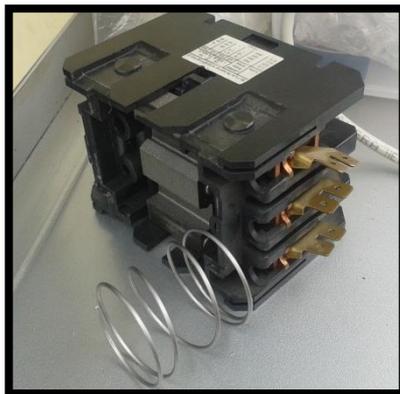


Figura 3. 59. Contactor
Fuente: Autores

3.6.4. UPS (Uninterruptible Power System)

Es una fuente de alimentación eléctrica que posee una batería para suministrar energía a varios dispositivos eléctricos si existiera un corte de luz llamados Sistema de Alimentación Ininterrumpida.

Este elemento ayudara a permanecer prendida la unidad eléctrica, no mantiene en funcionamiento el sistema hidráulico, activando la sirena hasta que el operador apague la unidad teniendo en conocimiento que si existiera un corte de luz. Las electroválvulas se apagan a diferencia de su sistema de alarma que trabaja conjuntamente con un cortapicos que energiza la placa de control eléctrica.

3.6.5. Sensor de nivel.

Son elementos electrónicos que permiten interpretar el nivel o cantidad de fluido que se encuentra dentro de un recipiente, seleccionamos un sensor tipo flotador el cual trabajara como una alarma enviando una señal eléctrica de 5V a la placa de control si el depósito B se encuentran sin fluido.



Figura 3. 60. Sensor de nivel
Fuente: Autores

Dentro del depósito B se encuentra sumergido un filtro de succión, el sensor debe estar colocado a la altura del nivel de líquido que requiere el filtro.

El fluido que se encuentra en la unidad es la base para su funcionamiento.

- **Cálculo del fluido base**

Datos:

$$v = l * a * al$$

$$v = ?$$

$$l = 27.4 \text{ cm}$$

$$a = 37.4 \text{ cm}$$

$$al = 9.6 \text{ cm}$$

$$v = l * a * al$$

$$v = (27.4 \text{ cm}) * (37.4 \text{ cm}) * (9.6 \text{ cm})$$

$$v = 9837.696 \text{ cm}^3$$

$$v = 9.83 \text{ lts} = 2.5 \text{ Gal}$$

3.6.6. Elementos varios

Para complementar con el armado eléctrico como electrónico se utilizó elementos adicionales muy comunes en el mercado que permiten controlar y activar la unidad al momento de su operación.

- Interruptor y Borneras
- Borneras
- Cable eléctrico
- Sirena para alarmas



Figura 3. 61. Complementos de la unidad
Fuente: Autores.

CAPÍTULO 4

ENSAMBLE Y PRUEBAS DE LA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO

Este capítulo demostrara como se realizó el armado de cada uno de los elementos que conforman la unidad sea mecánico, hidráulico y eléctrico - electrónico, bajo las condiciones del diseño realizado. Para posteriormente dar uso de la unidad en varios vehículos con caja automática mirando la fiabilidad del propósito que se planteó al construir esta unidad.

ARMADO DE LA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO.

La unidad de cambio de fluido para cajas automáticas consta de tres componentes fundamentales su estructura, la parte mecánica e hidráulica y la eléctrica-electrónica que a su vez en conjunto brindara un trabajo eficiente en el instante de su operación.



Figura 4. 1. Unidad de cambio de fluido (U.C.F.)
Fuente: Autores

4.1. ESTRUCTURA METÁLICA

La construcción se empezó en la base de la estructura ya que esta soportara el mayor peso por ende se utilizó un tubo estructural cuadrado de acero ASTM 36 con una medida de $1\frac{1}{4}$ " , realizando cortes al metal con las dimensiones ya señaladas en el anexo de diseño.

Cada tubo estructural se unió entre sí con la ayuda de una suelda eléctrica colocando puntos de suelda con electrodos AGA-6011 para posteriormente ser reforzados para realizar una estructura compacta.



Figura 4. 2. Estructura metaliza de 1/1/4"
Fuente: Autores

Con la ayuda del tubo estructural cuadrado de 3/4" se realizó la estructura donde van colocados componentes eléctricos-electrónicos y manómetros, al finalizar se corrigió puntos de suelda salientes, rebabas de suelda y uniones flojas para su rigidez.



Figura 4. 3. Diseño estructural de 3/4"
Fuente: Autores

4.1.1. Cubierta

Para las cubiertas de la estructura, se utilizó planchas de Tol de Galvanizado en la parte exterior y Tol Negro para la parte interior por lo que fue cortado y doblado.

Las planchas de Tol fueron soldadas a la estructura metálica por puntos de suelda eléctrica para brindar seguridad interna como externa de los componentes, por generar calor en el interior de la unidad al estar en operación se realizó tomas de entrada de aire en los laterales de la cubierta.



Figura 4. 4. Cubierta exterior
Fuente: Autores

En la cubierta se realizó las perforaciones adecuadas para colocar los elementos hidráulicos, eléctricos y electrónicos tomando en consideración que se acoplo bases a la medida para las electroválvulas.

En las paredes laterales inferiores se realizó orificios para la refrigeración interna de la unidad.



Figura 4. 5. Estructura de la unidad.
Fuente: Autores

4.1.2. Primera capa de pintura

Terminado la parte estructural procedemos a limpiar suciedad, puntos de suelda y óxidos de la estructura, para ocultar grietas y fallas de hendiduras colocando pasta-catalizador con masilla amarilla en las partes más notables de la estructura para posteriormente lijar la masilla para obtener un perfil recto, finalmente pintar con un fondo de primer para dejarlo secar por 10 minutos.



Figura 4. 6. Corrección de fallas de la cubierta.
Fuente: Autores

Impregnado el primer en la cubierta y estructura de la unidad procedemos a pintar la primera capa de pintura dejándolo secar por 30 minutos.



Figura 4. 7. Primera capa de pintura.
Fuente: Autores

4.1.3. Segunda capa de pintura

Una vez secado la primera capa de pintura verificamos si existen fallas ocultándolos con pasta-catalizador y masilla fina de color rojo para nivelar las superficies y con la ayuda de lijas de agua dar un perfil recto a la cubierta.

Corregida las imperfecciones e irregularidades procedemos a pasar la segunda capa de pintura por toda la cubierta exterior como interior para dejarlo secar por 30 minutos.



Figura 4. 8. Corrección de fallas leves.

Fuente: Autores

Finalmente secada la segunda capa de pintura procedemos a pasar un fondo de laca que protegerá a la pintura para que no se empiece a despegarse de la cubierta brindando un brillo y protección de agentes oxidantes, mejorando el aspecto de la unidad.



Figura 4. 9. Estructura finalizada.

Fuente: Autores

4.1.4. Diagrama de proceso de construcción de estructura metálica.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO								
Ubicación: Taller mecánico industrial y de pintura.		Resumen						
Actividad: Construcción y acabados de estructura metálica		Actividad	Actual	Propuesto				
Fecha: Enero 2014		Operación	○	0.0	92.5			
Operador: Autores	Analista: Director y Codirector de proyecto	Transporte	⇨	0.0	25			
Marque el método y el tipo apropiados		Demora	D	0.0	97			
Método: Actual	Equipo: Suelta.	Inspección	□	0.0	1			
Tipo: Técnico	Material: A-36	Propuesto: Si	Almacenaje	△	0.0	0.0		
Comentarios:		Tiempo	horas	0.0	190.5			
El presente proceso tiene como objetivo construir y dar los acabados estéticos y visuales a la estructura metálica de soporte de la unidad.		Distancia	metros	0.0	25			
		Costos						
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (h)	DISTANCIA (m)	MÉTODO
Selección de elementos.	○	⇨	D	□	△	24		
Corte del tubo cuadrado ASTM A36.	○	⇨	D	□	△	4		
Verificación de medidas según el diseño.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Punteado y suelta de estructura base.	○	⇨	D	□	△	8		
Corte del tol negro y galvanizado.	○	⇨	D	□	△	4		
Sujeción y suelta de las cubiertas de tol.	○	⇨	D	□	△	8		
Corte de perforaciones para instrumentos.	○	⇨	D	□	△	4		
Suelta de llantas.	○	⇨	D	□	△	1		
Empernado de seguros y ganchos.	○	⇨	D	□	△	2		
Traslado a sección de pintura.	○	⇨	D	□	△		25	
Lijado y pulido de la estructura.	○	⇨	D	□	△	4		
Aplicación de masilla gruesa.	○	⇨	D	□	△	1		
Periodo de secado	○	⇨	D	□	△	0.5		
Lijado con papel lija gruesa.	○	⇨	D	□	△	1		
Aplicación de masilla fina.	○	⇨	D	□	△	1.5		
Periodo de secado	○	⇨	D	□	△	0.25		
Lijado con papel lija fina	○	⇨	D	□	△	1		
Verificación de imperfecciones.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Selección de tipo y color de pintura.	○	⇨	D	□	△	24		
Limpieza de las superficies.	○	⇨	D	□	△	1		
Aplicación wash primer	○	⇨	D	□	△	1		
Periodo de secado.	○	⇨	D	□	△	0.25		
Aplicación de fondo para pintura.	○	⇨	D	□	△	1		
Periodo de secado.	○	⇨	D	□	△	24		
Aplicación de pintura de color	○	⇨	D	□	△	1		
Periodo de secado.	○	⇨	D	□	△	24		
Aplicación de laca automotriz	○	⇨	D	□	△	1		
Periodo de secado.	○	⇨	D	□	△	48		

Fuente: Autores

4.2. SISTEMA HIDRÁULICO

Con todos los elementos hidráulicos a disposición procedemos a realizar la instalación de los componentes de acuerdo al diseño hidráulico.

4.2.1. Depósito de reserva B

En el depósito B realizamos un orificio en la parte inferior izquierda para colocar el sensor de nivel de fluido, la parte inferior del sensor donde se encuentra la boya debe ir al nivel de los dos galones y medio de fluido que se encuentra en el depósito.



Figura 4. 10. Ubicación del sensor de fluido.
Fuente: Autores.

4.2.2. Conjunto motor bomba

Este conjunto se encuentra unido a una base de soporte, siendo instalado en la parte inferior de la estructura específicamente en los largueros y unido por medio de pernos y tuercas, se ubicó con vista frontal a las electroválvulas.

Se acoplo Adaptadores Macho NPT Hembra Giratoria de 3/8" en las tomas de entrada y salida de la bomba.

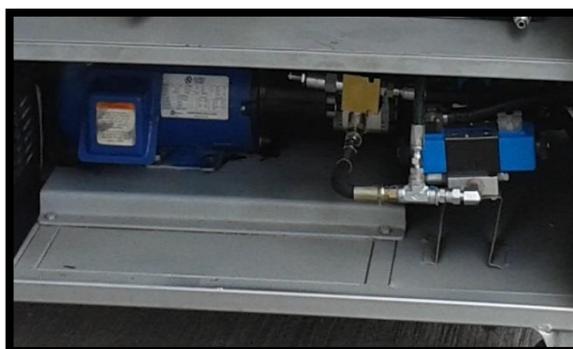


Figura 4. 11. Ubicación del conjunto motor bomba.
Fuente: Autores

4.2.3. Línea hidráulica del depósito B

La succión de fluido hidráulico que realiza la bomba al depósito B, va conectada por medio de una manguera hidráulica de la toma de salida del contenedor hacia la entrada de la bomba.

Al momento de acoplar los adaptadores en todo el sistema hidráulico se utilizó teflón industrial para evitar fugas de fluido.

Tabla 4. 1. Adaptadores utilizados para el depósito B.

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	3/8"	1/2"
Manguera hidráulica con acoples permanente de 3/8"		
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	3/8"
Adaptadores Macho NPT Hembra Giratoria	3/8"	3/8"

Fuente: Autores.



Figura 4. 12. Toma de salida del depósito B.

Fuente: Autores



Figura 4. 13. Toma de entrada de la bomba hidráulica.

Fuente: Autores

4.2.4. Línea hidráulica a la válvula reguladora de presión

La toma de salida de fluido de la bomba hidráulica va unirse a la entrada de la válvula reguladora de alivio de presión utilizando los siguientes adaptadores:

Tabla 4. 2. Adaptadores utilizados para unir la válvula de alivio de presión

Componentes	T2	T1
Adaptadores Macho NPT Hembra Giratoria	3/8"	3/8"
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	1/2"
Una T de 1/2"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	1/2"

Fuente: Autores.

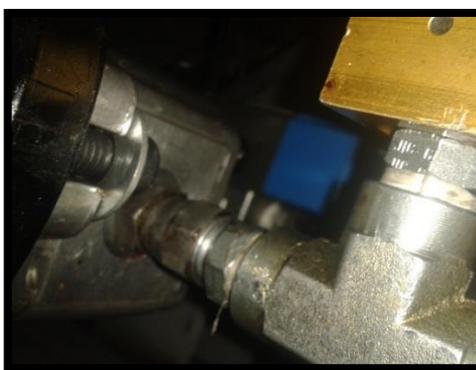


Figura 4. 14. Toma de salida de la bomba hidráulica.

Fuente: Autores

4.2.5. Línea hidráulica de la válvula de alivio de presión al adaptador T

La toma de salida de la válvula reguladora de alivio de presión va a unirse a un adaptador T por medio de una manguera hidráulica, el adaptador T trabaja conjuntamente con el depósito B y la toma de salida de la sub-placa (T) de la electroválvula B.

Para realizar la línea hidráulica de la válvula reguladora de presión hacia la toma de entrada del adaptador T utilizamos los adaptadores mostrados en la tabla 5.3.

Tabla 4. 3. Adaptadores para unir la válvula de presión al adaptador T

Componentes	T2	T1
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	3/8"
Manguera hidráulica con acoples permanente de 3/8"		
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	3/8"	1/2"
Una T de 1/2"		

Fuente: Autores.

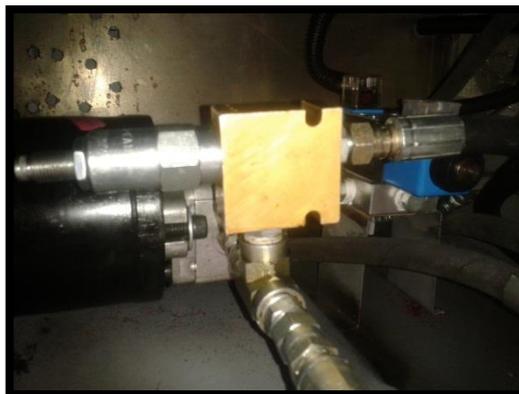


Figura 4. 15. Válvula de alivio de presión.
Fuente: Autores



Figura 4. 16. Adaptador en T.
Fuente: Autores

4.2.6. Línea hidráulica del adaptador en T al depósito B

La toma de salida del adaptador en T con dirección hacia el depósito B completa una parte del circuito hidráulico de la recirculación de fluido, esta línea hidráulica posee un filtro de aceite en su parte intermedia.

Tabla 4. 4. Adaptadores para unir el adaptador T al depósito B

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Hembra Giratoria	1/2"	1/2"
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	1"
Base para un filtro de aceite de 1"		
Adaptador Niple Macho NPT	1"	1"
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	1"	1"

Fuente: Autores



Figura 4. 17. Recirculación de Fluido al depósito B.

Fuente: Autores

4.2.7. Línea hidráulica de la toma de salida del adaptador T a la subplaca B

Como hemos mencionado el adaptador T en su parte superior o toma de entrada se conectó la línea hidráulica proveniente de la válvula reguladora de alivio de presión. En su extremo inferior derecho se realizó otra conexión hacia el depósito B, la otra toma de salida del adaptador T se conectó hacia el orificio de salida (T) de la subplaca B.

Tabla 4. 5. Adaptadores para unir el adaptador T a la sub-placa B

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	1/2"	3/8"
Manguera hidráulica con acoples permanente de 3/8"		
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	3/8"

Fuente: Autores



Figura 4. 18. Toma de salida del adaptador en T a la sub-placa B.

Fuente: Autores



Figura 4. 19. Toma de salida (T) de la sub-placa B.
Fuente: Autores

4.2.8. Línea hidráulica a la toma de entrada de la sub-placa B

Como se mencionó, la línea hidráulica saliente de la bomba se dirige a un adaptador en T siendo acoplado a una válvula de alivio de presión, la otra toma de salida de este adaptador unirá a la toma de entrada (P) de la sub-placa B.

Tabla 4. 6. Adaptadores para unir la toma de entrada de la sub-placa B

Componentes	T2	T1
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	3/8"
Adaptadores Macho NPT Hembra Giratoria	3/8"	3/8"
Manguera hidráulica de 3/8"		
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	1/2"
Una T de 1/2"		
Adaptador Macho NPT Hembra Giratoria	1/2"	3/8"
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	3/8"	3/8"

Fuente: Autores



Figura 4. 20. Línea hidráulica a la sub-placa B.
Fuente: Autores



Figura 4. 21.Toma de entrada (P) de la sub-placa B.
Fuente: Autores

4.2.9. Línea hidráulica al manómetro B

Se ubicó esta línea hidráulica por medio de un adaptador T que se encuentra antes de la toma de entrada (P) de la sub-placa B, para colocar el Manómetro B el cual se visualizara en el panel de control, utilizamos los siguientes componentes:

Tabla 4. 7. Adaptadores utilizados para unir al manómetro B

Componentes	T2	T1
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	1/4"
Manguera hidráulica con acoples permanente de 1/4"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/4"	1/4"
Codo a 90°	1/4"	1/4"

Fuente: Autores



Figura 4. 22.Línea hidráulica del manómetro B.
Fuente: Autores



Figura 4. 23. Manómetros B.

Fuente: Autores

4.2.10. Línea hidráulica de la toma de salida (A) de la sub-placa B

De la toma de salida (A) de la subplaca B llevaremos una línea hidráulica hacia una válvula check RV-12-7-N que se encuentra en la parte posterior de los depósitos de aceite, para esta conexión utilizamos los siguientes componentes.

Tabla 4. 8. Adaptadores para unir la toma de salida (A) de la sub-placa B

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	3/8"	3/8"
Manguera hidráulica con acoples permanente de 3/8"		
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	3/8"

Fuente: Autores

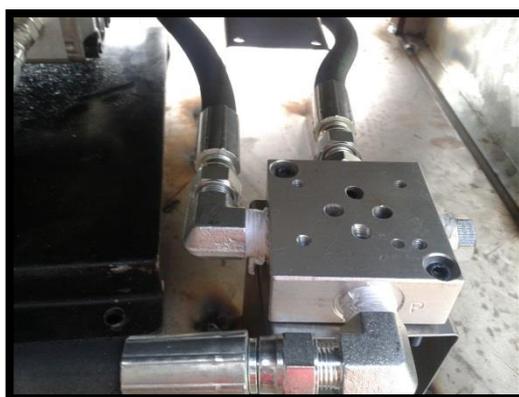


Figura 4. 24. Toma de salida de la Sub-placa B a la válvula check.

Fuente: Autores



Figura 4. 25. Conexión a la válvula check.

Fuente: Autores

4.2.11. Línea hidráulica al acople rápido B de salida a la transmisión

La línea hidráulica que llega a la válvula check RV-12-7-N se unirá al acople rápido llamado bomba o B, quien se conectará a la transmisión automática por medio de una manguera hidráulica en el momento de poner en funcionamiento la unidad de cambio de fluido.

Esta línea se encuentra unida a una válvula reguladora de caudal y a un adaptador en T siendo este último quien dará paso a unir los dos circuitos A y B.

Para realizar esta línea hidráulica utilizamos los siguientes elementos

Tabla 4. 9. Adaptadores para unir al acople rápido B

Componentes	T2	T1
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	1/2"
Válvula Reguladora de Caudal de 1/2"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	1/2"
Una T de 1/2"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	3/8"
Manguera hidráulica con acoples permanente de 3/8"		
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	1/2"
Válvula Reguladora de Caudal de 1/2"		

Fuente: Autores



Figura 4. 26. Salida hacia los acoples rápidos.
Fuente: Autores



Figura 4. 27. Unión al acople rápido.
Fuente: Autores

4.2.12. Línea hidráulica de suministro

Para suministrar el fluido hidráulico limpio hacia el depósito de reserva B, se acopla una manguera hidráulica que permitirá la unión de la cubierta externa con el depósito para completar el fluido.

Tabla 4. 10. Adaptadores para unir la línea hidráulica de suministro

Componentes	T2	T1
Toma de entrada	1/2"	1/2"
Manguera con un acople permanente cuello de ganso de 1/2"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	1/2"

Fuente: Autores

Al colocar el fluido limpio debemos utilizar un embudo para no derramar el hidráulico.



Figura 4. 28. Línea de suministro.

Fuente: Autores

4.2.13. Línea hidráulica de la toma de salida T de la sub-placa A

La toma de salida (T) de la sub-placa A, llevara una línea hidráulica al adaptador en T que permite la unión de los circuitos A y B. Este adaptador se encuentra junto a la válvula reguladora de caudal para realizar esta conexión hidráulica utilizamos los siguientes componentes:

Tabla 4. 11. Adaptadores para unir la toma de salida T de la sub-placa A

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	3/8"	3/8"
Manguera hidráulica con acople permanente de 3/8" y cuello de ganso de 1/2"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	1/2"
Una Válvula Check de 1/2"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/2"	1/2"

Fuente: Autores



Figura 4. 29. Unión del circuito A y B.

Fuente: Autores.

4.2.14. Línea hidráulica de la toma de entrada (P) de la sub-placa A

Esta línea hidráulica unirá la toma de entrada (P) de la sub-placa A al acople rápido transmisión o A, que se conectara a la transmisión automática por medio de una manguera hidráulica en el momento de poner en operación la unidad de cambio de fluido, pasando principalmente por un adaptador en T y un filtro de aceite.

Tabla 4. 12. Adaptadores para unir a la toma de entrada (P) de la sub-placa A

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Hembra Giratoria	3/8"	3/8"
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	1/2"
Una T de 1/2"		
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	1/2"	3/8"
Manguera hidráulica con acoples permanentes de 3/8"		
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	1"
Base para un filtro de aceite 1"		
Adaptador Macho NPT Hembra Giratoria	1"	3/8"
Adaptador Niple Macho NPT	3/8"	3/8"
Acople Rápido 3/8"		

Fuente: Autores

4.2.15. Línea hidráulica al manómetro A

La línea hidráulica para el manómetro A inicia del adaptador en T que se encuentra junta a la toma de entrada (P) de la sub-placa A, este manómetro se visualizara en el tablero de control para realizar esta conexión utilizamos los siguientes componentes.

Tabla 4. 13. Adaptadores para unir al manómetro A

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Hembra Giratoria	1/2"	1/4"
Adaptador Niple Macho NPT	1/4"	1/4"
Manguera hidráulica con acoples permanentes de 1/4"		
Adaptador Niple Macho NPT	1/4"	1/4"
Codo a 90°	1/4"	1/4"

Fuente: Autores



Figura 4. 30. Manómetro B y A.
Fuente: Autores

4.2.16. Línea hidráulica de toma de salida B de la sub-placa A al depósito A

Para completar el circuito hidráulico A, en la sub-placa B colocamos un adaptador tipo tapón en la toma de salida (A) mientras que en la toma de salida (B) uniremos al depósito de reserva A donde se acumulara el aceite contaminado.

Tabla 4. 14. Adaptadores para unir la sub-placa A al depósito A

Componentes	T2	T1
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	3/8"	3/8"
Manguera hidráulica con acoples permanentes de 3/8"		
Adaptador Macho NPT Codo a 90°	3/8"	1/2"

Fuente: Autores



Figura 4. 31. Depósito de suministro A.
Fuente: Autores

4.2.17. Diagrama de proceso de armado del sistema hidráulico.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO								
Ubicación: Taller mecánico.		Resumen						
Actividad: Armado e implementación del sistema hidráulico.		Actividad	Actual	Propuesto				
Fecha: Enero 2014		Operación	○	0.0	207			
Operador: Autores	Analista: Director y Codirector de proyecto	Transporte	⇨	0.0	0.0			
Marque el método y el tipo apropiados		Demora	D	0.0	0.0			
Método: Actual	Equipo: De ajuste.	Inspección	□	0.0	0.5			
Tipo: Técnico	Material: Hidráulico	Propuesto: Si	Almacenaje	△	0.0	0.0		
Comentarios:		Tiempo	horas	0.0	207.5			
El presente proceso tiene como objetivo armar el sistema hidráulico e implementarlo a la estructura de soporte de la unidad.		Distancia	metros	0.0	0.0			
		Costos						
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (h)	DISTANCIA (m)	MÉTODO
Selección de elementos.	○	⇨	D	□	△	120		
Preparación de elementos.	○	⇨	D	□	△	48		
Preparación de depósitos de reserva A y B	○	⇨	D	□	△	24		
Instalación del sensor de nivel.	○	⇨	D	□	△	2		
Ajuste de adaptador en codo 90° NPT	○	⇨	D	□	△	0.5		
Sujeción de filtro B en línea de bypass.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación del conjunto motor – bomba.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Ajuste de adaptadores H y M NPT.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Ajuste de manguera de 3/8" – Bomba.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de válvula de alivio Unión T.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Sujeción de indicador de presión B.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Ajuste adaptadores M 3/8" - subplaca.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de electroválvula B-subplaca.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Sujeción de adaptadores H y M - codo 90	○	⇨	D	□	△	0.5		
Colocación de manguera.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de válvula reguladora caudal.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de válvula antirretorno B	○	⇨	D	□	△	0.5		
Ajuste de manguera, adaptadores unión C	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de válvula antirretorno A.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Ajuste de adaptadores M 3/8" NPT.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Sujeción de manguera unión – subplaca.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de electroválvula A-subplaca.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Ajuste adaptador M salida subplaca.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Sujeción de indicador de presión A.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Colocación de adaptadores NPT 3/8".	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de filtro A.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Instalación de acople rápido circuito A.	○	⇨	D	□	△	1		
Instalación de acople rápido circuito B.	○	⇨	D	□	△	1		
Sujeción de manguera de suministro.	○	⇨	D	□	△	0.5		
Verificación de diagrama de diseño	○	⇨	D	□	△	0.25		
Verificación de ajuste y disposición.	○	⇨	D	□	△	0.25		

Fuente: Autores.

4.3. CONTROL ELÉCTRICO – ELECTRÓNICO

Son elementos de control que interactúan entre sí con la ayuda de señales eléctricas para recibir y enviar órdenes de operación a diferentes componentes de la unidad para que realicen un trabajo rápido y fiable de acuerdo a las órdenes del operador. Este sistema brinda seguridad al momento que trabaja la unidad.

4.3.1. Conexión del motor eléctrico

El motor eléctrico seleccionado para la unidad trabaja a 110 (V) y 220 (V) siendo mostrada esta conexión en la placa del motor se realizó la siguiente conexión.

Tabla 4. 15. Conexión de cables para 110 V

# del Cable A	# del Cable B
T 1	T 1
T 3	T 3
T 8	T 5

Fuente: Autores



Figura 4. 32. Conexión a 110 v del motor eléctrico.

Fuente: Autores

4.3.2. Conexión de las electroválvulas

Para el trabajo de las electroválvulas debemos realizar una conexión en serie para energizar las bobinas al mismo instante, por seguridad las bobinas poseen un capuchón donde se conectan los cables que se unirán a la placa eléctrica.

Al conectarse en serie las bobinas el cable positivo como el negativo se conectara a los bornes de salida de la placa de control.



Figura 4. 33. Conexión eléctrica de las electroválvulas.
Fuente: Autores

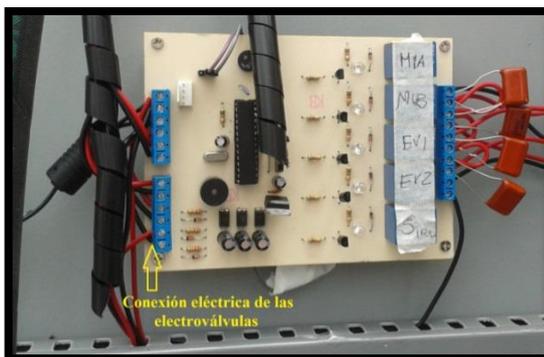


Figura 4. 34. Borne de las electroválvulas.
Fuente: Autores

4.3.3. Comunicación pantalla táctil - placa eléctrica

Para el mando automático de la unidad se realizó una programación de trabajo con todos los parámetros de funcionamiento de la unidad siendo esta visualizada en una pantalla táctil en la que el operador enviara señales de trabajo que llegara a una placa eléctrica. Las señales eléctricas que llegan a la placa eléctrica serán procesadas por un micro controlador quien enviara órdenes de trabajo a los actuadores.

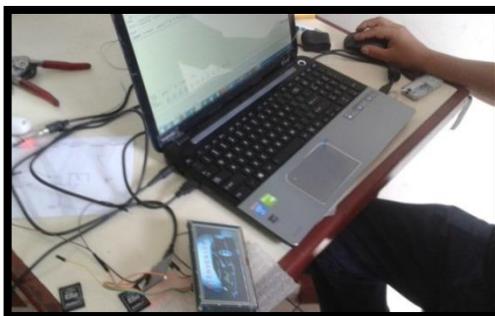


Figura 4. 35. Programación del microchip.
Fuente: Autores

4.3.4. Entrada de energía eléctrica a la unidad

La toma de corriente principal será llevada por medio de cables hacia los breakers para el paso de corriente y protección a los elementos eléctricos y electrónicos de la unidad, el cableado eléctrico negativo o neutro se conectara en la parte inferior de los de cada breakers y en la parte superior por otros cables hacia las conexiones en corriente positiva.

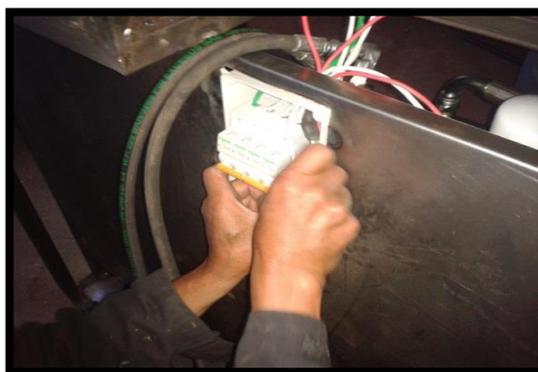


Figura 4. 36.Toma de corriente principal.
Fuente: Autores

4.3.5. Conexión eléctrica del contactor.

Los cables salientes del breaker que dan paso de corriente eléctrica al motor se conectara a los contactos laterales del contactor para ayudarlo a energizar, la botonera del motor se conectara a las borneras que correspondes al relé del M/B.

El cable saliente de los terminales del contactor se conectara a las borneras de la misma placa eléctrica correspondientes al relé del M/A, de los terminales del contactor se llevara cable para conectar a las borneras de entrada del relé M/A uniéndose a las borneras de salida de la placa de control para la activación del motor eléctrico.

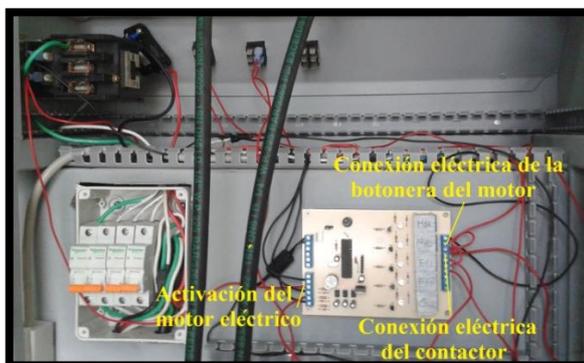


Figura 4. 37.Bornes de entrada y activación.
Fuente: Autores

4.3.6. Conexión de la botonera de las electroválvulas

Para controlar a los solenoides de las electroválvulas para la activación manual se conectará por medio de cables los terminales salientes de la botonera a la entrada de las borneras de entrada del relé EV2. Los terminales de salida del interruptor que energiza la pantalla táctil se conectarán a las borneras de entrada del relé la EV1.

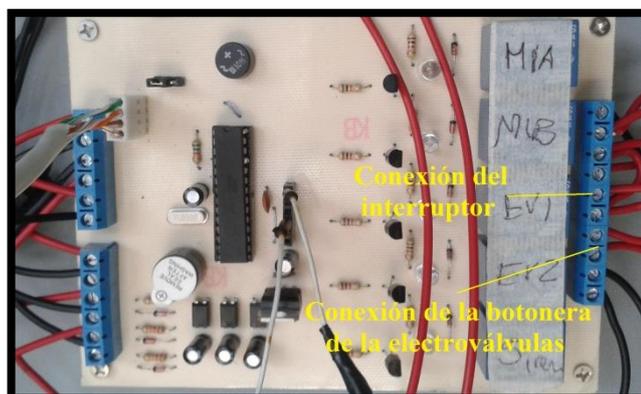


Figura 4. 38. Borneras de conexión.
Fuente: Autores

Las borneras de salida de la placa de control se conectarán a las electroválvulas por medio de la conexión en serie que se realizó.

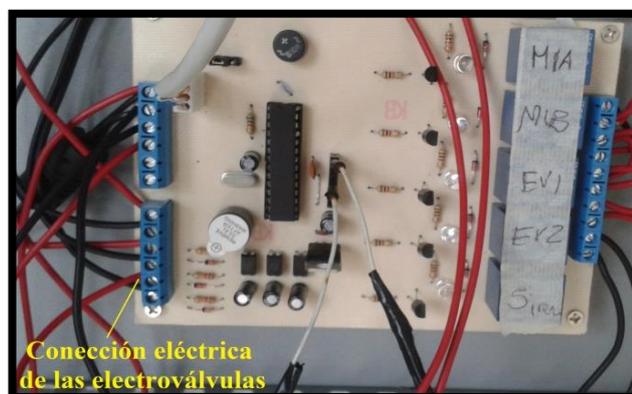


Figura 4. 39. Activación de las electroválvulas.
Fuente: Autores

4.3.7. Conexión de la pantalla táctil

Para activar o desactivar la pantalla táctil se llevarán dos cables de los terminales del interruptor hacia la bornera de entrada de la placa de control electrónica para energizar la pantalla, la comunicación HMI que realiza la placa electrónica con la pantalla se realiza por medio de un cable de comunicación mostrando la información de trabajo.

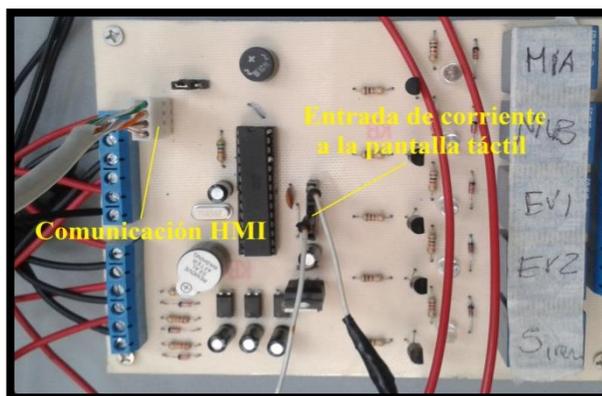


Figura 4. 40.Activación y conexión de la pantalla.
Fuente: Autores

4.3.8. Conexión de la sirena

Se lleva dos cables salientes de la sirena a unir a los bornes de salida de la placa de control, del cable principal que conecta a los breakers saldrán dos cables que se conectara a los bornes de entrada del relé llamado sirena quien enviara el aviso de la falta de corriente en la unidad.



Figura 4. 41.Activación del sistema de alarma.
Fuente: Autores

4.3.9. Conexiones de interacción conjunta

La programación de trabajo grabada en el micro controlador enviara señales eléctricas a los relés quienes interactúan de forma conjunta, procediendo a realizar puentes de corriente eléctrica con la ayuda de cables en los bornes de los relés.

Para estabilizar corrientes eléctricas altas se instaló capacitores en los bornes de entrada a los relés.

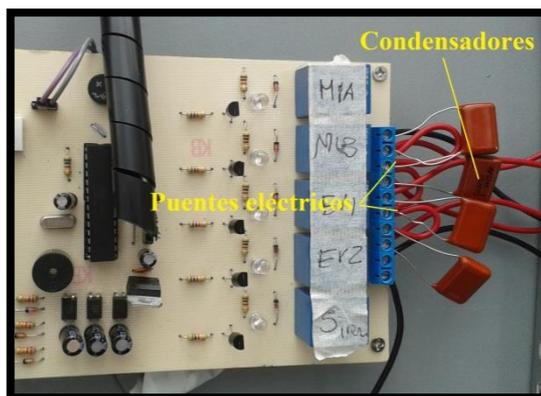


Figura 4. 42. Puentes eléctricos.
Fuente: Autores

4.3.10. Conexión en tomas de salida de placa eléctrica

Para energizar la placa eléctrica conectamos un batería de celular en una toma de la UPS ya colocada junto al motor eléctrico, el cable de alimentación del celular va a los bornes superiores de la placa de control.

El sensor de nivel que se encuentra en el depósito A se conectó a las borneras de salida de la misma placa.

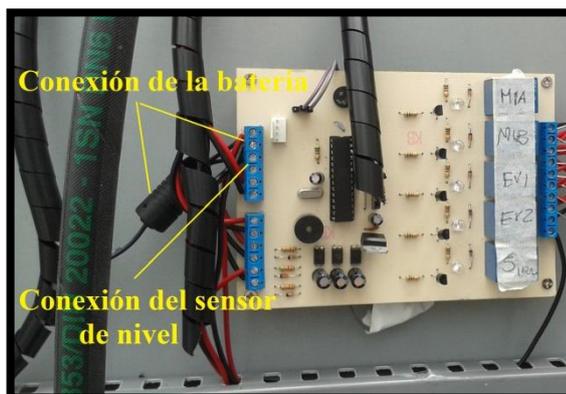


Figura 4. 43. Conexiones a borneras.
Fuente: Autores

4.3.11. Protección del sistema eléctrico

Colocamos un cortapicos para energizar a la UPS, tomando como fuente de alimentación el cable principal de la toma de corriente para energizar la batería de la UPS.

Por seguridad se colocó a los cables eléctricos en canaletas y protectores de cables asegurando todos los elementos.



Figura 4. 44. Protección del sistema eléctrico y electrónico.

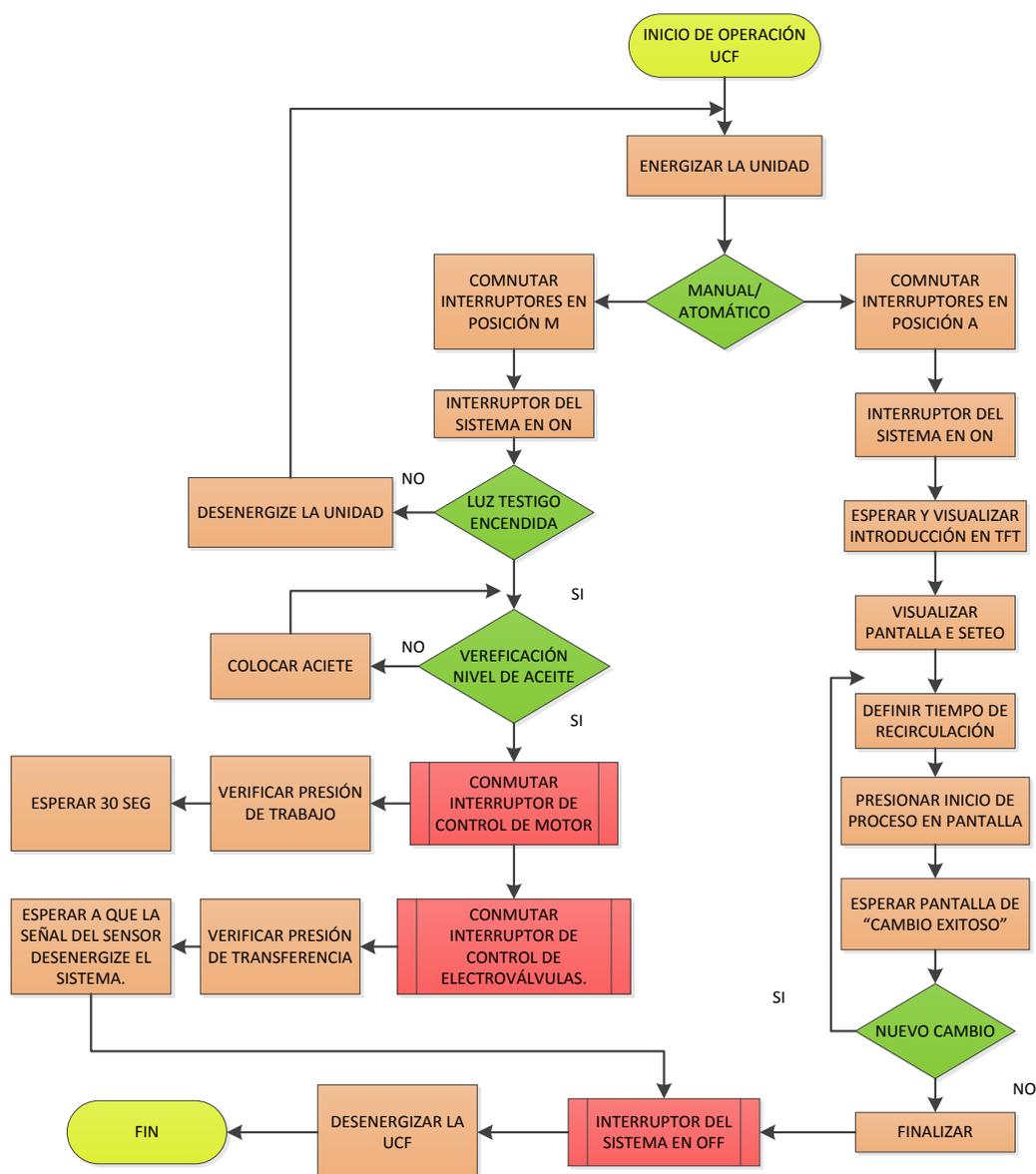
Fuente: Autores.

4.3.12. Diagrama de proceso de implementación del control electrónico.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO								
Ubicación: Taller mecánico.			Resumen					
Actividad: Armado e implementación del circuito de control.			Actividad	Actual	Propuesto			
Fecha: Enero 2014			Operación	○	0.0	235		
Operador: Autores		Analista: Director y Codirector de proyecto	Transporte	➡	0.0	0.0		
Marque el método y el tipo apropiados			Demora	⊖	0.0	0.0		
Método: Actual	Equipo: Eléctrico.		Inspección	□	0.0	1.5		
Tipo: Técnico	Material: Electrónico	Propuesto: Si	Almacenaje	△	0.0	0.0		
Comentarios:			Tiempo	horas	0.0	236.5		
El presente proceso tiene como objetivo armar el circuito de control e implementarlo al funcionamiento de la unidad.			Distancia	metros	0.0	0.0		
			Costos					
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO (h)	DISTANCIA (m)	MÉTODO
Selección de elementos.	○	➡	⊖	□	△	48		
Preparación de elementos.	○	➡	⊖	□	△	48		
Conexión del motor eléctrico a 110V.	○	➡	⊖	□	△	1		
Conexión de la electroválvulas en paralelo	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Conexión de las electroválvulas a 110V.	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Conexión de la fuente de 110V de la UCF	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Conexión del contactor a 110V.	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Armado de placa de control.	○	➡	⊖	□	△	48		
Conexión de sensor	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Implementación HMI.	○	➡	⊖	□	△	48		
Cableado en borneras.	○	➡	⊖	□	△	1		
Conexión de UPS.	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Conexión de mandos manuales.	○	➡	⊖	□	△	24		
Conexión de placa de control a 12V.	○	➡	⊖	□	△	4		
Conexión de HMI a placa de control.	○	➡	⊖	□	△	1		
Conexión e salidas de relés 12V a 110V.	○	➡	⊖	□	△	4		
Conexión de alarma sonora.	○	➡	⊖	□	△	1		
Verificación de diagramas de control.	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Verificación de continuidad de cableado.	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Verificación de conexión a borneras.	○	➡	⊖	□	△	0.5		
Colocación de protección aislante.	○	➡	⊖	□	△	4		

Fuente: Autores.

4.4. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD.



Para detallar los procedimientos, riesgos y precauciones de funcionamiento de la unidad de cambio de fluido se adjunta un instructivo de operación en el Anexo D.

4.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para poner en funcionamiento la unidad de cambio de fluido hidráulico y comprobar su rendimiento como sistema de alarma instalado se realizó en varios vehículos mostrando eficiencia al momento de su funcionamiento garantizando su utilidad.

4.4.1. Prueba del corte de energía de la unidad de cambio de fluido.

En el instante que está operando la unidad de cambio de fluido hidráulico puede existir un corte de luz. Para verificar la eficacia del sistema de alarma quitamos la fuente de energía de la unidad con acciones como: desconectar la toma de energía, bajar los breaker que permiten el paso de corriente o apagar el cortapicos.

En conclusión al dejar sin corriente eléctrica a la unidad, la alarma se activó al instante dando un aviso de precaución a los operadores para proceder apagar el sistema de alarma. El sistema de alarma y la placa de control se encuentran activos al recibir energía eléctrica a través de la UPS instalada.



Figura 4. 45.Sirena eléctrica.

Fuente: Autores.

El corte de luz no afecta la operación de trabajo del vehículo, el sistema de alarma da el aviso de falta de energía eléctrica por seguridad laboral.

4.4.2. Pruebas del sistema de la unidad de cambio de fluido en los vehículos

Las pruebas se realizaron en dos vehículos suburban de uso militar y en una blazer de uso familiar los tres con distintos kilometrajes y condiciones de trabajo.

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 para conectar a la unidad.
- Suministrar de fluido hidráulico a la unidad, se colocara la cantidad necesaria con la que trabaja la caja automática a realizar el cambio.
- Poner en funcionamiento la unidad de cambio de fluido.
- Observa e interpretar las presiones de operación de la transmisión como de la unidad.

- 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.

a. Primera prueba de funcionamiento en un suburban 1996

Para verificar la fiabilidad de la unidad de cambio del fluido hidráulico de cajas automáticas, hemos realizado en un vehículo Chevrolet Suburban de año 1996 de uso militar:



Figura 4. 46.Chevrolet suburban 1996.

Fuente: Autores

Al ser vehículo de uso militar las condiciones de trabajo de este vehículo fueron favorables para ver la eficiencia de la unidad, el recorrido del vehículo es de 141.728 Km.

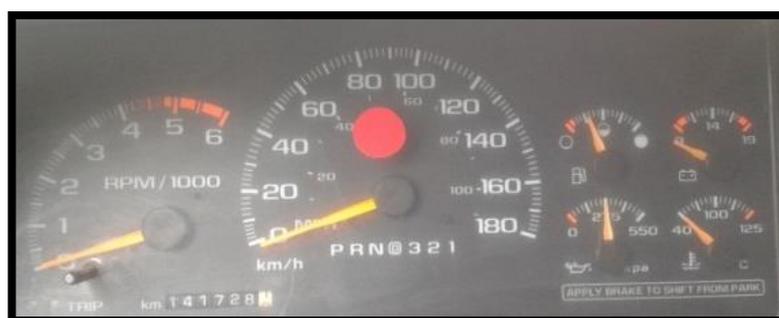


Figura 4. 47.Kilometraje del suburban 1996.

Fuente: Autores.

Para realizar el cambio del fluido hidráulico en la suburban lo estacionamos en un área de trabajo bajo las normas de seguridad para posteriormente limpiar de toda suciedad, grasa y aceite en las cañerías de la salida de la caja automática para realizar las conexiones de nuestra unidad hacia el vehículo.

- **Inspección de la cañería de entrada y salida de la caja automática**

Procedemos a inspeccionar e interpretar el funcionamiento de la caja automática de la Chevrolet suburban año 96, permitiendo encontrar la cañería de salida de la caja automática la cual se dirige a la toma de entrada del radiador para refrigerar el fluido aflojando esta cañería.



Figura 4. 48. Inspección de la cañería a utilizar.
Fuente: Autores

Antes de acoplarlo a nuestra unidad para realizar el cambio de fluido hidráulico procedemos a obtener una muestra del fluido hidráulico que se encuentra dentro de la caja automática para determinar la cantidad de impurezas que se encuentran enviando esta muestra a realizar pruebas de laboratorio.



Figura 4. 49. Muestra del fluido antes del cambio.
Fuente: Autores

- **Suministro de fluido hidráulico a la unidad**

Para realizar el cambio de fluido a la caja automática colocamos la cantidad adecuada con la que trabaja esta transmisión, la caja automática de la suburban trabaja con un galón tres cuartos por lo que se le agrego al depósito de suministro B. Tomando en consideración que dentro del depósito se encuentra dos galones y medio como base para el funcionamiento de la unidad.



Figura 4. 50. Suministro de aceite hidráulico.
Fuente: Autores

- **Acople de la cañería de la caja automática a la unidad de cambio de fluido**

Una vez aflojada la cañería de la caja automática que se dirige al radiador procedemos conectar a la unidad por medio de los acoples y mangueras hidráulicas que trabajan conjuntamente con la unidad de cambio de fluido, conectando de la siguiente manera:

La manguera hidráulica que trabaja con la transmisión se conectó a la cañería de salida de la caja automática.

La toma de entrada al radiador se le acoplo a la manguera que trabaja con la bomba hidráulica que se encuentra dentro de la unidad.



Figura 4. 51. Acople de la caja automática a la unidad.
Fuente: Autores

- **Funcionamiento de la unidad de cambio de fluido**

Realizado las conexiones de nuestra unidad a la caja automática procedimos a prender la pantalla táctil mostrando el trabajo de operación, en la selección de seteo dejamos un tiempo de 30 segundos de recirculación independiente y tocando el icono iniciar proceso se procedió al arranque el funcionamiento de la unidad.

Antes de tocar el icono iniciar proceso se procedió a encender el vehículo en la marcha de parqueo.



Figura 4. 52. Tiempo de recirculación o seteo.
Fuente: Autores

En la pantalla se mostró el tiempo de recirculación de forma regresiva, en el instante que tocamos el icono iniciar proceso también se activó el conjunto motor bomba.



Figura 4. 53. Recirculación independiente.
Fuente: Autores

- **Presiones de operación**

En los manómetros se visualiza las presiones de operación de la transmisión automática como la que genera el circuito bomba, la transmisión trabaja a una presión de 45 Psi mientras que la unidad trabaja a 70 Psi,

Esta última presión es mayor porque se encuentra regulada con 20 Psi adicionales por la caída de presión que generan los circuitos hidráulicos.



Figura 4. 54.Presiones de trabajo.
Fuente: Autores

Terminado el tiempo de recirculación independiente del fluido se energizaron las electroválvulas dando paso a un circuito abierto y procediendo a realizar el cambio de fluido hidráulico limpio que se encuentra en el depósito B hacia la caja automática y enviando el fluido sucio de la transmisión al depósito de reserva A. Mostrando la caída de presión de trabajo en el manómetro A de la transmisión en el instante que se está realizando el cambio de fluido.

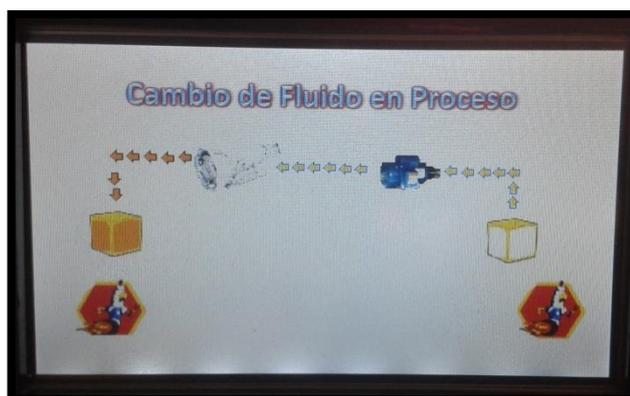


Figura 4. 55.Cambio del fluido hidráulico en proceso.
Fuente: Autores

Para verificar si se realizaba el cambio de fluido se puede observar que estén energizadas las electroválvulas y el fluido mostrado en el visor de nivel empiece a descender.



Figura 4. 56. Inspección del funcionamiento de la unidad.
Fuente: Autores

Terminado el proceso del cambio de fluido la pantalla visualizo un mensaje de cambio exitoso apagando el funcionamiento del conjunto motor bomba. Al finalizar retiramos una muestra de fluido hidráulico limpio que se encuentra en la transmisión para los respectivos análisis de laboratorio.

- **Verificar el nivel de fluido de la transmisión automática**

Con la ayuda del medidor de nivel de fluido de la caja automática miramos que se encontraba en su nivel adecuado, con la satisfacción de un cambio exitoso a retiramos los acoples de la cañería de la transmisión y de la toma del radiador para dejarlo como se encontraba.



Figura 4. 57. Verificación del nivel de fluido.
Fuente: Autores

b. Segunda prueba de funcionamiento en un suburban 1998

Se realizó el cambio de fluido hidráulico en un vehículo suburban del año 98 con 74.226 km recorridos, teniendo en consideración los mismos parámetros de estado vehicular en la que se encontraba la suburban del año 1996.

Realizamos el procedimiento ya señalado anteriormente.



Figura 4. 58. Suburban año 1998.
Fuente: Autores

- **Toma de la muestra de fluido**

Afrojando la cañería de salida de la transmisión se procedió a retirar una pequeña muestra de fluido para analizar la calidad dentro de la caja automática.



Figura 4. 59. Muestra de aceite contaminado.
Fuente: Autores

- **Conexión de la caja automática con la unidad**

Se procedió a conectar las mangueras de nuestra unidad a la cañería de la caja automática, la manguera que proviene del circuito bomba se acoplo a la toma de entrada del radiador mientras que la manguera transmisión se acoplo a la cañería de salida de la caja automática.



Figura 4. 60. Acople de la caja automática con la unidad.
Fuente: Autores

- **Suministro de fluido hidráulico a la unidad**

Se agregó un galón tres cuartos de aceite hidráulico al depósito de suministro de la unidad para realizar el cambio de fluido.



Figura 4. 61.Fluido hidráulico limpio.
Fuente: Autores

- **Cambio de fluido hidráulico**

Una vez acoplada la unidad a la transmisión automática procedimos a encenderla, mostrando en la pantalla los iconos de trabajo a realizar. El tiempo de recirculación independiente lo dejamos en 30 segundos encendemos el vehículo y tocamos el icono comenzar proceso.



Figura 4. 62.Tiempo de recirculación.
Fuente: Autores

Encendido el vehículo la unida mostrara las presiones de trabajo de la transmisión como del circuito bomba en los manómetros, esta transmisión tiene una presión de trabajo de 45 Psi y la presión del circuito bomba es de 65 Psi por la caída de presión ya mencionada anteriormente que existe por los elementos hidráulicos.



Figura 4. 63.Inicio del proceso de cambio de fluido.

Fuente: Autores

Esperamos que finalice la circulación independiente y se energicen las electroválvulas para dar paso al cambio de fluido hidráulico.

Para comprobar si se realiza el cambio de fluido procedemos a mirar si las electroválvulas se encuentran activadas y el nivel de fluido que se encuentra en el depósito de fluido limpio empiece a descender. Al realizarse el cambio de fluido existirá una variación de presión mostrando que está trabajando la unidad correctamente.

Como muestra el manómetro A una caída de presión de 45 Psi a 10Psi y el manómetro B muestra una presión de 100Psi.



Figura 4. 64.Presiones de trabajo.

Fuente: Autores

Realizado el cambio de fluido hidráulico el conjunto motor bomba o circuito bomba se apagará conjuntamente mostrando en la pantalla cambio exitoso, al no realizar ningún cambio de fluido en otros vehículos topamos el icono finalizar terminando el trabajo de la unidad.

Para verificar si la presión de trabajo de la caja automática es la misma después de realizar el cambio de fluido y no ha existido fallas internas se puede mantener en recirculación al vehículo acoplado a la unidad, mostrando la presión de trabajo de la transmisión en el manómetro A lo que nos indica que es la misma que mostraba antes del cambio de fluido.



Figura 4. 65.Presión de trabajo después del cambio.

Fuente: Autores

- **Comprobación del nivel adecuado para el funcionamiento de la caja automática**

Apagamos la unidad de cambio de fluido y el vehículo para ver si el nivel de fluido de la caja automática es la correcta observando que se encuentra en el nivel adecuado de trabajo.



Figura 4. 66.Verificación del nivel de fluido.

Fuente: Autores

Finalizado el trabajo de la unidad procedemos a desconectar los acoples y mangueras acopladas a la cañería de salida de la transmisión para ubicarla en su posición original. Limpiando el área de trabajo como la unidad de cambio de fluido.

- **Toma de la muestra del fluido limpio**

Realizado en cambio de fluido hidráulico retiramos una pequeña muestra para los respectivos análisis de laboratorio.



Figura 4. 67.Toma de muestra para el análisis.
Fuente: Autores

c. Tercera prueba de funcionamiento en una blazer 2010

El cambio de fluido hidráulico se realizó en un vehículo Chevrolet Blazer del año 2010, con los mismos procedimientos realizados anteriormente.

Con la diferencia que este vehículo la cañería de salida de la caja automática se une a la toma de entrada al radiador de la transmisión ubicada en la parte inferior izquierda del guardachoque.



Figura 4. 68.Chevrolet blazer año 2010.
Fuente: Autores



Figura 4. 69. Toma de entrada al radiador.

Fuente: Autores

- **Conexión de la unidad con la caja automática**

Una vez desconectada la cañería que une al radiador conectamos las mangueras de nuestra unidad, la manguera que sale del circuito bomba conectamos a la toma de entrada del radiador y la manguera de la transmisión a la cañería de salida de la caja automática ajustándolos correctamente para que no exista fugas de líquido para realizar el cambio hidráulico.



Figura 4. 70. Acoples de la unidad.

Fuente: Autores.

Al realizar esta conexión debemos tener en consideración de no aislar la rosca de cañería ya que al ser un espacio reducido se debe realizar con cautela.

- **Suministro de fluido hidráulico**

En la unidad procedemos a colocar un galón de fluido hidráulico Dexron III con lo que trabaja la caja automática sin colocar ningún aditivo.



Figura 4. 71. Suministro de fluido hidráulico.
Fuente: Autores

- **Proceso de cambio de fluido de la unidad**

Para empezar con el cambio del fluido hidráulico en la Blazer procedemos a energizar la unidad, prendemos la pantalla siguiendo las indicaciones de trabajo, el tiempo de seteo o recirculación independiente lo dejamos en 30 segundos iniciado el proceso.



Figura 4. 72. Tiempo de recirculación independiente.
Fuente: Autores

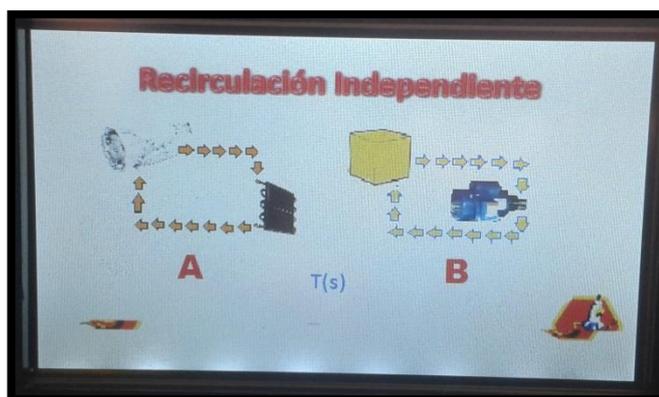


Figura 4. 73. Proceso de recirculación de fluido.
Fuente: Autores

Al empezar la recirculación independiente procedemos a ver las presiones trabajo de transmisión 55 Psi como del circuito bomba 75 Psi, una vez finalizado el tiempo de recirculación las electroválvulas se energizan procediendo al cambio de fluido hidráulico mostrando la caída de presión por parte de circuito transmisión.



Figura 4. 74. Cambio de fluido en proceso.

Fuente: Autores



Figura 4. 75. Presión de trabajo en proceso de cambio.

Fuente: Autores.

Finalizado este proceso aparecerá un mensaje de cambio exitoso indicando que se ha producido el cambio de fluido hidráulico apagando de manera instantánea el circuito bomba dejando recircular el circuito transmisión.

Para terminar el trabajo de la unidad tocamos el icono finalizar.



Figura 4. 76. Finalización del cambio de fluido.

Fuente: Autores

- **Recolección de muestras de aceite.**

Para verificar la calidad del fluido hidráulico tomamos dos muestras, retiramos una cantidad de fluido que se encuentra dentro de la caja automática y la otra lo tomamos al drenar el aceite hidráulico sucio que se encuentra en el depósito de reserva A para sus respectivos análisis de laboratorio.



Figura 4. 77.Recolección de muestras para el análisis.

Fuente: Autores

Finalizado el cambio desconectamos las mangueras que unen a la caja automática y ajustamos la cañería de la transición automática a la toma de entrada del radiador finalizando el trabajo de la unidad.

Realizamos la limpieza de la unidad para guardar sus elementos de trabajo.

4.4.3. Análisis comparativo de las pruebas de funcionamiento de la UCF.

Al realizar las pruebas de la unidad de cambio de fluido en los tres vehículos se pudo comprobar que es apta para trabajar con las distintas marcas vehiculares existentes en el país; ya que a pesar que las transmisiones automáticas trabajen a distintos parámetros, su principio de funcionamiento es el mismo y se acopla de manera óptima a la unidad. Cabe mencionar que para lograr que la unidad se acople a cada transmisión es necesario obtener acoples rápidos para cada marca vehicular.

Tabla 4. 16. Cuadro comparativo de pruebas.

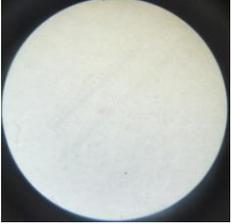
Parámetros comparativos	Vehículos de prueba			Parámetros Promedio
	Suburban 1996	Suburban 1998	Bleazer 2010	
Kilometraje	141.728 km	74.226 km	80.345 km	
Uso	Militar	Militar	Familiar	
Recorrido	Continuo	Continuo	Parcial	
Capacidad	Galón tres cuartos	Galón tres cuartos	Un galón	
Presión	45 Psi	45 Psi	55 Psi	48 Psi
Caudal	2.5 GPM	2.5 GPM	2.5 GPM	2.5GPM
Tiempo de cambio	15 min	15 min	20 min	17 min
Resultado de cambio	Efectivo	Efectivo	Efectivo	Efectivo
Aspecto del fluido antes del cambio	muy oscuro con partículas	oscuro	opaco	oscuro
Aspecto del fluido posterior al cambio	Rojizo opaco	Rojizo opaco	Rojizo opaco	Rojizo opaco
Nivel de fluido posterior al cambio	correcto	correcto	correcto	correcto

Fuente: Autores

4.4.4. Análisis de muestras de aceite.

Con el objeto de conocer la calidad del hidráulico que es suministrado a la transmisión, en las tres pruebas realizadas se toman muestras del aceite antes y después del cambio realizado con la unidad de cambio de fluido diseñada, para someterlas a un análisis cuantitativo de laboratorio que determina la cantidad de partículas contaminantes según la norma ISO 4406:99 obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. 17.Muestras obtenidas en vehículo Suburban 96.

	Antes	Después
Muestra del parche		
Muestra en el microscopio a 100x		
		

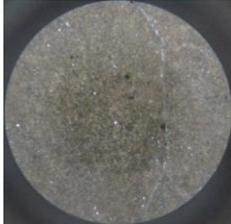
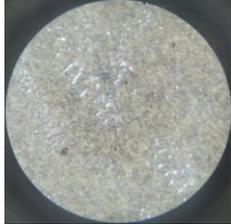
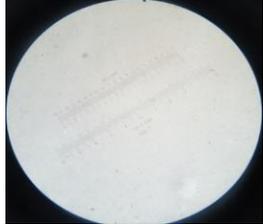
Fuente: Neumac, Autores.

Tabla 4. 18. Conteo de partículas – Suburban 96.

Resultado de Conteo de Partículas		
	Antes	Después
Aspecto	Oscuro Opaco	Rojizo opaco
ISO4406:99	23/22/19	15/14/11
Part> 4 micras en 1 ml	40000 – 80000	160 – 320
Part> 6 micras en 1 ml	20000 – 40000	80 – 160
Part> 14 micras en 1 ml	2500 – 5000	10 – 20
Conclusión	En la muestra se encontraron partículas metálicas que denota desgaste interno, fibras sintéticas, partículas de sílice y óxido ferroso. Según la escala de limpieza ISO el fluido se encuentra severamente contaminado.	En la muestra se encontraron partículas de sílice. Según la escala de limpieza ISO el fluido posee un nivel de limpieza adecuado para aplicaciones hidráulicas.
Estas conclusiones han sido emitidas en base al cuadro de interpretación de la Figura 2.23.		

Fuente: Neumac, Autores.

Tabla 4. 19. Muestras obtenidas en vehículo Suburban 98.

	Antes	Después
Muestra del parche		
Vista en el microscopio a 100x		
		

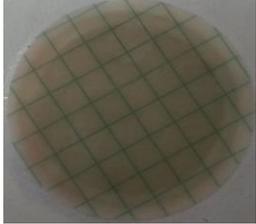
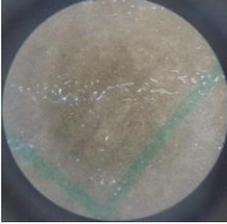
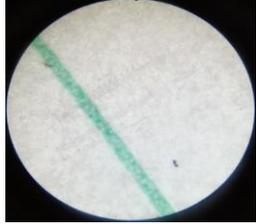
Fuente: Neumac, Autores.

Tabla 4. 20. Conteo de partículas – Suburban 98.

Resultado de Conteo de Partículas		
	Antes	Después
Aspecto	Oscuro Opaco	Rojizo opaco
ISO 4406:99	22/21/17	15/14/11
Part> 4 micras en 1 ml	20000 – 40000	160 – 320
Part> 6 micras en 1 ml	10000 – 20000	80 – 160
Part> 14 micras en 1 ml	640 – 130	10 – 20
Conclusión	En la muestra se encontraron partículas metálicas que denota desgaste interno, partículas de sílice y óxido ferroso. Según la escala de limpieza ISO el fluido se encuentra severamente contaminado.	En la muestra se encontraron partículas de sílice. Según la escala de limpieza ISO el fluido posee un nivel de limpieza adecuado para aplicaciones hidráulicas.
Estas conclusiones han sido emitidas en base al cuadro de interpretación de la Figura 2.23.		

Fuente: Neumac, Autores.

Tabla 4. 21. Muestras obtenidas en vehículo Blazer 2010.

	Antes	Después
Muestra del parche		
Muestra en el microscopio a 100x		
		

Fuente: Neumac, Autores.

Tabla 4. 22. Conteo de partículas – Blazer 2010.

Resultado de Conteo de Partículas		
	Antes	Después
Aspecto	Oscuro Opaco	Rojizo opaco
ISO 4406:99	20/19/16	16/15/12
Part > 4 micras en 1 ml	5000 – 10000	320 – 640
Part > 6 micras en 1 ml	2500 – 5000	160 – 320
Part > 14 micras en 1 ml	360 – 640	20 – 40
Conclusión	En la muestra de encontraron partículas de sílice y óxido ferroso. Según la escala de limpieza ISO el fluido aún se encuentra apto para aplicaciones hidráulicas.	En la muestra de encontraron partículas de sílice. Según la escala de limpieza ISO el fluido posee un nivel de limpieza adecuado para aplicaciones hidráulicas.
Estas conclusiones han sido emitidas en base al cuadro de interpretación de la Figura 2.23.		

Fuente: Neumac, Autores.

Tabla 4. 23. Análisis de pruebas de aceite.

Resultados de aceite.				Promedio												
	Suburban 96	Suburban 98	Blazer 2010													
Código ISO 4406:99	15/14/11	15/14/11	16/15/12	15/14/11												
Aspecto	Rojizo opaco	Rojizo opaco	Rojizo opaco	Rojizo opaco												
Part> 4u en 1ml	160 – 320	160 – 320	320 – 640	160 – 320												
Part> 6u en 1 ml	80 – 160	80 – 160	160 – 320	80 – 160												
Part> 14u en 1ml	10 – 20	10 – 20	20 – 40	10 – 20												
Cuadro de interpretación																
Código ISO	---	12/9	---	14/11	---	16/13	---	18/15	---	20/17	---	22/19	---	24/21	---	26/23
Fluidos Hidráulicos	Muy limpio			Limpio						Sucio						
Cajas de cambios				Muy limpio				Limpio								Sucio
Motores			Muy limpio					Limpio				Sucio				
Turbinas		Muy limpio				Limpio		Sucio								
Resultado				Limpio		Limpio		Limpio								Limpio
<p>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.</p>																

Fuente: Autores, Neumac, lubrication-management.com

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- Determinamos que el uso de normas técnicas para el diseño estructural, hidráulico y electrónico contienen consideraciones generales de estudio requeridas para identificar y seleccionar acertadamente los elementos que conforman la unidad de cambio de fluido.
- 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 102.5Mpa siendo el 41% de su resistencia original; aplicando la teoría de la resistencia a la tracción su esfuerzo máximo es de 50.76Mpa, este el 1.5 % de su resistencia original; finalmente al estirar el metal se deforma 1.4mm 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.

- Determinamos que para unir las líneas hidráulicas de los elementos que conforman la unidad de cambio de fluido lo más idóneo es utilizar adaptadores y acoples NPT por ser aptos para trabajar a una presión de 100 Psi, una temperatura de 80°C y tener un adecuado dimensionamiento y tipo de rosca.
- 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.
- Comprobamos que el cambio de fluido hidráulico proporcionado por la UCF por medio del sistema de recirculación y filtrado de aceite, reemplaza hasta un 90% del aceite degradado de las transmisiones automáticas, dejando atrás obsoletos métodos de cambio por goteo.
- 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.

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.
- Para unir las líneas hidráulicas que se encuentran dentro de la unidad es recomendable utilizar adaptadores o acoples NPT ya que son adecuados para fluidos y por la norma que trabajan los elementos hidráulicos, las dimensiones dependerán de las necesidades de las mangueras hidráulicas y los componentes hidráulicos de la unidad.
- 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 por el filtro de succión que se encuentra dentro de este depósito, y adicionar la cantidad necesaria de fluido que ocupa la caja automática a realizar el cambio.
- Por seguridad al momento de realizar un mantenimiento se colocó una llave de alivio a la salida del depósito B, en el instante de poner en funcionamiento la unidad debemos asegurarnos de que esta llave se encuentre abierta si estuviese cerrada la bomba estará trabajando sin fluido y puede dañarse internamente.
- Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio recomienda realizar una limpieza por filtración para eliminar impurezas cada seis meses, la unidad de cambio de fluido puede ser modificada siguiendo los parámetros de diseño hidráulico para implementar un sistema de filtración para realizar este trabajo.

- Al pasar el fluido por el sistema hidráulico de la unidad de cambio de fluido las impurezas se retienen en los filtros de aceite mejorando la calidad de pureza del fluido, con este principio se instaló un indicador de impurezas de filtros para el sistema siendo este indicador el encargado de mostrar si ya cumplieron con su vida útil siendo recomendable visualizar periódicamente en indicador.
- 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYLESTAD, R. NASHELSKY, 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.
- JAMES GERE. (2008). Mecánica de Materiales. 6 ed. México D. F. Cengage Learning Editores S.A.
- JOHNSTON, J. FERDINAL, P. RUSELL, E. PEWORD, J. (2007). Mecánica de Materiales. 4 ed. México D. F. Mc – Hill Interamericana Editores.
- MOTT ROBERT L. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas. (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.
- THEODORE WILDI. (2007). Maquinas Eléctricas y Sistema de Potencia. 6 ed. México D.F. Pearson Education.
- VILORIA JOSE. (2006). Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada. 10 ed. Madrid. Thomson Editores.
- ATMEGA8-16PU. Obtenido en <http://www.digikey.com/product-detail/es/ATMEGA8-16PU/ATMEGA8-16PU-ND/739787> [Citado el 23-06-2014].
- Bombas de vacío. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/usuarios-yaplicaciones-de-las-bombas-de-engranajes-externos-e-internos-30434.htm> [Citado el 07-04-2014].

- Características generales de los relés. Obtenido en <http://www.uv.es/marinjl/electro/reles.html> [Citado el 20-05-2014].
- Circuitos integrados. Obtenido en <http://www.slideshare.net/cplasarenas/que-es-un-circuito-integrado> [Citado el 22-06-2014].
- El transistor. Obtenido en <http://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/EL%20TRANSISTOR.htm> [Citado el 01-07-2014].
- Funcionamiento y tipos de válvulas direccionales o de vías. Obtenido en <http://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>[Citado el 05-03-2014].
- Índice Accesorios Hidráulicos. Disponible en http://www.br.stauff.com/fileadmin/Downloads/PDF/Hydraulikzubehoer/STAUFF_NAV_Spanish_Access-web.pdf [Citado el 10-04-2014].
- Soldaduras Zelecta S.A. de C.V. Obtenido de <http://soldaduraszelecta.com/productos/soldadura-6011-p-151.html> [Citado el 03-04-2014].
- Todos los catálogos y folletos técnicos STAUFF. Disponible en <http://pdf.directindustry.es/pdf/stauff-5551.html>[Citado el 04-09-2013].
- Ultrasónico de nivel de líquido sensor Obtenido en <http://es.aliexpress.com/item/Ultrasonic-Liquid-Level-Sensor-Ultrasonic-Level-Sensor-Liquid-Level-Probe/562870354.html> [Citado el 19-06-2014].
- Válvula y Medidores de Flujo. Obtenido en http://www.valvulasymedidores.com/valvulas_check.html. [Citado el 03-01-2014].

ANEXOS

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Irma Gabriela Oña Gualpa y Byron Wladimir Paucar Guallichico bajo mi supervisión.

**ING. JUAN CASTRO.
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**ING. JUAN ROCHA.
CODIRECTOR DEL PROYECTO**

**ING. JUAN CASTRO
DIRECTOR DE LA CARRERA**

**R. FREDDY JARAMILLO.
SECRETARIO ACADÉMICO**