



Universidad Técnica del Norte

Facultad de Educación Ciencia y Tecnología

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Modificación de un Suzuki Samurai para travesía.

Trabajo de grado previo a la obtención del título de:

Ingeniero en Mantenimiento Automotriz.

Autor:

Pablo Sebastián Cabrera Recalde

Director:

Ing. Fredy Rosero Msc.

Ibarra, 2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como Director del Trabajo de Grado Titulado: **"Modificación de un Suzuki Samurai para Travesía"**. Trabajo realizado por el señor egresado Cabrera Recalde Pablo Sebastián, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentados públicamente ante el Tribunal designado.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.

TÍTULO:	"MODIFICACIÓN DE UN SUZUKI SAMURAI PARA TRAVESÍA"
AUTOR (ES):	Cabrera Recalde Pablo Sebastián
FECHA: AAAA/MM/DD	2014/05/01
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
PROGRAMA:	
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	
ASESOR / DIRECTOR:	Ing. Fredy Rosero DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100314531-3
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cabrera Recalde Pablo Sebastián
DIRECCIÓN:	Ibarra, Av. Mariano Acosta 23-38 y Padre Jacinto Pankerry
EMAIL:	pkavrerha89@hotmail.com
TELÉFONO MOVIL:	0987335641

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"MODIFICACIÓN DE UN SUZUKI SAMURAI PARA TRAVESÍA"
AUTOR (ES):	Cabrera Recalde Pablo Sebastián
FECHA: AAAAMMDD	2014/04/01
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR / DIRECTOR:	Ing. Fredy Rosero

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cabrera Recalde Pablo Sebastián, con cédula de ciudadanía Nro. 100314531-3, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de marzo de 2015

EL AUTOR

Fecha: al 01 día del mes de abril de 2015



Cabrera Recalde Pablo Sebastián
C.C. 100314531-3

Cabrera Recalde Pablo Sebastián
C.C. 100314531-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHO AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo Cabrera Recalde Pablo Sebastián, con cédula de ciudadanía Nro. 100314531-3 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **"MODIFICACIÓN DE UN SUZUKI SAMURAI PARA TRAVESÍA"**, que ha sido desarrollado para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, quedando la Universidad Técnica del Norte para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra ante citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, al 01 día del mes de abril de 2015

A handwritten signature in blue ink that reads "Pablo Cabrera Recalde".

Cabrera Recalde Pablo Sebastián
C.C. 100314531-3

DEDICATORIA

Este Trabajo de Grado va dedicado hacia mis padres PABLO y JULIANA, mis gestores, ejemplo a seguir en pie de lucha y nunca desmayar las ganas de salir adelante, su apoyo desde mi niñez hasta mi vida adulta, por ellos soy lo que soy, sus valores y principios han hecho de mí una persona de bien.

A mi hermana JOHANA, amiga y compañera de juegos y risas, que sea un ejemplo para que continúes luchando y estudiando por tu porvenir.

A MIS DOS ABUELITAS, MIS TÍOS Y PRIMOS, quienes son parte fundamental en mi vida, quienes me han visto crecer, las palabras sabias y consejos de todos ellos, hacen que este sueño de ser Ingeniero, se vuelva una realidad.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia quiero agradecer a DIOS y a LA MADRE DOLOROSA, por darme el día a día, la vida y las ganas para poder sobrellevar y superar cada obstáculo que se me presentaba en el transcurso de este Proyecto.

A mi madre JULIANA RECALDE, quien con todos sus consejos, su apoyo, su dedicación, su amor y los valores inculcados hicieron que este sueño de culminar mis estudios universitarios se vuelva una realidad. Gracias mami.

A mi padre PABLO CABRERA, ejemplo de sacrificio, lucha y dedicación, su incondicional presencia en todo momento de mi Proyecto, ese empujón de padre que siempre te hace seguir adelante y no desfallecer ante cualquier obstáculo en el camino.

A mi hermana JOHANA CABRERA, por su confianza y el apoyo brindado.

A MI FAMILIA Y AMIGOS que de una u otra forma me apoyaron, me ayudaron, me dieron las ganas y la fortaleza de salir adelante.

A TODOS LOS PROFESORES de la Carrera de Ingeniería de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, quienes con sus enseñanzas dentro y fuera de las aulas han sido y serán la base fundamental para poder llevar una vida profesional.

RESUMEN

El presente Proyecto de Grado, tiene como objetivo principal la modificación de un Suzuki Samurai, para uso en travesías, con este tipo de modificaciones se pretende una gran variabilidad a sus características de funcionamiento en el vehículo a lo que fuesen cuando fue de serie, con el fin de tener una fiabilidad y capacidad mayor al paso en los distintos tipos de terrenos a los que esté sometido el vehículo. Es de gran interés el estudio de este Proyecto, debido al uso de métodos prácticos y analíticos propios de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, dentro de este proyecto. Entre sus modificaciones: se implementó un cabezote doble árbol de levas 16 válvulas con sistema de alimentación a inyección electrónica multipunto, programable de marca Haltech, modelo Sprint 500, lo cual hace que el vehículo sea más eficiente, menos contaminante y más económico; se cambió el modo de encendido, que era antes de distribuidor por un encendido de chispa perdida. Además, se reemplazó la relación de transmisión en la caja de transferencia, lo cual permite mejorar el rendimiento, en cuanto a torque y velocidad final en marchas sencillas; y al momento de utilizar la doble tracción, permite una elevada fuerza de giro, obteniendo resultados satisfactorios como es el aumento de torque y potencia, comprobados en un dinamómetro, pruebas que se realizaron antes y después de las modificaciones. El aumento en porcentaje en cuanto a potencia se refiere, es del 36% y en torque es del 25,32%. Estos cambios han sido probados en la parte práctica, mecánica y matemática, debido a que el vehículo modificado fue sometido a distintas pruebas en distintos tipos de caminos, logrando superarlos con mejores resultados que antes de las modificaciones realizadas, sin comprometer o dañar otros elementos.

ABSTRACT

This graduation project has as main objective, the modification of Suzuki Samurai for off-road purpose, with this kind of variability is intended to performance characteristics in the vehicle whatever it were when it was standard, has a reliability and increased capacity to ride in different types of ground as aim which the vehicle is subjected, it's so interesting studying this project by the practical and analytical methods within this project of engineering degree in automotive maintenance, including its amendments a dual overhead camshaft cylinder head 16 valves with programmable power system, also electronic multipoint injection Haltech Sprint, model Sprint 500 was implemented, which makes the vehicle more efficient, less pollutant and more economical, also mode switch that was changed before dealer for waste spark further gear ratio in the transfer box was replaced, which improves the performance of torque and top speed terms in simple marches and when to use wheel drive allows high turning force, obtaining satisfactory results such as increased power and torque tested on a dynamometer tester, before and after modifications, the percentage increase in potency refers is 36% and torque is 25.32%. These changes have been tested in the practical, mechanics and mathematics area, because the modified vehicle was subjected to various tests on different kinds of roads getting overcome with better results than before the changes made without compromising or damaging other items.

INTRODUCCION

El tema de trabajo “Modificación de un Suzuki Samurai para travesía”, fue elegido debido a la experimentación de ser humano, las ganas de llegar y explorar lugares intransitables con vehículos normales, la innovación automotriz en la creación de equipos de rescate, se ha impulsado la necesidad de modificar un vehículo de serie para uso en travesías fuera del perímetro urbano.

Considerando que, en una travesía lo que se necesita es un vehículo fiable, alto y liviano, se implementó cambios al vehículo, para que entre sus características sea más potente y fuerte, lo que hace que al reunir todos estos elementos la máquina sea apta para superar cualquier dificultad a su paso.

El vehículo modificado en el Proyecto, al implementar todos los cambios como son: en la parte mecánica, el cabezote doble árbol de levas y la reductora del transfer; y, en la parte electrónica la instalación del sistema de inyección y encendido electrónico, presento muchos cambios, entre ellos el aumento de torque y potencia, que fue la mayor expectativa dentro del Proyecto.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Introducción.....	vi
 Capítulo I	
1. Problema de Investigación	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Delimitación de la investigación	3
1.4.1. Temporal.....	3
1.4.2. Espacial.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos	3
1.6. Justificación.....	3
 Capítulo II	
2. Marco Teórico.	4
2.1. Motor doble árbol de levas	4
2.1.1. Ventajas y desventajas de un motor doble árbol de levas.	4
2.1.1.1. Ventajas de un motor doble árbol de levas.....	4
2.1.1.2. Desventajas de un motor doble árbol de levas.	5
2.2. Motor Suzuki Twin Cam	5

2.3. El cabezote.....	6
2.3.1. Válvulas.....	7
2.3.2. Muelles o resortes.....	8
2.3.3. Guías de válvulas.....	8
2.3.4. Cauchos de válvulas.....	9
2.3.5. Propulsores.....	9
2.3.6. Árbol de balancines.....	10
2.3.7. Árbol de levas.....	10
2.3.8. Bancadas.....	11
2.3.9. Tapa válvulas.....	11
2.4. Sistema de inyección electrónica.....	11
2.4.1. Función del sistema de inyección electrónica.....	12
2.4.2. Ventajas del sistema de inyección electrónica.....	12
2.4.3. Clasificación de los sistemas de inyección electrónica.....	13
2.4.3.1. Según el lugar de inyección.....	13
2.4.3.2. Según el número de inyectores.....	14
2.4.3.3. Según el tipo de inyección.....	14
2.4.3.4. Según el número de inyecciones.....	15
2.4.3.5. Según sus características de funcionamiento.....	16
2.4.4. Partes y elementos del sistema de inyección electrónica.....	16
2.4.4.1. Unidad de control.....	17
2.4.4.2. Medidor de flujo de aire.....	17
2.4.4.3. Medidor de presión de aire.....	18
2.4.4.4. Sensor de posición de la mariposa del acelerador.....	18
2.4.4.5. Sensor de temperatura del motor.....	19

2.4.4.6. Sensor de oxígeno o sonda lambda.	20
2.4.5. Actuadores del sistema de inyección electrónica.	21
2.4.5.1. Motor paso a paso, o válvula IAC.	21
2.4.5.2. Relé.	21
2.4.5.3. Bomba eléctrica de gasolina.	22
2.4.5.4. Filtro de combustible.	23
2.4.5.5. Válvula reguladora de presión.	23
2.4.5.6. Inyectores.	24
2.4.5.7. Riel de inyectores y cañerías.	25
2.5. Sistema de encendido electrónico del motor.	25
2.5.1. Ventajas del sistema de encendido electrónico del motor.	26
2.5.2. Clasificación de los sistemas de encendido electrónico.	26
2.5.2.1. Sistema de encendido por impulsos de inducción.	26
2.5.2.2. Sistema electrónico por descarga del condensador.	27
2.5.2.3. Encendido electrónico sin contactos.	27
2.5.2.4. Encendido electrónico integral.	27
2.5.2.5. Sistema de encendido DIS.	27
2.5.3. Partes del sistema de encendido.	28
2.5.3.1. Sensor CMP.	28
2.5.3.2. El sensor CKP.	29
2.5.3.3. Sensor KS.	29
2.5.3.4. Bobina.	30
2.5.3.5. Cables de bujías.	30
2.5.3.6. Bujías.	31
2.6. Inyección programable Haltech.	32

2.6.1. Características que posee la de unidad de control Haltech sprint 500.....	33
2.6.2. Salidas de señal.....	34
2.6.3. Entradas de señal.	34
2.6.4. Funciones.....	34
2.6.5. Mapeo.	34
2.6.6. Características varias.	35
2.7. El transfer reductor	36
2.7.1. El transfer reductor a instalarse en el Suzuki Samurai.	37
2.7.1.1. Funcionamiento en 2h en un Suzuki Samurai.	39
2.7.1.2. Funcionamiento en 4high en un Suzuki Samurai.	39
2.7.1.3. Funcionamiento de 4 lo de Suzuki Samurai.	40

Capítulo III

3. Metodología de la Investigación.	42
3.1. Tipos de investigación.	42
3.1.1. Bibliográfico.....	42
3.1.2. Tecnológico.	42
3.2. Métodos de investigación.	42
3.2.1. Método analítico sintético.	42
3.3. Técnicas de investigación.....	43

Capítulo IV

4. Propuesta.	44
4.1. Diagnóstico.....	44
4.1.1. Diagnóstico del motor.	44
4.1.2. Diagnóstico del sistema de encendido.....	44
4.1.3. Diagnóstico del transfer reductor.	44

4.1.4. Diagnóstico general del vehículo.	44
4.2. Cambios mecánicos y electrónicos a realizarse realizados.	48
4.2.1. Cambios respecto al motor.	48
4.2.2. Cambios con respecto al sistema de inyección y encendido electrónico. .	49
4.2.3. Cambios con respecto al transfer reductor.	49
4.3. Medidas calculadas matemáticamente en el motor del Suzuki Samurai a modificarse.	49
4.3.1. Medición de diámetro y carrera motor G13B Suzuki Samurai.	49
4.3.2. Cálculo de la cilindrada unitaria del motor G13B Suzuki Samurai.	49
4.3.3. Cálculo de la cilindrada total motor G13B Suzuki Samurai.	50
4.3.4. Medición del volumen de la cámara.	50
4.3.5. Cálculo de relación de compresión cabezote Suzuki Samurai.	50
4.3.6. Cálculo de la relación de compresión Suzuki Twin Cam.	51
4.4. Proceso de desmontaje del cabezote ocho válvulas original.	51
4.4.1. Evaluación del estado de las bujías.	52
4.4.2. Pasos para el desmontaje del cabezote original.	53
4.5. Pasos para el montaje del cabezote Suzuki Twin Cam 16 válvulas.	55
4.6. Pasos para la instalación del sistema de inyección y encendido electrónico del motor.	61
4.6.1. Proceso de calibración Haltech Sprint 500.	77
4.7. Montaje y desmontaje del transfer reductor.	82
4.7.1. Despiece del transfer reductor en el Suzuki Samurai.	82
4.7.2. Ensamblaje de la reductora en el transfer del Suzuki Samurai a modificarse.	85
4.7.3. Cálculo de la relación de transmisión del transfer reductor original y modificado.	90

4.7.3.1. Cálculo de relación de transmisión original en marcha 4H.....	91
4.7.3.2. Cálculo de la relación de transmisión modificada en marcha 4H.	92
4.7.3.3. Cálculo de relación de transmisión original en marcha 4L.	93
4.7.3.4. Cálculo de relación de transmisión modificada en marcha 4L.....	95
4.7.4. Comparación de relaciones del transfer entre la original y modificada. ...	96
4.7.5. Tabla y grafica de velocidad vs rpm de la relación de transmisión original y el transfer reductor 4.16:1.....	96
5. Pruebas	98
5.1. Motor y transfer antes de las modificaciones.	99
5.2. Motor y transfer realizado las modificaciones.	103
Capítulo V	
5. Conclusiones y recomendaciones.....	108
5.1. Conclusiones.	108
5.2. Recomendaciones.....	109
Referencias bibliográficas:	110
Anexos.	
Anexo 1. Cálculo de segunda velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.....	111
Anexo 2. Cálculo de tercera velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.....	112
Anexo 3. Cálculo de cuarta velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.....	113
Anexo 4. Cálculo de quinta velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.....	114
Anexo 5. Cálculo de primera velocidad en modo 4L con transfer original y modificado. ...	115
Anexo 6. Cálculo de segunda velocidad en modo 4L con transfer original y modificado....	116

Anexo 7. Cálculo de tercera velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.....	117
Anexo 8. Cálculo de cuarta velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.....	118
Anexo 9. Cálculo de quinta velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.....	119

Índice de tablas.

Tabla 1. Según el lugar donde inyectan.....	13
Tabla 2. Según el número de inyectores.....	14
Tabla 3. Según el tipo de inyección.....	15
Tabla 4. Según el número de inyectores.....	15
Tabla 5. Según sus características de funcionamiento.	16
Tabla 6. Características de las partes del Suzuki Samurai.	45
Tabla 7. Partes y estado de los componentes del vehículo.....	48
Tabla 8. Datos de los inyectores.....	64
Tabla 9. Datos sensor CKP.....	70
Tabla 10. Datos sensor TPS.....	72
Tabla 11. Datos sensor MAP.....	73
Tabla 12. Datos sensor MAF.....	74
Tabla 13. Datos sensor IAT.....	75
Tabla 14. Datos de la bobina.	76
Tabla 15. Número de dientes marcha 4H original.....	91
Tabla 16. Número de dientes marcha 4H con reductora.	92
Tabla 17. Número de dientes marcha 4L original.	94
Tabla 18. Número de dientes marcha 4L con reductora.....	95
Tabla 19. Relación de transfer original y modificado	96
Tabla 20. Primera velocidad en modo 2H con transfer original y modificado.	97

Tabla 21. Incremento de torque y potencia.	107
---	-----

Índice de figuras:

Figura 1. Perspectiva motor Suzuki twin cam 16 válvulas.	6
Figura 2. Válvulas	7
Figura 3. Muelles de válvulas.....	8
Figura 4. Guías de válvulas.	8
Figura 5. Sellos de válvulas.....	9
Figura 6. Propulsores hidráulicos.....	9
Figura 7. Árbol de balancines.....	10
Figura 8. Árbol de levas	10
Figura 9. Tapa de válvulas.....	11
Figura 10. Unidad de control electrónica del vehículo.....	17
Figura 11. Sensor MAF.	18
Figura 12. Sensor MAP	18
Figura 13. Sensor TPS.....	19
Figura 14. Sensor de temperatura del motor.	20
Figura 15. Sensor de Oxígeno.	20
Figura 16. Válvula IAC.	21
Figura 17. Relé.	22
Figura 18. Bomba de gasolina.	22
Figura 19. Filtro de combustible.	23
Figura 20. Regulador de presión.	24
Figura 21. Inyectores.	24
Figura 22. Riel de inyectores.....	25

Figura 23. Sensor CMP.	28
Figura 24. Sensor CKP.	29
Figura 25. Sensor KS.	30
Figura 26. Bobina.	30
Figura 27. Cables de bujías.	31
Figura 28. Bujía.	32
Figura 29. ECU Haltech Sprint 500.	33
Figura 30. Mapa de programación Haltech Sprint 500.	35
Figura 31. Transfer reductor.	37
Figura 32. Reductora para Suzuki Samurai.	38
Figura 33. Funcionamiento transfer 2H.	39
Figura 34. Funcionamiento transfer 4H.	40
Figura 35. Funcionamiento 4L.	40
Figura 36. Perspectiva superior, lateral, posterior y frontal de un Suzuki Samurai.	47
Figura 37. Manómetro de prueba de presión de cilindros.	52
Figura 38. Bujías AC delco originales.	52
Figura 39. Motor completo y armado del Suzuki Samurai a modificar.	53
Figura 40. Despiece de las partes del motor.	53
Figura 41. Despiece de la distribución del motor.	54
Figura 42. Bloque de cilindros del motor.	54
Figura 43. Bloque de cilindros del motor.	55
Figura 44. Bloque de cilindros del motor limpio.	56
Figura 45. Parte posterior del cabezote.	56
Figura 46. Partes internas del cabezote.	57
Figura 47. Cabezote con el múltiple de admisión.	58

Figura 48. Empaque del cabezote montado sobre el bloque de cilindros.	58
Figura 49. Cabezote montado sobre el bloque de cilindros.....	58
Figura 50. Árboles de levas y poleas montados sobre el cabezote.....	59
Figura 51. Piñón anterior y piñón nueva de la banda de distribución.	59
Figura 52. Cabezote terminado de armar.	60
Figura 53. Header 1-4, 2-1.	61
Figura 54. Rueda fónica y polea del cigüeñal.	62
Figura 55. Rueda fónica solada en la polea del cigüeñal.	62
Figura 56. Comprobación y limpieza de inyectores.....	63
Figura 57. Inyectores y riel de inyectores.	64
Figura 58. Apertura del agujero para el arnés de cables.....	65
Figura 59. Arnés de cables.	65
Figura 60. Diagrama de conexión eléctrica Haltech Sprint 500.....	66
Figura 61. Conexiones eléctricas de fusibles y relés.....	67
Figura 62. Soldadura con cautín y estaño de cables.....	67
Figura 63. Bomba eléctrica de combustible.	68
Figura 64. Diagrama de conexión electrónica de sensores y actuadores	69
Figura 65. Sensor CKP y rueda fónica.	70
Figura 66. Mariposa y cuerpo de aceleración.....	71
Figura 67. Sensor TPS montado en el cuerpo de aceleración.	71
Figura 68. Sensor MAP y manguera de vacío.....	72
Figura 69. Sensor MAF colocado en la manguera del depurador.	73
Figura 70. Sensor IAT colocado en el cabezote.....	74
Figura 71. Bobina colocada en el vehículo.	75
Figura 72. Cables de bujías instalados en el motor.	76

Figura 73. Motor del Suzuki Samurai.	77
Figura 74. Mapa 2D y 3D de carga e inyección.	78
Figura 75. Configuración principal.	79
Figura 76. Configuración de sincronización.	80
Figura 77. Configuración de Avance.....	80
Figura 78. Ubicación del transfer reductor.....	82
Figura 79. Transfer reductor desmontado.	83
Figura 80. Despiece de bridas	83
Figura 81. Retirada la tapa de la carcasa del eje de entrada.	84
Figura 82. Originales del transfer reductor.....	85
Figura 83. Piñón de 4L montado en el transfer limpio.....	86
Figura 84. Piñones de la Reductora Calmini 4.16:1.....	87
Figura 85. Transfer reductor listo para sellarlo.	87
Figura 86. Acople de las carcasas del transfer reductor.	88
Figura 87. Sellando la carcasa del eje de entrada.	88
Figura 88. Caja de transferencia finalizada el ensamblaje.	89
Figura 89. Transfer reductor listo para montar.....	90
Figura 90. Piñones modo 4H.....	91
Figura 91. Piñones modo 4L.	93
Figura 92. Compración de diagrama de primera velocidad 2H y 4H.....	98
Figura 93. Suzuki Samurai sobre el dinamómetro.	99
Figura 94. Suzuki Samurai anclado al dinamómetro.....	100
Figura 95. Realizando la primera prueba de torque y potencia.	100
Figura 97. Datos de potencia y rpm iniciales.	102
Figura 98. Anclaje del Suzuki Samurai al dinamómetro.....	104

Figura 100. Datos y diagrama de torque y potencia finales. 105

Figura 101. Datos de potencia y rpm finales..... 106

Capítulo I

1. Problema de Investigación

1.1. Antecedentes

Suzuki, empresa japonesa empezó con la creación de vehículos todo terreno en la década de los 70, el primero de la gama del chasis SJ fue denominado Suzuki Sj 410. Este contaba con un motor de 1.000 cm³ y 45 HP de potencia, tenía un techo duro, de fibra o de lona, dependiendo del modelo.

Posteriormente la empresa fabricó un segundo modelo de denominación SJ 413, este montaba un motor de 1.300 cm³ y 64 CV, alimentado por carburador. Entre sus principales diferencias eran en la apariencia, que contaba con un capot un poco más alto, caja de cambios de 5 velocidades, ya que el anterior tenía de 4 velocidades y el transfer reductor más largo en el modelo SJ 413.

A partir del año 1987 empezó la fabricación del Suzuki Samurai, debido a supuestos "problemas de seguridad". Suzuki abandonó la comercialización del SJ 413, con diversos cambios mecánicos como: ejes más 4 cm más largos, suspensión "mejorada", salpicadero, posición del indicador de dirección lateral, persiana, ligeramente pilotos traseros.

En el año 1998, el Suzuki Samurai presentó una transformación, y esta sería la última generación en la cual al motor 1.3 c.c. se le adjuntó una alimentación a inyección mono punto; además, de una versión a diésel del fabricante francés Peugeot o Renault, dependiendo la procedencia.

Entre sus cambio se presentó una suspensión renovada en cuanto a que esta se substituyó por espirales y amortiguadores en los mismos ejes rígidos, ya que su antecesor presentaba una suspensión dura de ballestas.

En lo estético cambió su persiana frontal, guardachoques plásticos y la apariencia en cuanto al capot. Mientras que la parte interior, la consola fue modificada por una más moderna, además de los asientos y los elementos de confort. Este modelo de Suzuki fue

reemplazado por el Suzuki Jimny, aunque el modelo clásico del Suzuki Samurai se fabricó en Sudamérica hasta el año 2001, en la planta ensambladora de Colombia para Chevrolet.

El Suzuki Samurai es uno de los vehículos más preciados por los usuarios de todoterrenos, su pequeño tamaño y sus cotas lo hacen muy difícil de superar cuando los obstáculos se complican. Para competiciones de trial extremo es muy usado. También se cotiza mucho por su facilidad de manejo y reparación, así como la gran cantidad de accesorios y preparaciones posibles.

El Suzuki Samurai se volvió intensamente popular dentro de la comunidad todo terreno por su desempeño en el terreno extremo y fiabilidad, en comparación con otros 4x4 de la época. Es considerado un todo terreno para principiantes, ya que posee todo lo que se busca en un 4x4 puro, como: es un chasis, ejes rígidos y un transfer reductor con acople de palanca, fáciles de modificar en cuanto a motor y suspensión se refiere. Así mismo los Suzuki Samurai se utilizan en muchas competiciones Off Road al ser vehículos 4x4 relativamente sencillos de modificar e incluso hay preparaciones de “calle” que mejoran sus prestaciones off road.

1.2. Planteamiento del Problema

El vehículo a modificarse es un Suzuki Samurai estándar y de serie. El uso al que va ser sometido es travesías o viajes fuera del perímetro urbano, a lugares alejados y de difícil acceso que nos imposibilita llegar en vehículos comunes. Actualmente el vehículo no posee modificaciones de este tipo pero con los cambios a realizarse, va a tener una excelente eficiencia tanto en torque y en potencia; además de ser un vehículo menos contaminante ya que va a ser sustituido el sistema de carburador por un sistema de inyección electrónica.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo va a variar el desempeño del vehículo Suzuki Samurai de serie al modificarse para travesía: Implementarle doble árbol de levas e inyección electrónica y cambio de relación de transfer?

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Temporal. El presente Proyecto “Modificación de un Suzuki Samurai para travesía”, se va a realizar en el tiempo comprendido entre comienzos de Febrero del año 2013 y marzo del año 2014.

1.4.2. Espacial. Este trabajo se va a realizar en el taller “Mega Auto” y los talleres de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General. Modificar un Suzuki Samurai para travesía.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Reemplazar el cabezote original de 8 válvulas de un solo árbol de levas a uno Twin Cam 16 válvulas.
2. Instalar el sistema de inyección y encendido electrónico en el motor Suzuki Twin Cam 1300.
3. Modificar la relación de engranajes original del transfer a relación 4.16:1.
4. Realizar pruebas de potencia y torque antes y después de las modificaciones.

1.6. Justificación

El motivo de este Proyecto es comprobar que se puede realizar este tipo de transformaciones a un vehículo de serie, para que pueda superar todo obstáculo que antes no lo podía hacer. Los estudiantes podrán comprobar que el vehículo, al ser reemplazado el cabezote de 8 válvulas un solo árbol de levas a uno twin cam 16 válvulas más, la instalación de otro transfer con diferente relación va a tener más potencia y a incrementar el torque. Es así que, aunque se instalen ruedas de mayor diámetro que las originales, el vehículo va a responder muy bien al momento de encontrarse dentro y fuera de carretera.

Capítulo II

2. Marco Teórico.

2.1. Motor doble árbol de levas

Un motor doble árbol de levas en cabeza DOHC (Double Over Head Cam) es un tipo de motor de combustión interna que usa dos árboles de levas, ubicados en la culata, para operar las válvulas de escape y de admisión del motor. Algunos fabricantes le conocen como Twin Cam.

Se empezó a utilizar este sistema de doble árbol de levas debido a que es más eficiente, ya que tiene la particularidad de trabajar por separado las válvulas de admisión y de escape. Además, al poseer dos ejes de levas, se reduce la utilización de varillas, eje de balancines, resortes y tuercas para calibración de válvulas, ya que estos actúan directamente sobre el taque hidráulico y este sobre la válvula. Los árboles de levas son accionadas por el cigüeñal y otros aditamentos, como rodamientos y templadores a través de una banda de distribución o cadena de distribución, dependiendo el tipo de fabricante.

2.1.1. Ventajas y desventajas de un motor doble árbol de levas.

2.1.1.1. Ventajas de un motor doble árbol de levas. Los motores de doble árbol de levas tienden a presentar una mayor potencia que los motores de simple árbol de levas, aun cuando el resto del motor sea idéntico. Esto se debe a que el hecho de poder manejar por separado las válvulas de admisión de las de escape, permite configurar de una manera más específica los tiempos de apertura y cierre, y por ende, tener mayor fluidez en la cámara de combustión.

Los árboles de levas al ser separados son menos pesados que el árbol único, permitiendo mayores subidas de revoluciones y más rápidas que el mono árbol que se está sometido a fuerzas cinéticas mayores. Permite situar la bujía en la mitad de la cámara, con lo que la distancia a todos los puntos es igual evitando el fenómeno de detonación o picado cuando este se presenta con alta carga de motor.

Facilita la adopción de la cámara hemisférica, válvulas inclinadas hacia el pistón, la cual favorece la turbulencia de la mezcla una vez comprimida, así como la salida y entrada de

gases por las toberas de admisión y de escape del cabezote por hacer estos menos giros al entrar en la cámara.

Se facilita por espacio la utilización de dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape permitiendo mayor área de paso de válvula que con una sola, de más diámetro y más pesada, debido a eso permite un mejor llenado y un mejor intercambio de gases, por lo que, en cada carrera presenta un mejor par motor y por lo tanto mayor potencia que los motores que tienen un solo árbol de levas, aun cuando el resto del motor sea idéntico.

2.1.1.2. Desventajas de un motor doble árbol de levas. Entre estas se pueden nombrar:

- Mayor complejidad en la fabricación del cabezote, en cuanto a las levas de distribución.
- Mayor dificultad para la calibración de holgura en las válvulas.
- Mayor costo de producción, ya que al ser más complejo y utilizar más materia prima el incremento en cuanto a precio es otro.
- Mayor peso que un motor que sea un solo árbol de levas.

2.2. Motor Suzuki Twin Cam

El motor Suzuki Twin Cam es fabricado por la Empresa japonesa Suzuki y utilizado únicamente en el modelo Suzuki Swift Gti o Suzuki Cultus, el cual consta con un bloque de cilindros de 1298c.c. de similares características, ya que cambian sus partes internas como: pistones, bielas y cigüeñal en los modelos Suzuki Samurai, Sj 413, Jimny pero el cabezote va a coincidir con el block.

Al igual, el cabezote puede ser utilizado en otros modelos de Suzuki, como son: Vitara, Swift Sedán y Steem. No importaría que estos tengan mayor cilindrada y tengan un bloque de cilindros del modelo G16B. El motor Suzuki Twin Cam es un tetra cilíndrico de 1298c.c., montado en un bloque de motor denominado G13B. Está construido en aluminio, la distribución es doble árbol de levas, y acciona cuatro válvulas por cilindro: dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape respectivamente, mediante propulsores hidráulicos.

La alimentación es mediante un sistema de inyección electrónica multipunto, de encendido por medio de distribuidor y bobina, generando alrededor de 101 hp a 6450 rpm, un par máximo de 113N-m a 4950 rpm, la relación de compresión es de 10:1.

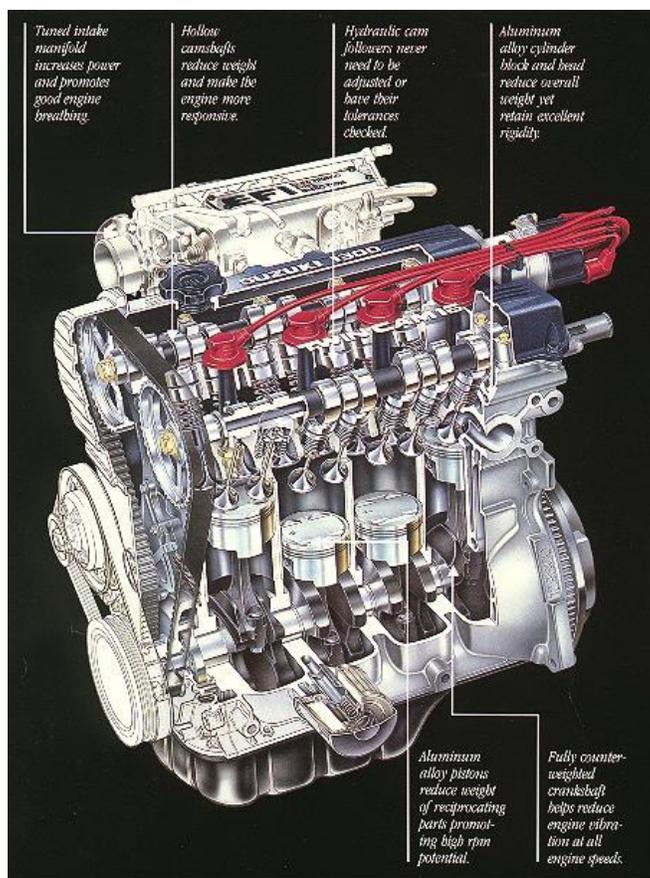


Figura 1. Perspectiva motor Suzuki twin cam 16 válvulas.

Fuente: (Experts, 1996)

2.3. El cabezote.

La culata o cabezote es la parte del motor que se encuentra sobre el bloque de cilindros. Está fabricada de aluminio, hierro fundido o aleaciones ligeras; su principal función es delimitar la cámara de combustión y realizar el cierre hermético entre el bloque de cilindros y la culata, por medio de una junta o empaque del cabezote.

Posee canales que permiten el paso de agua o refrigerante para enfriarlo, además de orificios de lubricación para el paso de aceite y lubricar las partes móviles, en el cabezote se alojan los árboles de levas, las válvulas, los muelles, balancines o propulsores, guías, sellos y

las bujías, además de los múltiples de admisión y escape respectivamente. El cabezote aloja diferentes partes como son:

- Válvulas
- Muelles o resortes
- Guías de válvulas
- Cauchos de válvulas
- Propulsores hidráulicos.
- Árbol de balancines.
- Árboles de levas
- Bancadas
- Tapa válvulas

2.3.1. Válvulas. Las válvulas son elementos mecánicos ubicados en el cabezote, cuya función es abrir y cerrar, dependiendo el tiempo en el que se encuentre el motor para ingresar o expulsar los gases de admisión y escape. Dependiendo el fabricante y el tipo de motor, existe la configuración de 2, 3, 4 o 5 válvulas por cilindro. Su fabricación es de aleaciones de aceros o en algunos casos como motores de alto rendimiento de titanio, ya que estas alcanzan la mayor temperatura posible dentro del motor.



Figura 2. Válvulas

2.3.2. Muelles o resortes. Los muelles o resortes de válvulas son elementos que permiten el retorno de la válvula a su origen. Están fabricados de aleaciones de gran durabilidad, ya que estos están en uso toda la vida útil del motor y son solamente remplazados cuando se detecta fallas de apertura de válvulas a altas revoluciones, o cuando no regresa la válvula al asiento.



Figura 3. Muelles de válvulas.

2.3.3. Guías de válvulas. Las guías de válvulas son un cilindro concéntrico en el cual se aloja la válvula su diámetro y longitud es de acuerdo a la especificación de cada fabricante. Por la guía de válvula pasan los gases de admisión y escape, por lo cual están fabricadas de aleaciones de metal o de cobre, para soportar el cambio térmico dentro del motor.



Figura 4. Guías de válvulas.

2.3.4. Cauchos de válvulas. Los cauchos o sellos de válvulas son elementos que se ubican al final de la guía de válvula a manera de retenedor, cuya función es impedir el paso de aceite hacia la cámara, para que no se quemé dentro de la cámara de combustión.



Figura 5. Sellos de válvulas.

2.3.5. Propulsores. Los propulsores o taques hidráulicos son los encargados de impulsar y contraer las válvulas con respecto al o los árboles de levas. Estos al ser impulsados por aceite no necesitan ser verificados periódicamente, ya que se auto regulan de acuerdo a la temperatura del motor y estos recompensan los desgastes que se van produciendo en el transcurso de la vida útil del motor.



Figura 6. Propulsores hidráulicos.

2.3.6. Árbol de balancines. El árbol de balancines es un eje que transmite el movimiento desde la leva hasta las válvulas o los propulsores; se ubican sobre el árbol de levas o a un costado de este; poseen unas tuercas y pernos para poder realizar el reglaje y calibración de válvulas, lo que no ocurre en cabezotes que poseen impulsadores hidráulicos.



Figura 7. Árbol de balancines

2.3.7. Árbol de levas. Los árboles de levas son mecanismos que se ubican en el cabezote, son ejes que tienen en su configuración levas de diferente forma y tamaño, de acuerdo a la especificación del motor, cuya función es realizar la apertura y cierre de válvulas de admisión y escape.



Figura 8. Árbol de levas

2.3.8. Bancadas. Son los elementos de soporte de los árboles de levas; está hecho del mismo material que el cabezote, por lo general de aluminio. Cumplen con la función de fijar al o los árboles de levas al cabezote, permitir su lubricación e impedir que el árbol de levas se salga de su posición.

2.3.9. Tapa válvulas. El tapa válvulas es la cubierta del cabezote, está fabricada de plástico o de metal, cumple con la función de cubrir las partes móviles superiores del cabezote. Además, en el tapa válvulas está fijado el lugar donde se encuentra el tapón para introducir aceite al motor; el tapa válvulas debe tener su respectiva junta, está por lo general es de caucho.



Figura 9. Tapa de válvulas

2.4. Sistema de inyección electrónica

El sistema de inyección electrónica es aquel que reemplaza al carburador en los motores a gasolina más modernos; este sistema se introdujo debido a que en ciertos países se empezaron a utilizar normas con respecto a la contaminación de gases de los vehículos. Además, al ir evolucionando los motores la inyección electrónica les hace más eficientes, generan menor cantidad de gases, la economía es más baja y tienen mejor reacción a las aceleraciones. Los sistemas de inyección tienen la característica de permitir que los motores utilicen solo la cantidad de combustible que necesitan.

2.4.1. Función del sistema de inyección electrónica. La función que realiza el sistema de inyección electrónica es medir el aire del medio ambiente, que es aspirado por el motor, controlado por el conductor que es la mariposa de aceleración en función de la carga del motor en cada caso, para luego dosificar la cantidad de combustible requerido para la cantidad de aire aspirada, necesaria para que la mezcla estequeométrica sea lo más precisa posible dentro de los límites del factor lambda.

2.4.2. Ventajas del sistema de inyección electrónica. Al ser hoy la electrónica automotriz muy avanzada, son muchas las ventajas de las que podemos hablar, aparte de tener un mapa diferente para cada circunstancia a la que se encuentra sometido el motor, permite algunas técnicas como son: el corte de inyección a determinadas revoluciones, lo que permite que el motor no se sobre revolucione, la mezcla enviada a cada cilindro es uniforme, lo que hace mínima la desigualdad de mezcla, y así se puede evitar las vibraciones y el desgaste. De esta manera, la vida de los componentes aumenta.

No hay necesidad de girar el motor dos o tres veces en frío, para que encienda como lo es con el carburador que se debe inyectar combustible pisando el acelerador, la respuesta es inmediata cuando se trata de acelerar o desacelerar. Como el sistema de inyección es controlado por la ECU del vehículo, la cantidad de aire combustible va a ser más precisa, lo que hace que el motor realice la combustión correctamente y la expulsión de gases sea mínima.

Mejor adaptación del motor a las diferentes fases del funcionamiento: ralentí, carga, carga principal, plena carga, aceleración, deceleración, cortes de inyección, realización de un dosaje de la mezcla más preciso y mejor repartido.

Automaticidad del funcionamiento a bajas temperaturas. Facilidad de adaptar los elementos electrónicos del sistema a los diversos apartados del motor, aumento de la potencia del motor del 2 al 15% de potencia suplementaria, de un mismo motor con carburador y sistema de inyección.

La entrada del aire y la pulverización de la gasolina son más directas, la tasa de llenado de los cilindros es más grande (aumento del rendimiento volumétrico), los colectores de

admisión pueden ser más cortos, la pulverización de la gasolina es más fina que la obtenida en un carburador. Se puede utilizar una mezcla más pobre, la combustión es más homogénea y más completa, existe un mayor par motor a bajos regímenes; por lo tanto, hay disminución del consumo de gasolina y reducción de la contaminación por los gases de la postcombustión.

(Martinez, 2011)

2.4.3. Clasificación de los sistemas de inyección electrónica. La clasificación de la inyección electrónica está basada principalmente en cinco parámetros que son:

- Según el lugar donde inyectan.
- Según el número de inyectores.
- Según el tipo de inyección.
- Según el número de inyecciones.
- Según los parámetros de funcionamiento.

2.4.3.1. Según el lugar de inyección. La inyección electrónica según el lugar de inyección, se clasifica en dos tipos, como son: inyección electrónica directa e inyección electrónica indirecta.

Tabla 1.

Según el lugar donde inyectan.

Inyección directa	<ul style="list-style-type: none"> • Es cuando la inyección se realiza dentro de la cámara de combustión y esta sincronizada con el tiempo de encendido del motor.
Inyección indirecta	<ul style="list-style-type: none"> • Es cuando la inyección se realiza dentro de la cámara de combustión y esta sincronizada con el tiempo de encendido del motor.

2.4.3.2. Según el número de inyectores. La inyección electrónica, según el número de inyectores, se clasifica en dos tipos como son: inyección electrónica monopunto e inyección electrónica multipunto.

Tabla 2.

Según el número de inyectores.

<p>Inyección monopunto</p> <ul style="list-style-type: none">• Este tipo de inyección es la que se realiza en un solo sitio, por lo general, el combustible se inyecta a la altura del cuerpo de aceleración.
<p>Inyección multipunto</p> <ul style="list-style-type: none">• Este tipo de inyección es aquel que utiliza un inyector por cada cilindro, esta es controlada por la ECU, la cual puede ser del tipo directa o indirecta. Esta al ser independiente es mejor, ya que aumenta la presión y la mezcla aire combustible es más precisa.

2.4.3.3. Según el tipo de inyección. La inyección electrónica, según el tipo de inyección, se clasifica en dos tipos, como son: inyección por el cuerpo de aceleración e inyección por puerto múltiple.

Tabla 3.

Según el tipo de inyección.

<p>TBI (Inyección por el cuerpo de aceleración):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este tipo de inyección emplea de uno a dos inyectores o válvulas solenoides que son comandados por una ECU, montados sobre un cuerpo de aceleración semejante a un carburador con sus vacíos, la ECU dependiendo de los valores que son medidos por algunos sensores alrededor del múltiple de admisión y el cuerpo de aceleración atomizan el combustible para alimentar el motor.
<p>MPFI (Inyección por puerto múltiple):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este tipo de inyección utiliza un inyector para cada cilindro, colocados lo más cerca de la válvula de admisión, tiene la ventaja de que todos los cilindros del motor reciben la misma cantidad de mezcla lo que no ocurre con el tipo TBI que el cilindro más alejado del inyector recibe menor mezcla que el que está más cerca, haciendo un desbalance en el motor, salvo esta parte funciona exactamente igual controladas por una unidad de control electrónico.

2.4.3.4. Según el número de inyecciones. La inyección electrónica, según el número de inyectores, se clasifica en tres tipos como son: inyección electrónica secuencial, inyección electrónica semi secuencial e inyección electrónica simultánea.

Tabla 4.

Según el número de inyectores.

<p>Inyección secuencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El combustible es inyectado de acuerdo a la sincronía del ciclo de admisión del motor, así que el combustible ingresa a las cámaras de combustión solo cuando va a ser utilizado, optimizando el mismo.
<p>Inyección semisequencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funciona de forma continua pero la unidad electrónica del vehículo puede realizarla de forma secuencial coordinándola con el tiempo de encendido del motor.
<p>Inyección simultánea:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es cuando el combustible es ingresado por todos los cilindros a la vez, abren y cierran los inyectores al mismo tiempo de forma independiente.

2.4.3.5. Según sus características de funcionamiento. La inyección electrónica según sus características de funcionamiento se clasifica en tres tipos como son: inyección mecánica, inyección electromecánica e inyección electrónica.

Tabla 5.

Según sus características de funcionamiento.

<p>Inyección mecánica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El combustible ingresa por los inyectores que se abren al ser vencidos por la presión constante con que la bomba de combustible los alimenta.
<p>Inyección electromecánica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este sistema funciona de manera similar a la inyección mecánica, pero incluyen un sistema electrónico de control que modifica el caudal de combustible enviado al los inyectores adaptándoles a las diferentes condiciones de funcionamiento.
<p>Inyección electrónica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El combustible es ingresado al motor por medio de inyectores electromagnéticos, cuyas aperturas son controladas por un sistema electrónico de control, que adapta los tiempos de inyección a las distintas fases de funcionamiento en función de las señales de los sensores acoplados al motor.

2.4.4. Partes y elementos del sistema de inyección electrónica. Al referirnos a inyección electrónica, vamos a hablar de un conjunto de partes y elementos, como son: sensores y actuadores. Para que en conjunto funcionen en la alimentación de combustible al motor. Dependiendo del fabricante, un automóvil de inyección electrónica puede variar con respecto a otro, esto sea en la utilización de sensores o en la electrónica, pero siempre se utiliza el mismo principio, y cada sensor funciona igual aunque a veces con diferentes parámetros. Entre sus diferentes partes encontramos los siguientes sensores:

- Unidad de control.
- Medidor de flujo de aire.
- Medidor de presión de aire.
- Sensor de posición de la mariposa del acelerador.
- Sensor de temperatura del motor.

- Sensor de oxígeno o sonda lambda.

2.4.4.1. Unidad de control. La unidad de control es el cerebro del sistema, es la que determina la cantidad de combustible a ser pulverizada en la cámara, basándose en la información que recibe de los sensores del sistema. De esta forma, la cantidad de combustible que el motor recibe, se determina por la unidad de control, por medio de la apertura de válvulas o el llamado tiempo de inyección.



Figura 10. Unidad de control electrónica del vehículo.

2.4.4.2. Medidor de flujo de aire. Su función es informar a la unidad de control, la cantidad y temperatura del aire admitido al múltiple de admisión, para que esta información modifique la cantidad de combustible pulverizada, se encuentra instalado en el conducto de aire, entre el filtro de aire y la mariposa de aceleración, tiene como función medir la corriente de masa de aire aspirado, con la información de este sensor la unidad de control, determina el volumen exacto de combustible para las diferentes condiciones del funcionamiento del motor.



Figura 11. Sensor MAF.

2.4.4.3. Medidor de presión de aire. El sensor que mide la presión o masa de aire dentro del múltiple de admisión se denomina MAP, su función le permite de acuerdo a la altura y a la presión barométrica del aire, enviar una señal hacia la computadora del vehículo para que administre mayor o menor cantidad de combustible; por lo general, está ubicado sobre el múltiple de admisión o a un costado, conectado mediante una cañería a de vacío.



Figura 12. Sensor MAP

2.4.4.4. Sensor de posición de la mariposa del acelerador. Este sensor está ubicado en la carcasa de la mariposa de aceleración y se acopla al eje de aceleración, posee dos

posiciones: una que es en ralentí o marcha lenta, y la otra que es carga máxima. Cuando está en carga máxima o la mariposa de aceleración totalmente abierta, el motor tiene que desarrollar su potencia máxima, y esto se consigue haciendo la mezcla más rica, el nivel de enriquecimiento es controlado por la unidad de control.

Cuando se encuentra en ralentí o carga lenta, envía una señal dependiendo de la apertura de la mariposa y las revoluciones del motor y este valor es inferior a los datos mínimos a los que está programada la unidad de control. Entonces, la cantidad de combustible es bloqueada y se consume lo mínimo, manteniendo los inyectores cerrados, ahorrando combustible; cuando se bajan las revoluciones o se abre el contacto de ralentí, los inyectores vuelven a pulverizar el combustible, evitando que el motor se apague.



Figura 13. Sensor TPS.

2.4.4.5. Sensor de temperatura del motor. Se encuentra ubicado en el block del motor, en alguna parte que se encuentre en contacto con el líquido refrigerante del motor, su funcionamiento es medir la temperatura del motor por medio del agua o refrigerante que circula dentro del motor. Este posee internamente una resistencia y su valor se altera dependiendo de la temperatura del refrigerante; la cantidad de combustible inyectada depende mucho de este sensor, ya que si el motor está frío, no está en la temperatura ideal de funcionamiento y necesitaría de mayor cantidad de combustible para calentarse.



Figura 14. Sensor de temperatura del motor.

2.4.4.6. Sensor de oxígeno o sonda lambda. Este sensor se encuentra ubicado en el tubo de escape del vehículo, en un punto donde logra la temperatura ideal para su funcionamiento en todos los regímenes de trabajo del motor. Su funcionamiento es medir la cantidad y porcentaje de gases de escape combustionados, por lo tanto, si existe una variación a los parámetros que deben existir, va a haber una variación en la cantidad de combustible inyectado. Este sensor es el que permite medir la cantidad correcta de mezcla estequiométrica, mandando una señal a la unidad de control, y este corrige la falta o exceso de combustible.



Figura 15. Sensor de Oxígeno.

2.4.5. Actuadores del sistema de inyección electrónica. Los actuadores son los que realizan la función, dependiendo de la señal de los sensores que fue emitida a la computadora, el sistema eléctrico y los componentes mecánicos. Estos son:

- Motor paso a paso o válvula IAC
- Relé
- Bomba eléctrica de gasolina
- Filtro de combustible
- Válvula reguladora de presión
- Inyectores
- Riel de inyectores y cañerías

2.4.5.1. Motor paso a paso, o válvula IAC. Este es un dispositivo de paso de aire montado en el cuerpo de aceleración, recibe las señales eléctricas a través de cuatro conductores y tiene una válvula cónica; recibe señales de la unidad electrónica del motor para expandir y contraer la punta cónica, que permite el paso de aire para que el motor mantenga la marcha ralentí o se sobre acelere.



Figura 16. Válvula IAC.

2.4.5.2. Relé. El relé de comando está alimentado por carga positivas de la batería dependiendo de la ubicación de la llave y una carga negativa, es el encargado de mantener la alimentación eléctrica de la bomba de gasolina, haciendo que pase corriente a esta, mientras la

llave de encendido se encuentre activada, permitiendo que cuando el motor se apague, esta no este prendida.



Figura 17. Relé.

2.4.5.3. Bomba eléctrica de gasolina. Es la encargada de enviar el combustible a presión desde el tanque de combustible hacia los inyectores. La bomba de combustible provee más combustible de lo necesario para mantener en el sistema una presión constante, en todos los regímenes de funcionamiento del motor, lo que sea excedente retorna hacia el tanque; la bomba de combustible puede estar instalada dentro o fuera del tanque de combustible, dependiendo del sistema de inyección electrónica del fabricante.



Figura 18. Bomba de gasolina.

2.4.5.4. Filtro de combustible. Este es un componente de protección del sistema de inyección electrónica, su función es retener las impurezas contenidas en el combustible, está hecho de papel, que es el que se encarga de la limpieza del combustible; y luego de esto, posee una tela para retener posibles partículas de papel del elemento filtrante, por lo que, debe tener un sentido para su colocación. Se ubica entre el tanque de combustible y la entrada de combustible del riel de inyectores. Es recomendable su reemplazo cada dos mil kilómetros o las recomendaciones del fabricante.



Figura 19. Filtro de combustible.

2.4.5.5. Válvula reguladora de presión. Esta válvula está ubicada en el riel de inyectores y es la que permite la presión necesaria dentro del circuito, para que el combustible llegue a los inyectores en todos los regímenes de trabajo del motor. Si existe una mayor presión, un diafragma interior se contrae, permitiendo el retorno de combustible al taque sin presión.



Figura 20. Regulador de presión.

2.4.5.6. Inyectores. En los sistemas de inyección electrónica multipunto se utiliza un inyector para cada cilindro, están ubicados en el riel de inyectores. Su función es pulverizar el combustible dentro del cilindro por medio de pulsos electromagnéticos, que son enviados por la unidad de control del vehículo.

Dependiendo del tipo de motor es la ubicación del ángulo para inyectar el combustible, esta debe evitar que el choro toque las paredes internas de la admisión, al ser elementos en constante uso, deben ser expuestos a mantenimientos de acuerdo a las especificaciones del fabricante.



Figura 21. Inyectores.

2.4.5.7. Riel de inyectores y cañerías. Son conductos que transportan el combustible desde el tanque hacia el motor, y también desde el motor hacia el tanque, haciendo el proceso de retorno de combustible. Por lo general, son de metal y algunas partes son cañerías de caucho, el riel aloja a los inyectores y a la válvula reguladora de presión.



Figura 22. Riel de inyectores.

2.5. Sistema de encendido electrónico del motor.

El sistema de encendido electrónico en los automóviles, se ha desarrollado debido al avance de la electrónica, ya que el encendido anterior del automóvil a pesar de su funcionamiento padecía de muchos inconvenientes, que fueron pulidos con el sistema de encendido electrónico.

El sistema de encendido electrónico tiene como función interrumpir la corriente del primario de la bobina, para producir por autoinducción la alta tensión necesaria en la bujía, no se hace mecánicamente como el sistema de platinos, sino mediante transistores.

2.5.1. Ventajas del sistema de encendido electrónico del motor. Entre las ventajas tenemos las siguientes:

- Genera más alta tensión en el sistema, debido a la ausencia de contactos que permite utilizar una corriente primaria más grande, sin que exista pérdida por arco eléctrico entre los contactos. Esto supone un mejor arranque en frío y un mejor rendimiento del motor.
- No posee platino y condensador, que son los principales elementos que se dañan en el sistema de encendido.
- La alta tensión en las bujías es mayor y más uniforme a cualquier régimen del motor, y es constante a altos regímenes. Esto determina un mejor rendimiento del motor a estas condiciones de funcionamiento.
- No existe desgaste de fibras ni de contactos del ruptor, por lo que, resulta innecesario el reglaje del ángulo de leva y la operación de calado del encendido, con lo cual los costos de mantenimiento son más reducidos.
- Existe arranque en frío a bajas temperaturas.
- Marcha ralentí muy regular.
- Mejor aceleración a bajo régimen.

2.5.2. Clasificación de los sistemas de encendido electrónico.

- Sistema de encendido por impulsos de inducción.
- Sistema electrónico de encendido sin contactos.
- Sistema electrónico de encendido integral.
- Sistema electrónico de encendido por descarga de condensador.
- Sistema de encendido por voltaje magnético.

2.5.2.1. Sistema de encendido por impulsos de inducción. Es uno de los sistemas más utilizados de encendido electrónico, posee los mismos elementos que el sistema de encendido convencional. Igualmente, para la variación del punto de encendido utiliza los mismos dispositivos de avance centrífugo y por depresión, se modifica que en el distribuidor es

sustituido el ruptor por un generador de impulsos que llegan a un módulo electrónico, que determina el corte y paso de corriente primaria, y por consiguiente el salto de chispa.

2.5.2.2. Sistema electrónico por descarga del condensador. También es llamado encendido por tristor, su funcionamiento se basa en cargar un condensador con energía eléctrica, para luego descargarlo, provocando en este momento la alta tensión que hace saltar la chispa en las bujías. Tiene como ventaja que genera alta tensión más elevada y constante en una gama de regímenes de funcionamiento más amplia; y la desventaja es que la duración de la chispa es muy rápida.

2.5.2.3. Encendido electrónico sin contactos. Su principal característica es que se eliminan el ruptor y todos los elementos mecánicos que hacían que este gire, es decir, sin partes mecánicas sujetas a desgaste; se sustituye por una centralita y un generador de impulsos que detecta el movimiento del eje del distribuidor, generando una señal eléctrica que se utiliza para manejar el transistor que pilota el primario de la bobina.

2.5.2.4. Encendido electrónico integral. Se suprimen todos los componentes mecánicos de avance y vacíos por componentes electrónicos, un sensor de revoluciones del motor que sustituye al regulador de centrífugo del distribuidor y un sensor de presión que mide la presión de carga del motor, y sustituye al regulador de vacío del distribuidor.

2.5.2.5. Sistema de encendido DIS. El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System), en este sistema se elimina el distribuidor, haciendo que no tenga partes mecánicas expuestas al desgaste, haciendo que el motor sea más fiable. Las ventajas del sistema DIS son:

Mayor tiempo para que la bobina genere suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que inflame la mezcla, lo que reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones. Menor interferencias eléctricas en el distribuidor, lo que permite menor contactos eléctricos y colocar la bobina cerca de las bujías, que hace que sean más cortos los cables de bujías.

Mayor margen para el control del encendido, por lo que el avance de encendido va a tener mayor precisión. Su funcionamiento se basa en enviar la chispa a dos cilindros al mismo tiempo, lo que se conoce como chispa perdida. Un cilindro va a realizar la combustión y otro

no, se utilizan sensores y una unidad de control, para realizar la gestión de envío de chispa con precisión.

2.5.3. Partes del sistema de encendido. Dependiendo el tipo de sistema de encendido electrónico, podemos encontrar diferentes partes, pero en casi todos se tiene los siguientes elementos:

- Unidad de control electrónica.
- Sensor CMP.
- Sensor CKP.
- Sensor KN.
- Bobina.
- Cables de bujías.
- Bujías.

2.5.3.1. Sensor CMP. El sensor CMP (camshaft position sensor) o sensor de posición del árbol de levas se encuentra ubicado a un lado del cabezote o dependiendo del encendido dentro del distribuidor, es un sensor de tipo magnético, su función es enviar una señal a la unidad de control para indicar la posición del árbol de levas e identificar el tiempo de encendido y la apertura de los inyectores.



Figura 23. Sensor CMP.

2.5.3.2. El sensor CKP. El sensor CKP (crankshaft position sensor) o sensor de posición del cigüeñal, se encuentra localizado en el block en contacto con una rueda dentada adjunta a la polea del cigüeñal. Este sensor es del tipo magnético de efecto hall, el cual envía una señal a la unidad de control del vehículo, indicando la posición del cigüeñal para calcular el tiempo de encendido y la apertura de los inyectores.



Figura 24. Sensor CKP.

2.5.3.3. Sensor KS. El sensor KS (knock sensor) o sensor de detonación, es un elemento piezoeléctrico, que capta las vibraciones ocasionadas por las detonaciones, por la mala calidad del combustible o si está mal cogido el tiempo de distribución. Si ocurre una detonación, el sensor empieza a enviar un voltaje alterno a la unidad de control y esta lo que hará es atrasar el encendido hasta que desaparezca la detonación.



Figura 25. Sensor KS.

2.5.3.4. Bobina. La bobina de encendido, es parte del sistema de encendido electrónico de un motor de combustión interna, la cual recibe la señal de la computadora para enviar la chispa por medio del cable hacia la bujía. Su función es aumentar el voltaje de la batería 1000 veces más que la nominal, para generar el arco eléctrico que va a dar el chispazo a la bujía, para realizar la combustión en el cilindro.



Figura 26. Bobina.

2.5.3.5. Cables de bujías. Los cables de bujías o cables de alta tensión son aquellos que transmiten el voltaje desde la bobina hacia la bujía. Existen diversos tipos de cables pero todos realizan la misma función. Están hechos de una fibra que tiene pegado grafito entretejido, que es el centro del cable y recubierto por un material aislante de caucho o silicón. Sus extremos poseen un capuchón que evita la formación de un arco eléctrico al final del cable.



Figura 27. Cables de bujías.

2.5.3.6. Bujías. Las bujías en el sistema de encendido, son las encargadas de producir la chispa entre sus electrodos para la combustión en el cilindro y evacuar el calor producido en la cámara hacia el sistema de refrigeración. Están hechas de níquel, cobre, platino, iridio; y recubiertas de una porcelana, dependiendo el fabricante y el grado térmico de la bujía.



Figura 28. Bujía.

2.6. Inyección programable Haltech

En el vehículo a modificarse vamos a implementar un sistema de inyección controlado por una unidad de control Haltech Sprint 500 serie platino, la cual tiene la capacidad de operar a tiempo real y utilizar un modo de comunicación, que son compatibles con dispositivos CAN.

Además, en este tipo de inyección al ser a tiempo real se interactúa directamente con los sensores, así mismo con las diversas formas de mapeo para controlar varios parámetros como son: aire, combustible, tiempo de apertura de los inyectores, avance, etc.

Entre los diferentes requerimientos adecuados para que funcione la unidad de control Haltech Sprint 500, se requiere:

- Se utiliza en motores desde 1 hasta 8 cilindros, sean atmosféricos o aspirados.
- Se puede programar o trabajar por sensor de posición de la mariposa TPS o por el vacío en el múltiple de admisión MAF.
- Se puede utilizar con inyección secuencial, semi-secuencial, por lotes y por múltiples puertos.
- Se puede ocupar con encendido de distribuidor, DIS, o bobinas independientes.



Figura 29. ECU Haltech Sprint 500.

Los sistemas de encendido de efecto hall de algunas marcas son compatibles con la unidad de control Haltech sprint 500, maracas como:

- Pulso simple por cilindro.
- Por rueda dentada genérica.
- Bosch mototronic.
- Audi.
- Ford.
- General Motors.
- Mazda.
- Mitsubishi.
- Nissan (óptico).
- Renault.
- Seat.
- Subaru.
- Toyota.
- Volkswagen.

En general el sistema debe tener la rueda dentada de 60-2, 60-4, 48-2+1, 36-1, 36-1+1, 36-2 dientes, etc. Con o sin señal de fase en la distribución.

2.6.1. Características que posee la de unidad de control Haltech sprint 500.

- El software de funcionamiento es compatible con Windows XP, vista y 2000.
- Tiene la facilidad de programar en tiempo real, y mientras el motor se encuentra en funcionamiento.
- El usuario controla mapas de 16 x 16 para la gestión electrónica.

- Se puede realizar una calibración por medio de eficiencia volumétrica o también por medio del tiempo de inyección.
- Viene con un sensor MAF interno, el cual se puede colocar directamente a un vacío del múltiple de admisión y es calibrable hasta 1,5 Bar o 2,2 Psi.
- La comunicación entre la unidad de control Haltech Sprint 500 se realiza a través de un cable conectado a una PC por medio de un puerto USB, o mediante una línea CAN de comunicaciones.
- Se puede ocupar la mayoría de sensores originales del vehículo, ya que acepta diferentes parámetros y marcas de vehículos.

2.6.2. Salidas de señal. El arnés de cable posee las salidas hacia los 4 inyectores que deben ser de alta impedancia, es decir mayor a 8 ohmios, salida hacia el encendido, salida hacia el tacómetro, salida para el electro ventilador y salida para la bomba de combustible, así también posee las salidas del arnés de cables que pueden ser configurables por el usuario, dependiendo a qué motor vaya a ser aplicado.

2.6.3. Entradas de señal. Este módulo recibe señal de múltiples sensores ubicados en el motor como son: el sensor de temperatura de aire, sensor de flujo de aire, sensor de temperatura del motor, sensor de posición del cigüeñal, sensor de posición de la mariposa, sensor, sensor de oxígeno y un limitador de revoluciones.

2.6.4. Funciones. Realiza múltiples funciones como comunicación por medio de una línea CAN; además controla la inyección de combustible por medio del sensor de oxígeno. Este puede ser de lazo abierto o lazo cerrado, trabaja en conjunto con todos los sensores para realizar la inyección y encendido de acuerdo a los requerimientos del motor, realiza un control independiente de la inyección, de acuerdo al tipo de aceleración al que se requiera. Además se puede programar el corte de revoluciones que se desee.

2.6.5. Mapeo. El mapeo en la unidad de control Haltech sprint 500 se realiza mediante una interpolación, es decir, el usuario debe conocer sobre cómo utilizar el software, además de tener los suficientes conocimientos automotrices para dar los parámetros dependiendo el requerimiento de aire, combustible o avance o retroceso del tiempo de ignición. Los mapas de corrección los puede realizar por:

- Corrección por temperatura de aire de admisión.
- Compensación barométrica.
- Corrección por temperatura de agua de refrigeración.
- Compensación por tiempo de respuesta del inyector.
- Corrección por MAP.
- Compensación para post-arranque.
- Control de dedicado para 100% de apertura de gas.
- Control de dedicado para 0% de apertura de gas.



Figura 30. Mapa de programación Haltech Sprint 500.

2.6.6. Características varias.

- Funciona con una tensión de 8,6 V a 16,6 V, además su consumo promedio es de 360 mA trabajando con 12V.
- Largo 134mm, ancho 64mm, y alto 28mm, el peso de la unidad de control es de 195g y el del cableado es de 1020g.

- El kit que viene en la Haltech sprint 500 es de la unidad de control, arnés de cables, cable de conexión hacia la PC, software de instalación y la guía rápida del usuario.
- Procedencia: Australia.

2.7. El transfer reductor

El transfer reductor o la caja de transferencia es un elemento compuesto de piñones, de diferentes medidas y variaciones de relaciones. Es utilizado en la mayoría de vehículos todo terreno puros con tracción en las cuatro ruedas, está ubicado generalmente después de la caja de cambios, acoplado a esta o conectado por medio de un eje cardán.

La función del transfer reductor es repartir el giro desde el motor por medio de los cardanes y los ejes hacia las ruedas motrices del vehículo; a más de esto, permiten disminuir la velocidad de giro de las llantas, aumentando el par de torsión sin disminuir el régimen o las revoluciones del motor.

Los piñones del transfer reductor vienen dispuestos en pares, cuando se utiliza la tracción 4x4, se reduce el giro de las ruedas para obtener la mayor tracción es estas. Si un vehículo cuenta con una caja de cambios de cinco marchas y posee un transfer reductor, esto quiere decir que tiene diez marchas: cinco cortas que son las normales, y cinco largas que son las reducidas.

No todos los transfer reductores poseen el mismo desarrollo final, esto quiere decir que dependiendo cuál sea la relación que posea la reductora, va a generar el giro; mientras sea una reductora de mayor numero, va a generar menor giro, lo que favorece al ámbito off road.

Casi siempre el transfer reductor está acoplado a los vehículos que vienen con el modo de tracción 4x4 conectable, es decir, cuando se activa mediante de una palanca, botón o perilla dependiendo del tipo de vehículo. El transfer reductor tiene la posibilidad de poner en tres posiciones de acoplamiento, las cuales se detallan así:

- **2H:** Tracción en dos ruedas (marcha de alto rango), para una conducción normal o en asfalto, dentro de la ciudad.

- **4H:** Tracción en las cuatro ruedas (marcha de alto rango), para una conducción normal, a la cual se desee otorgar mayor estabilidad y control bajo ciertas condiciones de suelo mojado o resbaloso, nieve, barro, arena, etc.
- **4L:** Tracción en las cuatro ruedas (marcha de bajo rango), especial para conducción todo terreno y caminos agrietados, a bajas velocidades.



Figura 31. Transfer reductor.

Existen distintos modos de accionamiento, dependiendo el modelo de vehículo que se posea, puede ser de palanca o de solenoides eléctricos, pulsando un botón o girando una perilla desde el interior de la cabina para accionar la doble tracción.

En este caso el Suzuki Samurai, posee un accionamiento de una palanca auxiliar ubicada dentro de la cabina detrás de la palanca de la caja de cambios; además, el transfer no está acoplado directamente con la caja de cambios; el par se transmite desde la caja por medio de un cardán pequeño hacia el transfer y del transfer hacia el eje posterior y delantero.

2.7.1. El transfer reductor a instalarse en el Suzuki Samurai. El transfer reductor está montado únicamente en los todo terrenos puros, es decir, en vehículos que poseen este mecanismo con modo de activación, ya sea automático o manual, pero con un modo de reducción de marchas altas y bajas. En el Suzuki Samurai, a modificar tenemos un tipo de

relación original, el cual está dado en el manual, que es de 2.268 y se va a reemplazar por el de relación 4,16:1 de marca Calmini.

Existen diversas empresas dedicadas a realizar partes, piezas y refacciones especializadas en vehículos todo terreno, entre estos repuestos están los grupos del transfer reductor, que pueden variar según la necesidad y utilización del vehículo, así también depende del tamaño de neumáticos que esté montado en el Suzuki, las relaciones son 4,16:1, 4,9:1, 5,14:1, o hasta 6,50:1, etc., dependiendo el fabricante.

La necesidad de instalar un kit de reducción diferente al original, es debido a que los Suzuki, en especial el Samurai y SJ 413 tiene la particularidad de que la relación final es muy larga, con respecto a otros vehículos todo terreno, como: Toyota, Nissan Jeep, etc.

Si posee una reducción muy larga quiere decir que cuando el vehículo se encuentra en un descenso muy pronunciado, el transfer no lo va a retener y toca hacerlo con ayuda del freno; y si es una subida muy pronunciada, el vehículo deberá hacerlo en la marcha más fuerte y con algo de velocidad para lograrlo.

El tipo de reductora a instalarse en este vehículo es del tipo 4.16:1 este tipo de relación quiere decir que en la ubicación de la palanca 4H, reduce un 12,2% el giro de las ruedas; y cuando se ubica la palanca en 4 Lo reduce un 83,6% el giro de las ruedas con comprado con el sistema original que viene instalado.



Figura 32. Reductora para Suzuki Samurai.

2.7.1.1. Funcionamiento en 2h en un Suzuki Samurai. El modo de funcionamiento de 2h es únicamente para que el ángulo de giro que proviene del motor y de la caja de cambios sea transmitido hacia el diferencial posterior, únicamente para caminos en carretera, asfalto y ciudad; en este modo se obtiene la máxima eficiencia en velocidad final y menor consumo de combustible que los demás modos de acoplamiento del transfer reductor.

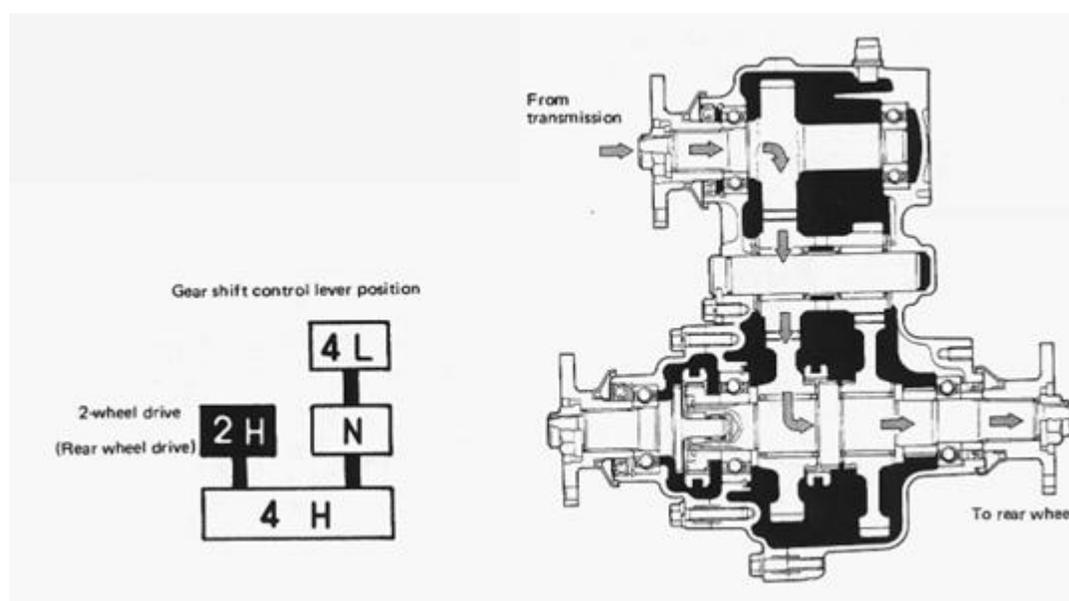


Figura 33. Funcionamiento transfer 2H.

Fuente: Suzuki Samurai, (1987)

2.7.1.2. Funcionamiento en 4high en un Suzuki Samurai. El funcionamiento de 4 high es utilizado para tracción 4x4, y permite que en el diferencial delantero y posterior se reciba el mismo par motor, es decir 50%-50%, es utilizado para terrenos con caminos de arena, nieve o superficies resbalosas, pero se puede recorrer a una velocidad promedio.

Para activar el modo 4 high se debe parar el vehículo completamente, o a su vez, puede acoplarlo con el vehículo en movimiento a una velocidad inferior a 95km/h, pero con las ruedas delanteras derechas, y siempre puesto los candados en el modo lock o 4x4.

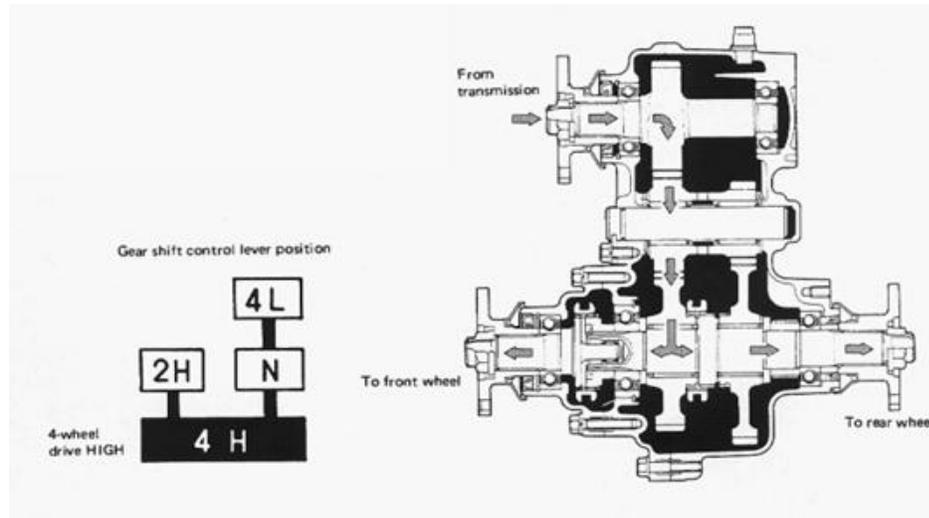


Figura 34. Funcionamiento transfer 4H

Fuente: Suzuki Samurai (1987).

2.7.1.3. Funcionamiento de 4 lo de Suzuki Samurai. El modo 4lo es únicamente para terrenos complicados, de difícil acceso, se ubica la palanca en posición 4lo, únicamente con el vehículo detenido completamente; en ese modo, se debe circular a una velocidad máxima de 55 Km/h, teniendo que el grupo más corto se logra ubicando la primera marcha con el modo 4lo.

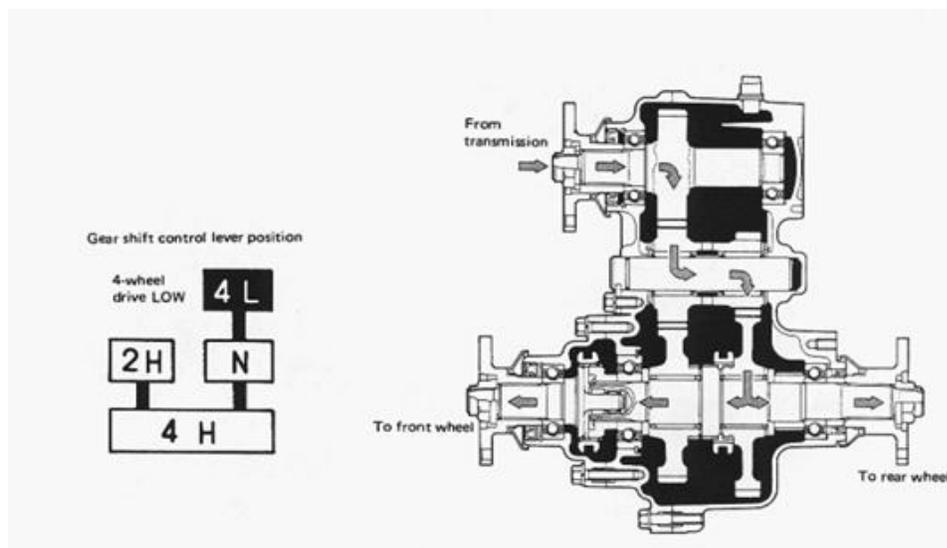


Figura 35. Funcionamiento 4L.

Fuente: Suzuki Samurai (1987).

Glosario de términos:

4wd: tracción en las cuatro ruedas.

c.c.: centímetros cúbicos

Off road: todo terreno

Dohc: doblé over head cam (doble árbol de levas)

Sohc: simple over head cam (árbol de levas único)

ECU: unidad de control del vehículo.

4h: four high (marchas de alto rango)

4l: four low (marchas de bajo rango)

Capítulo III

3. Metodología de la Investigación.

3.1. Tipos de investigación.

3.1.1. Bibliográfico. Es una investigación de tipo bibliográfica ya que se va recurrir a diferentes fuentes de búsqueda como son: libros, revistas y páginas de internet, que contengan información relacionada con el Proyecto de Grado; además, almacenando esta información podemos redactar un pequeño manual que contenga los procedimientos paso a paso de toda la Tesis.

3.1.2. Tecnológico. Se va a utilizar la investigación tecnológica debido a que va a ser realizado de una parte teórica a la parte física o práctica, comprobando que todo lo que se ha venido argumentando va a ser cierto y comprobable de manera práctica, además de aplicar los conocimientos mecánicos, las modificaciones en el vehículo van a poder ser observadas y también probadas, comprobando así su efectividad y fiabilidad. Se van a implementar nuevos elementos comprobados posteriormente, que aumentan el desempeño del vehículo; a su vez, partes de vehículo son reemplazadas por unas más modernas, con diseños tecnológicamente aprobados.

3.2. Métodos de investigación.

3.2.1. Método analítico sintético. Se va a utilizar un método analítico sintético porque se conjugan todas las ideas para ponerlas a consideración al realizar el Proyecto, y este se vea como una forma real físicamente, luego de someterlo a varias pruebas. Así, al ser instalado el cabezote Twin Cam 1300 y la reductora 4. 16:1 Calmini, se responderán varias preguntas como el aumento de potencia, la velocidad final del vehículo, el aumento de torque.

Son piezas elementos que en este caso se van a reemplazar, van a depender una de la otra para que este Proyecto sea efectivo en lo práctico. También se debe realizar un sin número de pruebas efectivas una vez terminado el Proyecto, para comprobar su resistencia a las condiciones para las que fue diseñado.

Este método ha sido utilizado al igual en la elaboración del Marco Teórico.

3.3. Técnicas de investigación.

Debido a que el Proyecto es una investigación de campo, debemos aplicar técnicas de investigación y recurrir a procedimientos y utilización de instrumentos, para lograr que el Proyecto tenga una factibilidad, además de llegar al final a los objetivos trazados y las pruebas obtenidas sean las deseadas. Se recurrieron a técnicas aplicadas en el campo automotriz como son técnicas para el montaje y desmontaje de las diferentes partes mecánicas, así también, a técnicas como la observación basada en otros Proyectos, que tienen que ver con el tema investigado.

Capítulo IV

4. Propuesta.

4.1. Diagnóstico

4.1.1. Diagnóstico del motor. El motor antes de ser modificado fue diagnosticado, el cual se encontraba en funcionamiento con sus respectivas partes y piezas originales, aunque alguna fallas como eran: el empaque del tapa válvulas roto, banda y rodamiento templador desgastados, suciedades de óxido en el sistema de enfriamiento, bujías en mal estado, el cabezote original de un solo árbol de levas, ocho válvulas y eje de balancines, los pistones eran los originales y tenían una medida de más 100; además, del sistema de alimentación el carburador original marca Aisin de un solo cuerpo, se encontraba funcionando pero expulsaba mucha gasolina hacia los cilindros.

4.1.2. Diagnóstico del sistema de encendido. El sistema de encendido al igual, era el de serie con sus piezas originales, era encendido electrónico con distribuidor del tipo uno, tres, cuatro, dos, la bobina era la original marca Denso, el distribuidor original era con módulo y rotor, los cables de bujías se encontraban en buen estado.

4.1.3. Diagnóstico del transfer reductor. El transfer reductor es el original, al realizar su despiece se constató que todos los piñones del interior eran los originales de relación 2.268 en marchas bajas y 1.409 en marchas altas, no presentaban en ningún piñón, ningún tipo de picadura, salvo que algunos rodamientos y canastillas se encontraban en mal estado, más aun, los rodamientos exteriores que se encontraban más desgastados debido a la presencia de lodo y agua, el aceite se encontraba en mal estado y tocaba reemplazar.

4.1.4. Diagnóstico general del vehículo. El vehículo a modificarse es un Suzuki modelo Samurai del año 1988 de color de la carrocería, verde, fabricación japonesa, motor, caja, transfer y diferenciales originales, posee suspensión modificada con las ballestas sobre el eje y todo lo que esto conlleva como cardanes delantero y posterior más largos, modificación en las barras de la dirección con sistema de barras altas, para impedir que estas golpeen contra objetos que se encuentran a lo largo de caminos agrestes, cañerías de los frenos más largas, posee parrilla hecha a la medida con halógenos para todo terreno, más un par de

halógenos delanteros, aros de aluminio y llantas para lodo M/T, asientos deportivos con arneses de cuatro puntos.

El sistema de frenos, sistema de dirección sistema de encendido, sistema eléctrico y sistema de alimentación se encuentran en buen estado y en funcionamiento, con respecto a la carrocería y panel de instrumentos, todo es completamente estándar, sin ninguna modificación con respecto a lo original.

Tabla 6.

Características de las partes del Suzuki Samurai.

MOTOR	
Tipo.	4 cilindros en línea su cilindrada es de 1298 c.c.
Alimentación.	Carburador de doble cuerpo AISAN.
Compresión.	9 a 1.
Puesta a punto de encendido.	10° A.P.M.S a 850 rpm.
Potencia máxima.	63.8 HP a 6000rpm.
Par máximo.	100 N-m a 3500 rpm.
TRANSMISIÓN	
Tracción.	Trasera con delantera conectable y candados en el eje delantero manuales.
Caja de cambios.	Cinco velocidades más reversa.
Embrague.	Mono disco en seco con cable o sistema mecánico.
Reductora lo y high.	(2.268 / 1.409)

Relación de cambio.	1 ^a : 3,652 / 2 ^a : 1,947 / 3 ^a 1,423 / 4 ^a : 1,00 / 5 ^a : 0,795 Marcha atrás: 3,466.
CHASIS	
Tipo.	Largueros y travesaños.
Suspensión delantera.	Eje rígido más ballestas y amortiguadores de doble acción, con barra estabilizadora.
Suspensión trasera.	Eje rígido más ballestas y amortiguadores de doble acción.
DIRECCIÓN	
Tipo.	Tuerca esférica no asistida.
Ángulo de giro.	10,8m (3,75 vueltas).
Ángulos de caída (camber) o de avance (caster).	1°00' / 3°30'.
FRENOS	
Delante/ atrás.	Hidráulicos de disco seco delantero y posterior de tambores y zapatas.
Ayuda.	Servofreno.
DIMENSIONES Y PESOS	
Largo.	3.430m.
Alto.	1.675m.
Ancho.	1.530m.
Peso.	950 Kg.

CAPACIDAD DE LOS FLUIDOS	
Capacidad del tanque.	40 litros.
Aceite de motor.	3,5l.
Caja de cambios.	1.3 l.
Caja transfer.	0.8 l.
Diferenciales.	2,0 l delantero/ 1,5 l posterior
COTAS	
Angulo de ataque.	42°.
Angulo de salida.	40°.
RUEDAS	
Tipo.	Aros de aluminio y llantas 235/ 75 R16.

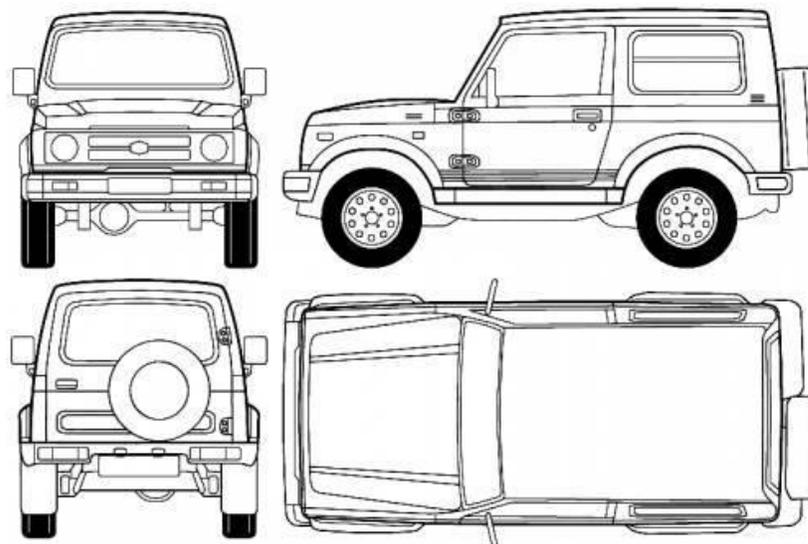


Figura 36. Perspectiva superior, lateral, posterior y frontal de un Suzuki Samurai.

Fuente: Suzuki Samurai (1987).

Tabla 7.

Partes y estado de los componentes del vehículo.

Máquina/Equipo	Sistema/Parte	Estado	Medidas/características
1.- Motor Suzuki 1298 cc	Bloque de cilindros	funcionando	Compresión 100 psi en cada cilindro.
2.- Transfer reductor	Conjunto de engranajes, rodamientos y ejes	funcionando	Relación 1.409/2.268
3.- Eje diferencial delantero y posterior	Conjunto del florero , ejes, conos y coronas	funcionando	Relación 3.909:1
4.- Caja de cambios	Engranajes, ejes y rodamientos	funcionando	Relación 1 ^a : 3,652 / 2 ^a : 1,947 / 3 ^a 1,423 / 4 ^a : 1,00 / 5 ^a : 0,795 Marcha atrás: 3,466.
5.- suspensión	Ballestas y amortiguadores	Regular	

4.2. Cambios mecánicos y electrónicos a realizarse realizados.

4.2.1. Cambios respecto al motor. En lo que se refiere al motor, entre las partes que se van a modificar, cuentan como el reemplazo del cabezote original 8 válvulas, por uno doble árbol de levas 16 válvulas, se va reemplazar el múltiple de admisión original, por un múltiple de admisión de Suzuki Swift Gti, entre las partes que se van a implementar son: un riel de inyectores, el cual es originalmente de Swift Gti, cuerpo de aceleración original de Swift Gti, otra banda de distribución más larga, nuevas cañerías de circulación de líquido refrigerante, cubre poleas, cables de bujías nuevos, bomba de gasolina eléctrica, nuevo múltiple de escape y bujías nuevas.

4.2.2. Cambios con respecto al sistema de inyección y encendido electrónico.

Debido a que el vehículo es a carburador, se va a implementar el sistema de inyección electrónica desde cero, utilizando sensores y actuadores alrededor del motor, se va a realizar la instalación de una computadora programable marca Haltech, modelo Sprint 500. Se instaló ese equipo debido a que existe en el mercado, es muy fiable y además debido a que las características de operación que ofrece son bastantes, ya que se pueden manipular varios factores como son: mezcla, combustible, chipa, etc.; la programación es relativamente más fácil al momento de programar, ya que interactúa con el usuario en comparación a otros equipos disponibles o equipos anteriores. Además, se utilizaron los sensores básicos como son: el sensor de temperatura de aire, sensor de presión de aire, sensor de temperatura del líquido refrigerante, sensor de posición del cigüeñal y actuadores como bobina e inyectores. Todos los sensores a implementarse son de Chevrolet Corsa, a excepción de los inyectores que son de Swift Gti.

4.2.3. Cambios con respecto al transfer reductor. El transfer al ser el original, se va a reemplazar por uno de distinto tipo de relación de transmisión, el a reemplazarse es de origen americano, marca Calmini, de relación 4.16:1, este kit de reducción viene con todos los piñones de entrada, de salida, piñones intermedios, canastillas, pin de masa, empaques, retenedores, cajuelas y las tuercas de las bridas. Además, se una vez que esté despiezado, se deben reemplazar todos los rodamientos como manda el manual del fabricante.

4.3. Medidas calculadas matemáticamente en el motor del Suzuki Samurai a modificarse.

4.3.1. Medición de diámetro y carrera motor G13B Suzuki Samurai. Antes de iniciar con el montaje, se procede a realizar cálculos y mediciones del cilindro como es:

Diámetro: 74mm. (D)

Carrera: 75.5mm. (s)

4.3.2. Cálculo de la cilindrada unitaria del motor G13B Suzuki Samurai.

$$Vh = \frac{D^2 * \pi * S}{4} [cm^3 \text{ o } l]$$

$$Vh = \frac{(7,4cm)^2 * 3.1416 * 7.55cm}{4}$$

$$Vh = 324.71 \text{ cm}^3$$

En donde:

$Vh = \text{cilindrada unitaria.}$

$D = \text{diámetro.}$

$s = \text{carrera.}$

4.3.3. Cálculo de la cilindrada total motor G13B Suzuki Samurai.

$$VH = Vh * i$$

$$VH = 324,71 \text{ cm}^3 * 4$$

$$VH = 1298.85 \text{ cm}^3$$

En donde:

$VH = \text{cilindrada total.}$

$vh = \text{cilindrada unitaria}$

$i = \text{número de cilindros}$

4.3.4. Medición del volumen de la cámara. Se realiza la medición del volumen de la cámara de los dos cabezotes, el original ocho válvulas y el a reemplazar 16 válvulas twin cam.

- Volumen de cámara Suzuki Samurai 38.202cm^3
- Volumen de cámara Suzuki Swift Gti 36.077cm^3

4.3.5. Cálculo de relación de compresión cabezote Suzuki Samurai. Utilizando la siguiente fórmula para determinar la relación de compresión del cabezote original del Suzuki Samurai.

$$\varepsilon = \frac{Vh + Vc}{Vc}$$

$$\varepsilon = \frac{324,71\text{cm}^3 + 38,202\text{cm}^3}{38,202\text{cm}^3}$$

$$\varepsilon = \frac{9,49}{1}$$

En donde:

$\varepsilon =$ relación de compresión.

$vh =$ cilindrada unitaria.

$Vc =$ volumen de cámara

4.3.6. Cálculo de la relación de compresión Suzuki Twin Cam. Ahora, se emplea la misma fórmula para determinar la relación de compresión del cabezote del Suzuki Swift Gti, que va a ser reemplazado.

$$\varepsilon = \frac{Vh + Vc}{Vc}$$

$$\varepsilon = \frac{324,71\text{cm}^3 + 36,077\text{cm}^3}{36,077\text{cm}^3}$$

$$\varepsilon = \frac{10}{1}$$

En donde:

$\varepsilon =$ relación de compresión.

$vh =$ cilindrada unitaria.

$Vc =$ volumen de cámara.

4.4. Proceso de desmontaje del cabezote ocho válvulas original.

El motor del vehículo es el original con disposición longitudinal acoplado a la caja de cambios, la culata original es de 8 válvulas y un solo árbol de levas, alimentación de carburador y encendido de bobina y distribuidor. Se procedió a medir la compresión de los

cilindros y chequear el estado de las bujías, lo que obtuvo fue que marca 100 PSI en cada cilindro.

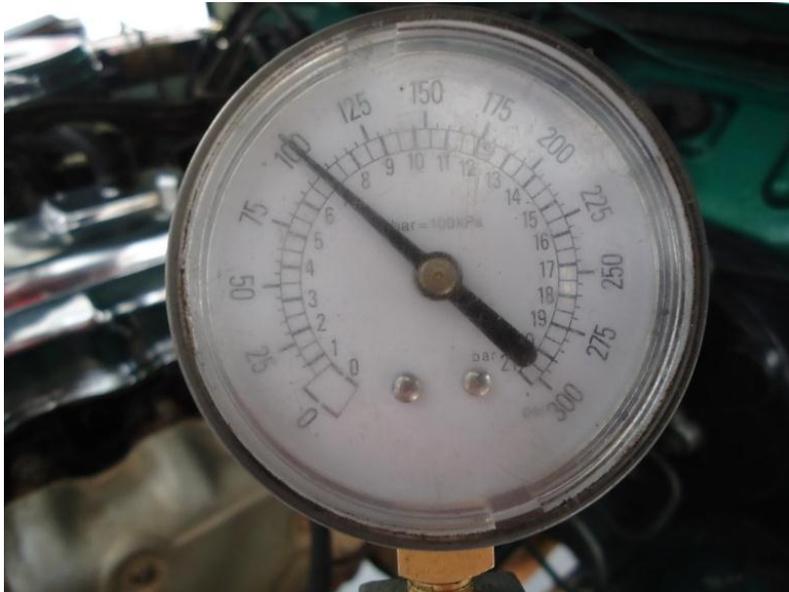


Figura 37. Manómetro de prueba de presión de cilindros.

4.4.1. Evaluación del estado de las bujías. Se observa que las bujías están quemando en exceso el combustible, por la presencia de carbón en el electrodo de la bujía, además que el empaque de la tapa de válvulas se encontraba roto, ya que se evidenciaba por la presencia de aceite en las bujías.



Figura 38. Bujías AC delco originales.

4.4.2. Pasos para el desmontaje del cabezote original.

1. Desconectar la batería borne positivo, negativo y circuitos eléctricos (bobina, cables de bujías y distribuidor) próximos al cabezote, desconectar cañerías de gasolina y retornos, vaciar el radiador de agua y drenar el aceite del cárter.



Figura 39. Motor completo y armado del Suzuki Samurai a modificar.

2. Retirar la tapa de entrada de aire al carburador, desmontar el carburador con todas sus mangueras de estrangulación y vacíos, ductos de admisión, y sacar el depurador completo con filtro de aire. Destemplantar y retirar la banda de accesorios de la bomba de agua y el alternador.



Figura 40. Despiece de las partes del motor.

3. Se procede a retirar el radiador de líquido refrigerante, el deflector y el ventilador, cañerías de agua, para después quitar la tapa protectora de la banda de distribución, retirar el rodamiento templador de la misma, retirarlos de la polea de distribución y el piñón del cigüeñal.



Figura 41. Despiece de la distribución del motor.

4. Retirar la tapa de válvulas, después desajustar los 10 pernos grandes que juntan el cabezote con el bloque de cilindros, desempernar los dos pernos que unen el múltiple de escape con el tubo de escape y desmontar el cabezote del bloque de cilindros.

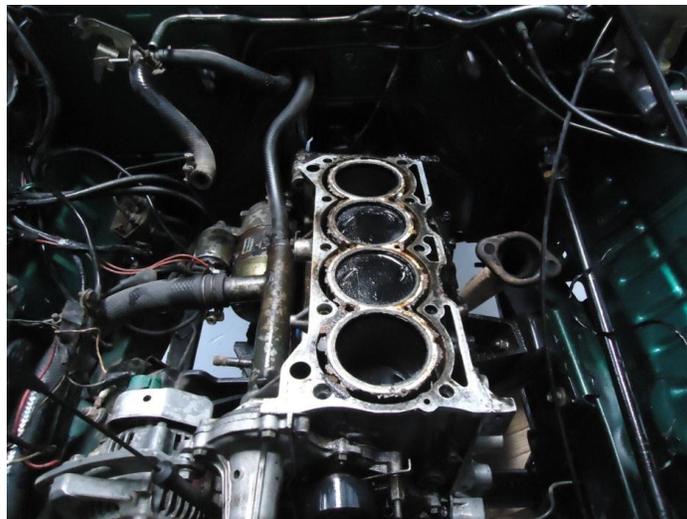


Figura 42. Bloque de cilindros del motor.

5. Quitar el empaque del cabezote, el cual se encontró en malas condiciones, debido al uso y también por la corrosión del agua, al igual que el bloque de cilindros se encontraba sucio de aceite, debido a que se encontraba roto el empaque del tapa válvulas.



Figura 43. Bloque de cilindros del motor.

4.5. Pasos para el montaje del cabezote Suzuki Twin Cam 16 válvulas.

1. Una vez realizados estos cálculos, se empieza con la preparación y limpieza del nuevo cabezote y del bloque de cilindros. La preparación consiste en limpiar todo residuo de suciedad, restos de juntas y silicón que se encuentran en el block de cilindros y también en el cabezote. En cuanto a los cilindros, se verificó que existía una pequeña ceja y los pistones tenían un poco de juego, lo que significa que el cilindro estaba un poco ovalado. El motor fue reparado en su totalidad, es decir, se reemplazaron pistones y rines. Además, se realizaron trabajos de rectificadora como son: rectificar cilindros, rectificar cigüeñal, asentar chaquetas de biela y bancada.



Figura 44. Bloque de cilindros del motor limpio.

1. El cabezote escogido para el montaje fue el original del Suzuki Swift Gti, este es doble árbol de levas 16 válvulas, al ser compatible con el bloque de cilindros del Suzuki Samurai que son los mismos de la serie G13B, van a coincidir los orificios de lubricación y refrigeración, además de los pernos de fijación; se escogió este cabezote ya que presenta mejoras frente al original, como son: dos árboles de levas en la cabeza, 16 válvulas, dos de admisión y dos de escape, presenta una cámara más pequeña que permite que la relación de compresión sea más elevada, posee propulsores hidráulicos, lo que permite la auto regulación de las válvulas, ya que el anterior era de árbol de balancines. Además, tiene la factibilidad de colocar el sistema de inyección electrónica, ya que tiene orificios originales para los inyectores.

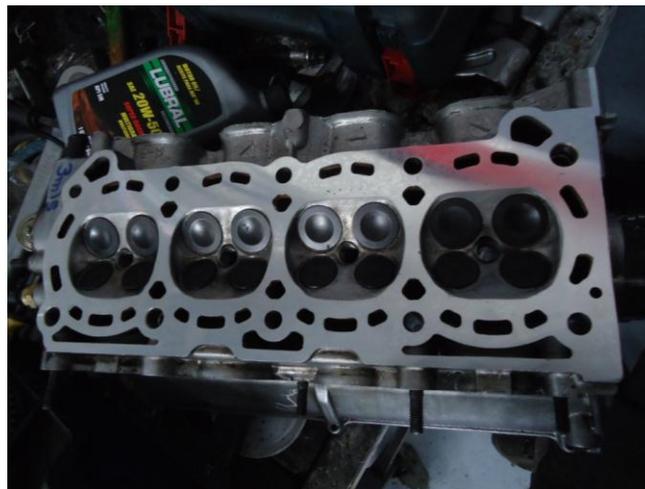


Figura 45. Parte posterior del cabezote.

2. El cabezote se despieza para realizar el cambio de sellos nuevos y guías de válvulas, para luego asentar las válvulas de admisión y de escape con crema esmeril. Este proceso sirve para comprobar el cierre y apertura correcta de las válvulas al momento de su funcionamiento.



Figura 46. Partes internas del cabezote.

3. Una vez que se pulveriza con gasolina y secados con aire a presión los ductos de admisión y de escape de gases del cabezote, se coloca el múltiple de admisión con su respectivo empaque, que es de metal; se coloca con un poco de silicón para evitar posibles fugas o entradas de aire.

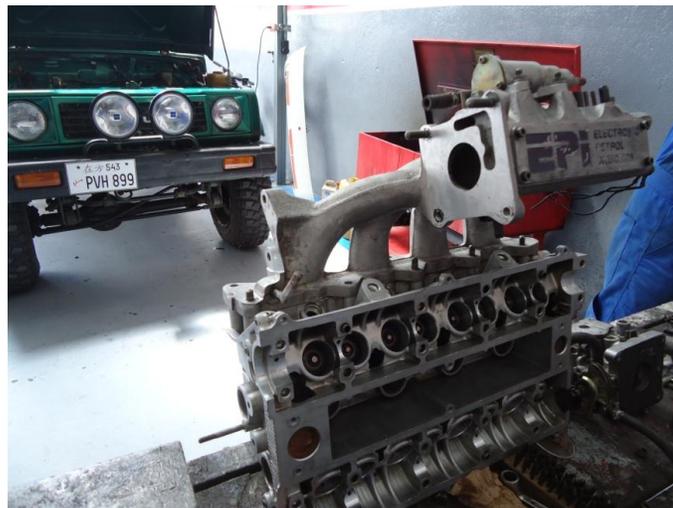


Figura 47. Cabezote con el múltiple de admisión.

4. Se comprueba que el empaque del cabezote es el adecuado, es decir, el diámetro de los cilindros concuerda a más de los orificios de lubricación y paso de agua. Una vez verificado esto, se procede a colocar espray para juntas en el empaque del cabezote, para posteriormente colocarlo sobre el bloque cilindros.



Figura 48. Empaque del cabezote montado sobre el bloque de cilindros.

5. Se procede a montar el cabezote Suzuki Twin Cam 16 válvulas sobre el bloque de cilindros, verificando que esté limpio y no haya algún residuo de suciedad, con el debido ajuste de pernos con el torcómetro a 75 lb-f, según el manual de taller para Suzuki.



Figura 49. Cabezote montado sobre el bloque de cilindros.

6. Luego se colocan los propulsores previamente descargados de aceite, los árboles de levas y bancadas de los árboles de levas, sus respectivos retenedores nuevos y las poleas de los árboles de levas de admisión y escape, todo con el debido ajuste que dice el manual del fabricante Suzuki.



Figura 50. Árboles de levas y poleas montados sobre el cabezote.

7. Como el piñón original del cigüeñal no concuerda con las poleas de los árboles de levas, debido a que la banda es más ancha y de dientes redondos, mientras que la original es de dientes cuadrados. Se procede a reemplazar el piñón del cigüeñal, que es el del Suzuki Swift Gti.



Figura 51. Piñón anterior y piñón nueva de la banda de distribución.

8. Se procede a colocar el rodamiento templador de la banda, la banda de distribución es de 119 dientes redondos, y se coloca el plástico protector que cubre la banda, se realiza el montaje de la tapa de válvulas con su respectivo empaque para evitar posibles fugas de aceite.

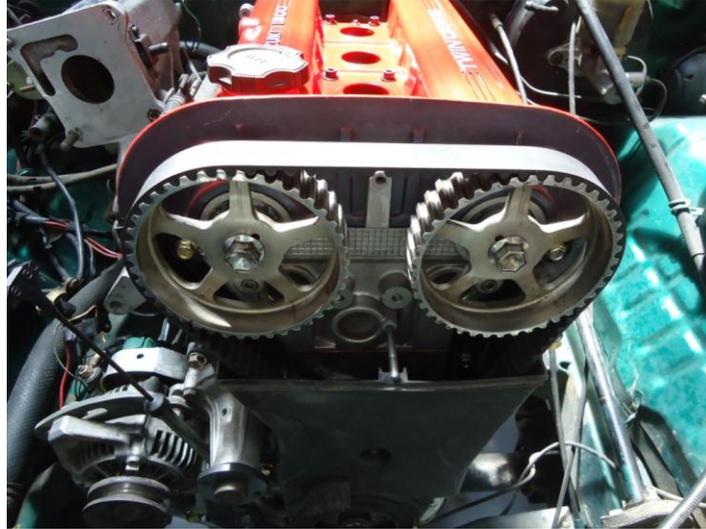


Figura 52. Cabezote terminado de armar.

9. Se coloca el múltiple de escape que en este caso es un header del tipo 1-4, 2-3 con su respectivo empaque. A más de eso, se fabrica toda la tubería desde el múltiple hasta la salida, en tubo de dos y media pulgadas y en el medio una bala para reducir un poco el sonido del motor. El objetivo de colocar un header en vez de un múltiple de escape original es el aumentar el desempeño del motor, debido que un header permite que el flujo de los gases de escape se realice de manera más directa que con el múltiple de escape original, que restringe un poco la salida de gases. Además, se colocó un header, ya que el múltiple de escape original del Suzuki Samurai no coincide en el cabezote reemplazado.



Figura 53. Header 1-4, 2-1.

4.6. Pasos para la instalación del sistema de inyección y encendido electrónico del motor.

Una vez que se concluye la parte mecánica, que corresponde al cabezote y las distintas partes que se acoplan en este para que trabaje el motor, se continúa con la parte que se refiere a la instalación del sistema de inyección y sistema de encendido electrónico y eléctrico. Como la unidad de control es del modelo Haltech Sprint 500, tiene la capacidad de colocar sensores no originales, con diferentes variables y así las admite. Todos los sensores ocupados son de Chevrolet Corsa, únicamente los inyectores son de Suzuki Swift Gti. Antes de empezar a realizar la instalación electrónica y eléctrica, se procedió a soldar una rueda dentada de 60-2 dientes en la polea original previamente torneada. El motivo de utilizar este tipo de rueda fónica es debido a que Haltech es compatible entre sus configuraciones con rueda fónica de 60-2 dientes, además que es común en el mercado y debido a que es una rueda fónica de mayor diámetro coincide a la perfección con la polea de la banda de accesorios.

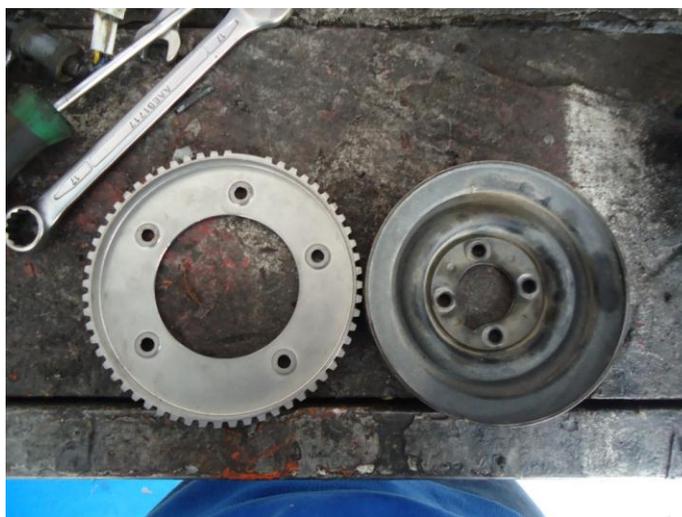


Figura 54. Rueda fónica y polea del cigüeñal.

1. Una vez que se haya soldado la rueda dentada a la polea del cigüeñal, se fija a continuación del piñón del cigüeñal previamente puesto. Se realiza una base de metal para fijarla al bloque de cilindros, en la cual se inserta el sensor CKP, el cual está separado de la rueda dentada por 2mm.



Figura 55. Rueda fónica solada en la polea del cigüeñal.

3. Posteriormente se debe comprobar los inyectores en el banco de pruebas, realizando pruebas de caudal y de goteo a diferentes parámetros de funcionamiento, como son pulsos y tiempos, los cuales se encuentran en perfectas condiciones. Así mismo, se les realiza una limpieza por ultrasonido y cambio de micro filtros.



Figura 56. Comprobación y limpieza de inyectores.

3. Luego de comprobar y la debida limpieza de los inyectores, se procede a colocarlos en el riel de inyectores a montarse, que ya trae el regulador de presión de combustible incorporado, para después fijarlos en el múltiple de admisión con sus respectivos pernos de sujeción para el riel de inyectores y los seguros para los inyectores. Los inyectores son de Suzuki Swift Gti.

Se utilizaron inyectores de Suzuki Swift Gti, debido a que estos al ser originales coinciden en el cabezote reemplazado, es decir, el alto y el ancho de los inyectores es el ideal y no se debe realizar ninguna modificación en el riel de inyectores que también es el original. Además, como la característica de funcionamiento del modelo Haltech Sprint 500 tiene como requerimiento que la impedancia sea de 8Ω (ohmios), se debió colocar resistencias en el arnés de cables en la salida hacia los inyectores, ya que originalmente tienen una resistencia de 2Ω (ohmios).

El motivo de este proceso es debido a que, si en alguna circunstancia se pierde la señal en los inyectores no se detenga el trabajo, los inyectores de baja impedancia hacen que pase mucha corriente a través de la computadora. Para compensar esto, Haltech se basa en un modo que se denomina pico-mantiene, que consiste en dejar que mucha corriente fluya para abrir el inyector, pero cuando haya alcanzado su apertura ideal, baja la corriente a un nivel más manejable para el control de la unidad de control.



Figura 57. Inyectores y riel de inyectores.

Tabla 8.

Datos de los inyectores.

Socket de los Inyectores	
Conector.	Señal.
Pin 1.	Voltaje 5V+
Pin 2.	Tierra.

4. A continuación se procede a realizar un agujero en la carrocería alrededor de unos 5cm de diámetro para insertar el arnés de cables desde el interior de la cabina hacia los distintos sensores, que se encuentran ubicados alrededor del motor.



Figura 58. Apertura del agujero para el arnés de cables.

5. Una vez pasado todo el arnés de cables desde la parte exterior de la carrocería hacia la cabina, se realiza un recubrimiento a los cables con manguera de caracol para impedir que filtre agua y también para evitar que los cables se resequen, debido a las altas temperaturas del motor y se fisuren por las vibraciones.

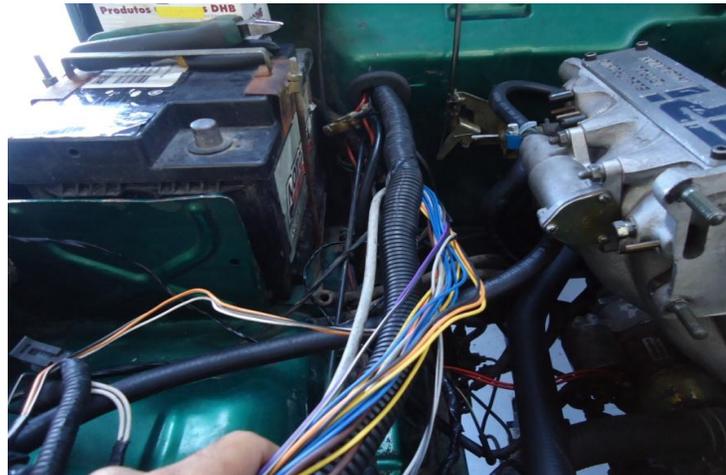


Figura 59. Arnés de cables.

6. A paso seguido se hace la instalación eléctrica de los cables que van desde la batería hacia los distintos relés, como son: el de la bomba de combustible, el relé de la unidad de control, el relé del sistema de inyección y el relé del sistema de encendido. En el diagrama de conexión para la unidad de control Haltech Sprint 500, se puede verificar cómo se encuentra la conexión eléctrica de los distintos cables.

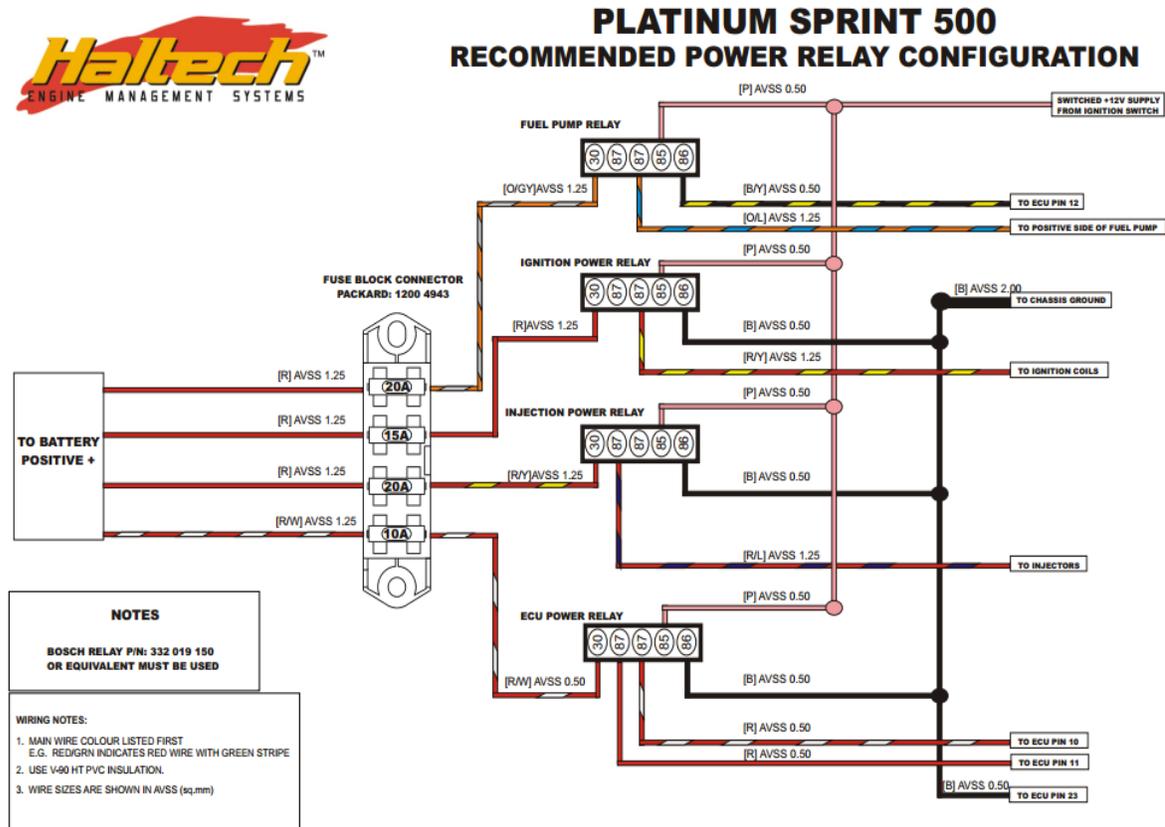


Figura 60. Diagrama de conexión eléctrica Haltech Sprint 500.

Fuente: Manual de Instalación Haltech Sprint 500.

6. Esta instalación eléctrica se la realiza desde el interior de la gaveta del vehículo donde está alojada la unidad de control, la fusilera y el conector de relés hacia la parte donde se aloja el motor, donde se encuentra la batería del vehículo, para poder tomar la corriente de alimentación.

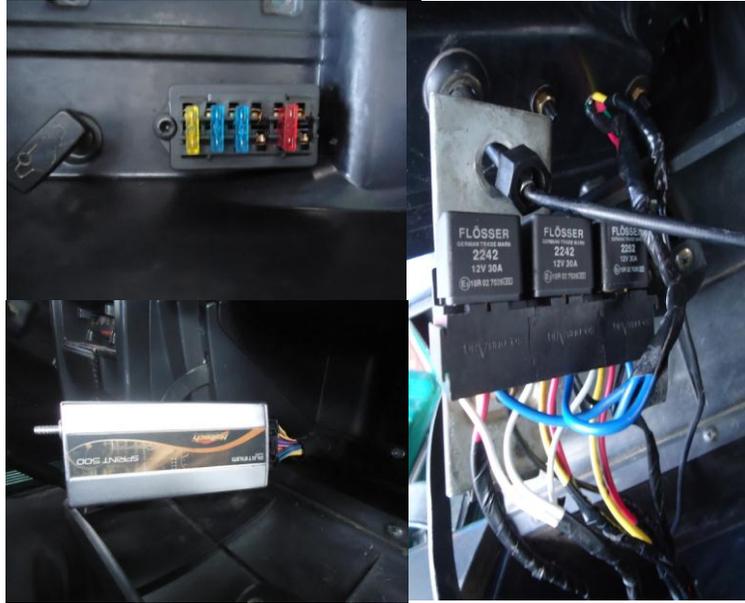


Figura 61. Conexiones eléctricas de fusibles y relés.

8. Luego, se suelda con estaño y un caudín los cables que van desde el relé de la bomba de combustible, y del relé del sistema de encendido hacia el switch de ignición que se acciona al girar la llave. Esto se debe comprobar con un multímetro, ya que son cables que van hacia el switch de encendido en el modo ACC y en modo ON.

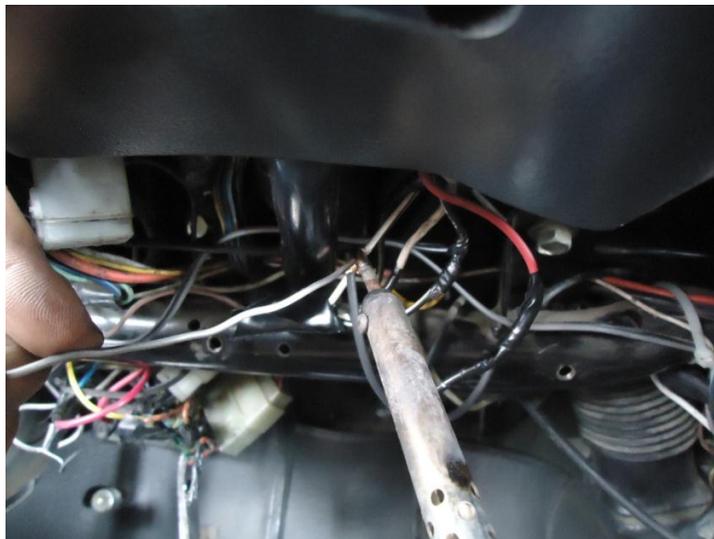


Figura 62. Soldadura con caudín y estaño de cables.

9. Se realiza la instalación y conexión eléctrica desde el relé de la bomba de combustible, la bomba de combustible es de marca BOSCH, trabaja con 12 voltios y a 45 PSI de presión, es una bomba externa, debido a que el Suzuki Samurai originalmente trabajaba con una bomba de combustible mecánica accionada por una leva. Se conectan las cañerías de ida, que pasa por el riel de inyectores y de retorno cuando vence al regulador de presión, hacia el tanque de combustible.

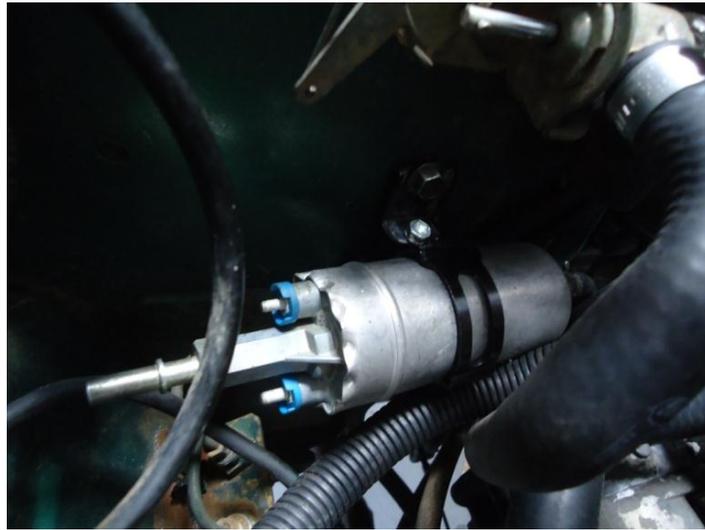


Figura 63. Bomba eléctrica de combustible.

10. Una vez realizada la instalación eléctrica de la unidad de control, se procede a realizar la conexión de cada uno de los sensores y actuadores de la inyección y del encendido electrónico. Nos basamos en el siguiente diagrama, que viene en el manual de instalación de Haltech Sprint 500



PLATINUM SPRINT 500 WIRING DIAGRAM

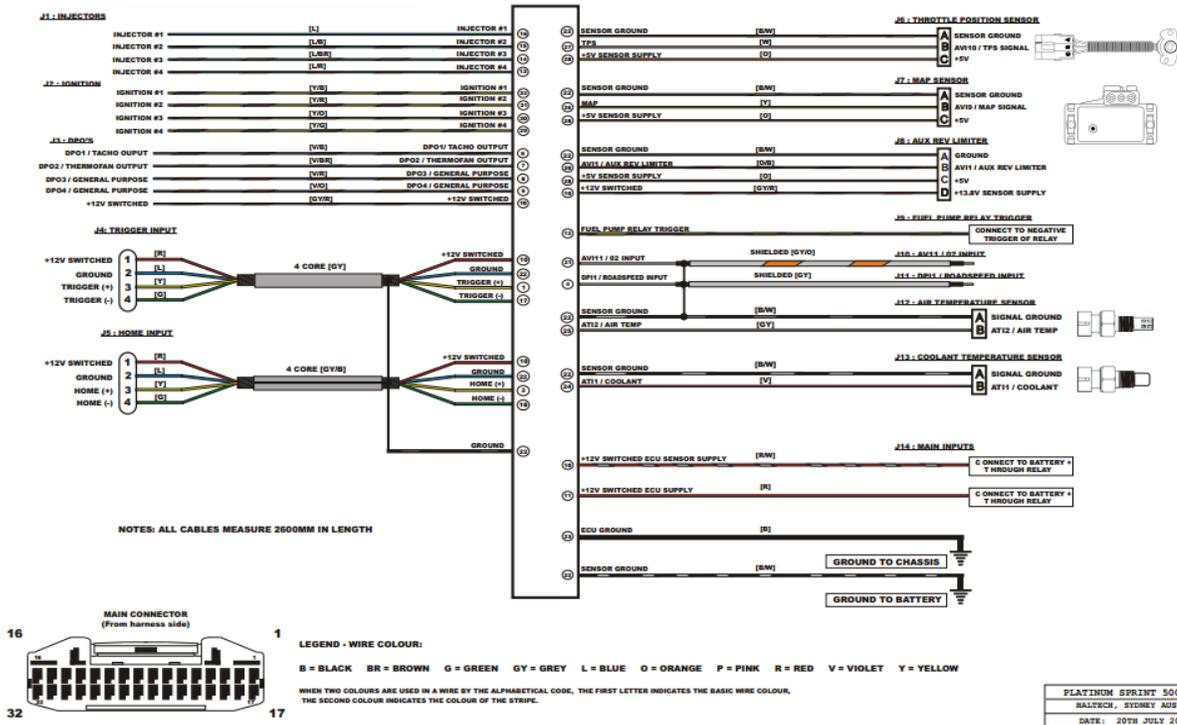


Figura 64. Diagrama de conexión electrónica de sensores y actuadores

Fuente: Manual de Instalación Haltech Sprint 500.

11. A continuación, se coloca el sensor CKP, este es el sensor de posición del cigüeñal. Su funcionamiento es mediante efecto hall, está montado sobre una base de metal anteriormente fabricada y esta base se encuentra empernada al bloque de cilindros, el sensor es de Chevrolet Corsa el cual tiene tres pines.



Figura 65. Sensor CKP y rueda fónica.

Tabla 9.

Datos sensor CKP

Socket sensor CKP	
Conector.	Señal.
1 (negro).	Tierra.
2 (blanco/negro).	Señal.
3 (blanco/rojo).	Voltaje 8-16V+

12. Se acopla el cuerpo de aceleración en el múltiple de admisión, con su respectivo empaque y cuatro pernos que lo sujetan, la abertura de la mariposa de aceleración es de 41.5mm. Este cuerpo de aceleración es de Suzuki Swift Gti, por lo tanto, no fue necesaria ninguna adaptación aparte, para poderse acoplar al múltiple de admisión.



Figura 66. Mariposa y cuerpo de aceleración.

13. Luego, se coloca el sensor TPS en el vástago del cuerpo de aceleración, este es el sensor de posición de la mariposa del acelerador, es de Chevrolet Corsa, es de movimiento anti horario. Se debe comprobar el giro de la mariposa para la correcta instalación, debido a que en el momento de calibración, todo está basado en los datos que manda este sensor hacia la unidad de control. Este es de tres pines.

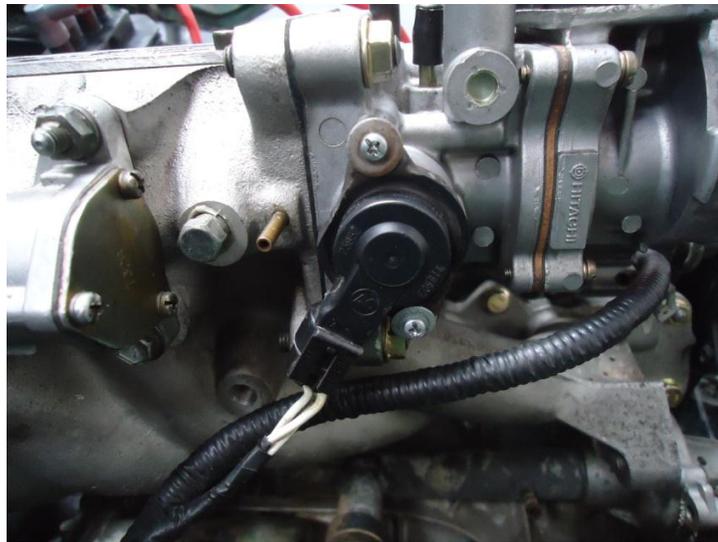


Figura 67. Sensor TPS montado en el cuerpo de aceleración.

Tabla 10.

Datos sensor TPS.

Socket sensor TPS	
Conector	Señal
PIN 1 (blanco/negro)	Tierra
PIN 2 (blanco)	Señal del TPS
PIN3 (naranja)	Voltaje +5V

14. Se instala el sensor MAP, es el sensor que mide la presión de aire dentro del múltiple de admisión, es colocado en la carrocería junto al múltiple de admisión y el vacío es medido por medio de una cañería de caucho, por donde pasa aire. Al igual, es de Chevrolet Corsa, posee tres pines de conexión.

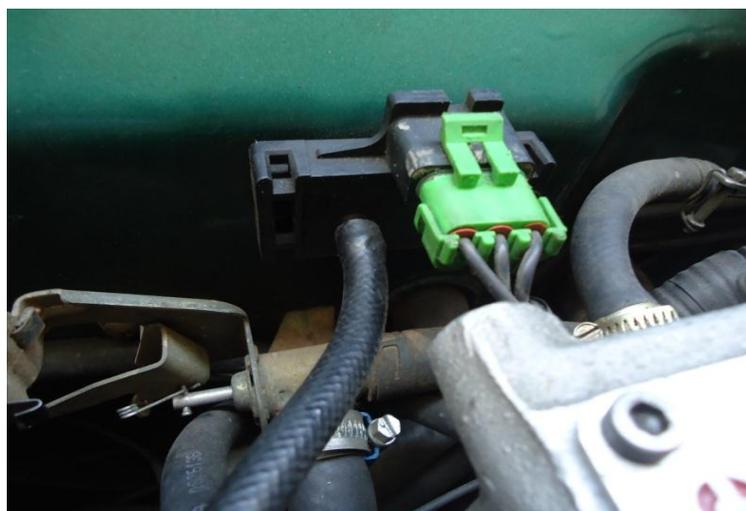


Figura 68. Sensor MAP y manguera de vacío.

Tabla 11.

Datos sensor MAP.

Socket sensor MAP	
Conector	Señal
PIN 1 (blanco/negro)	Tierra del sensor
PIN 2 (blanco)	Señal del MAP
PIN3 (naranja)	Voltaje +5V

15. Se instala el sensor MAF, es aquel que mide el flujo de aire que va a ingresar al motor; por lo general, está ubicado en la tubería después del filtro de aire y antes de la mariposa de aceleración. Se utilizó el sensor de un Chevrolet Corsa para su adaptación, posee al igual tres pines.



Figura 69. Sensor MAF colocado en la manguera del depurador.

Tabla 12.

Datos sensor MAF.

Socket sensor MAF	
Conector	Señal
PIN 1 (blanco /negro)	Tierra del sensor
PIN 2	Voltaje +5V
PIN3	Señal del MAF

16. Se coloca el sensor IAT, es aquel que mide la temperatura del líquido refrigerante, este va ubicado en la toma de agua que se encuentra después del termostato en el cabezote. Al igual, el usado aquí es de Chevrolet Corsa. Consta de dos pines.

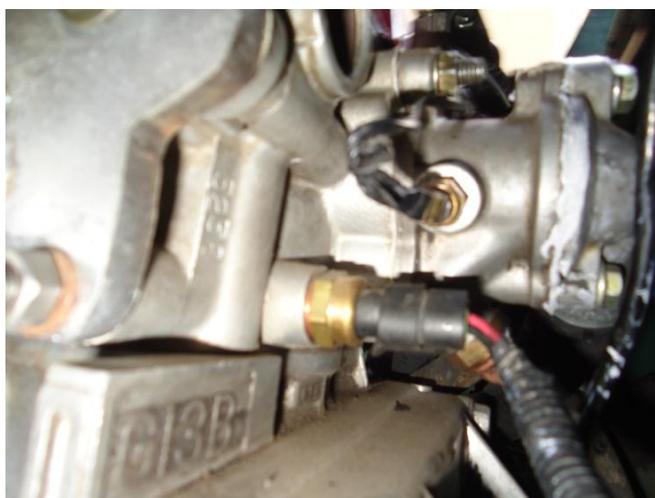


Figura 70. Sensor IAT colocado en el cabezote.

Tabla 13.

Datos sensor IAT.

Socket sensor IAT	
Conector.	Señal.
PIN 1(negro/blanco).	Tierra.
PIN 2 (violeta).	Señal 5V+.

17. Por último, en lo que se refiere a sensores y actuadores, se realiza la instalación y conexión de la bobina, la cual es la encargada de enviar la chispa por medio de los cables de bujías hacia las bujías. Se utiliza una bobina de Chevrolet Corsa y consta de cuatro pines.



Figura 71. Bobina colocada en el vehículo.

Tabla 14.

Datos de la bobina.

Socket de la Bobina	
Conector	Señal
PIN 1(negro)	Tierra
PIN 2(naranja/azul)	Tierra
PIN 3(naranja)	Salida de encendido hacia la ECU
PIN 4(plomo/rojo)	Voltaje 12V+

18. Se procede a la instalación y colocación de los cables de bujías, estos son de marca MSD, fabricados de un silicón que resiste altas temperaturas, poseen una resistencia menor a 7Ω , lo que quiere decir que permite el flujo de la chispa con mayor fluidez.



Figura 72. Cables de bujías instalados en el motor.

19. Al finalizar de instalar y conectar lo anterior, solamente se empieza a terminar los detalles como son:

1. Colocar el alternador y la banda de accesorios, al igual, se coloca la tapa superior que cubre las poleas.
2. Colocar el cable del acelerador en el cuerpo de aceleración.
3. Colocar el ventilador y el radiador.
4. La colocación de mangueras de agua y de calefacción con sus respectivas abrazaderas y la adición de líquido refrigerante.
5. Conectar los terminales eléctricos, como son el trompo de medición de temperatura y también de aceite.
6. Colocar el depurador de aire con su toma y el debido filtro de aire.
7. Colocar el filtro de aceite y un galón y un cuarto de aceite 15W40.

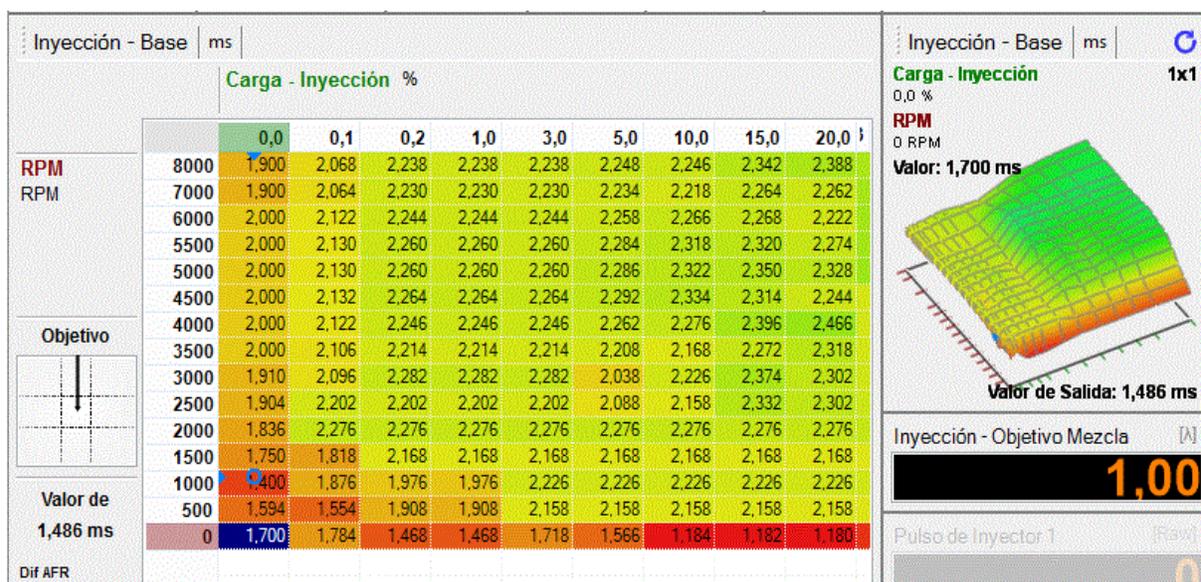


Figura 73. Motor del Suzuki Samurai.

4.6.1. Proceso de calibración Haltech Sprint 500. Una vez que se ha concluido toda la parte mecánica y eléctrica, se procede a realizar la conexión y calibración de la computadora programable Haltech Sprint 500, que lleva montada en el vehículo modificado. Esta computadora viene de fábrica con las siguientes partes:

- Computadora Haltech sprint 500.
- Arnés de cables.
- Manual y guía de usuario.
- CD de instalación Haltech.
- Cable de conexión.

El CD de instalación Haltech es un software que se debe instalar en una computadora, laptop o notebook, debido a que este es el único medio por el cual se tiene interacción entre la computadora programable y el usuario. El uso de Haltech es un software que se puede configurar y controlar al sistema de inyección de diferentes maneras; los inyectores pueden ser de alta o baja impedancia; controlan la carga por medio del sensor de posición de la mariposa del acelerador, y también la presión del múltiple de admisión, el cual viene dentro de la computadora, lo único es conectar una manguera de vacío hacia el múltiple de admisión;



además, es compatible con cualquier tipo de inyección.

Figura 74. Mapa 2D y 3D de carga e inyección.

Para el mapeo o programación de la computadora Haltech sprint 500, es únicamente conectar la interface entre la laptop y la computadora programable Haltech sprint 500, para luego

cargar un mapa de los 16 mapas cargados que vienen dentro del software instalado anteriormente. Este mapa debe ser el más adecuado para el tipo de motor a utilizarse; en este caso, se escoge el más parecido a la inyección de Suzuki Swift Gti, y se continúa variando y realizando las distintas modificaciones como son:

- Tipo de inyección, en este caso es inyección secuencial.
- Número de cilindros, en este caso cuatro cilindros.
- Volumen de aire.
- Cantidad de combustible.
- Tipo de encendido, en este caso es encendido DIS.
- Corte de revoluciones, corte programado a 6200 rpm.
- Modo de aspiración, el motor del vehículo es atmosférico.

The screenshot shows a software configuration window with a sidebar on the left containing icons for 'Basic', 'Advanced', 'Outputs', 'Inputs', and 'Devices'. The main window has tabs for 'Principal', 'Sincronización', 'Inyección', and 'Avance', with 'Principal' selected. The 'Info del Motor' section contains the following fields:

- Método Programación: Tiempo de In (dropdown)
- No. de Cilindros: 4 (text input)
- Volumen del Motor: 1300 cc (text input)
- Fuente Carga Inyección: TPS (dropdown)
- Fuente Carga Avance: TPS (dropdown)
- Fuente MAP: Externo (dropdown)
- RPM Arranque Max: 380 RPM (text input)
- RPM Max Indicador: 9000 RPM (text input)

The 'Orden de Disparo' section shows a list of eight cylinders with their firing order values in input boxes:

- #1: 1
- #2: 3
- #3: 4
- #4: 2
- #5: 1
- #6: 1
- #7: 1
- #8: 1

Figura 75. Configuración principal.

La configuración principal básica se refiere a los parámetros, como son: el método de programación, el número de cilindros, el modo de carga de la inyección que es por TPS, se ocupa el MAP externo y la configuración de RPM.

Figura 76. Configuración de sincronización.

La configuración básica en la Sincronización se elige el modo del tipo de referencia que es de rueda dentada de 60-2 dientes, el ángulo de regencia y el filtro para para las interferencias de señal.

Figura 77. Configuración de Avance.

Esta configuración se refiere al tipo de encendido que es de chispa perdida, la señal de la chispa que es decreciente, el modo de carga y el avance fijo.

En el mapa que se está programando, se deben identificar los parámetros, para así dejar un mapa ideal, en el cual funcione a la perfección el vehículo; la mezcla aire combustible sea la ideal a altas y bajas revoluciones, evitar el cascabeleo, y el excesivo consumo de combustible, salvo que en algunas ocasiones se ocupe el vehículo para competencias, ya que si este fuera el caso, lo que se requiere es una modificación en cuanto a la mezcla, para que el motor entregue todo su rendimiento.

Puede realizar la corrección de inyección de combustible como son:

- Corrección de temperatura de aire.
- Corrección barométrica.
- Corrección de temperatura del refrigerante.
- Tiempo muerto del inyector.
- Corrección del mapa.
- El primer pulso.

En el vehículo modificado, su programación está basada en la carga de sensor de posición de la mariposa, es decir, cuando está más abierto entrega más combustible; a su vez, para leer los datos y conseguir una inyección casi perfecta, la computadora Haltech Sprint 500 está conectada a varios sensores alrededor del motor del vehículo. Estos sensores al igual mandan su funcionamiento de manera real, mientras el vehículo está en funcionamiento hacia la pantalla de la laptop. Así se puede controlar: temperatura del refrigerante, carga, rpm, tiempo de inyección, etc.

En su mayoría, se utilizaron sensores y actuadores de Chevrolet Corsa, debido a que estos sensores tienen gran compatibilidad con la unidad de control Haltech, es decir, los conectores con sus respectivos pines de acoplamiento a cada sensor son parecidos o casi iguales en el tipo de conexión y la cantidad de cables a los sensores Haltech que también existe la posibilidad de conectar. Además, los sensores y actuadores de Chevrolet Corsa son

comunes en el mercado y existen repuestos alternos, que se pueden conseguir a un costo menor.

4.7. Montaje y desmontaje del transfer reductor.

El transfer reductor en el Suzuki Samurai está ubicado a continuación de la caja de cambios, acoplado mediante un cardán pequeño; en el transfer reductor se acoplan dos cardanes: un delantero y otro posterior, independientemente hacia cada eje del vehículo.

4.7.1. Despiece del transfer reductor en el Suzuki Samurai. Los pasos para el despiece del transfer reductor son los siguientes.

1. Primeramente se debe retirar la pera de la palanca de cambios y el caucho protector, se monta al vehículo a un elevador, para después drenar el aceite que se encuentra dentro del transfer. Paso seguido, se desacoplan los tres cardanes anteriormente mencionados, se retira el socket del trompo que indica el testigo en el tablero cuando se activa el modo 4x4, se retira el cable del velocímetro; y por último, las bases que lo sostienen con el chasis del vehículo.



Figura 78. Ubicación del transfer reductor.

2. A continuación se retira el transfer para ubicarlo en una mesa de despiece, la cual se comprueba el giro y funcionamiento del transfer, acoplando la palanca. Además, se señalan las posiciones de la palanca y de las bases, para que en el momento del ensamble no exista ninguna confusión. Se procede al despiece y limpieza del mismo.



Figura 79. Transfer reductor desmontado.

3. Con una pistola neumática se aflojan las tres tuercas de las bridas, para luego retirarlas, señalando anteriormente, debido a que no son iguales las tres bridas, ya que la que acopla con el cardán del eje posterior es un poco más larga que las otras dos bridas.



Figura 80. Despiece de bridas

4. Una vez retiradas las bridas, con un destornillador plano se presiona, y a la misma vez, se gira para poder quitar la palanca de selección de 4x4. Se procede al quitar todos los pernos que juntan las tres carcasas, después se quita la carcasa que tiene la brida hacia el eje delantero.

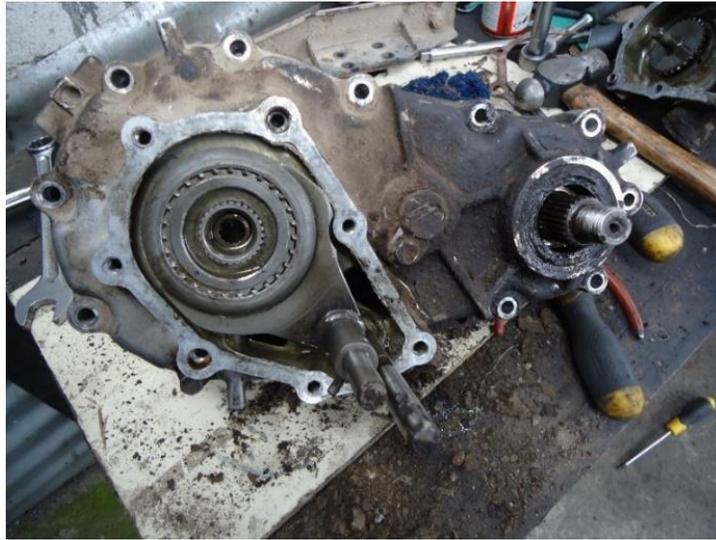


Figura 81. Retirada la tapa de la carcasa del eje de entrada.

5. Se retira el pasador de la horquilla de selección de tracción 4H y luego la horquilla con el sincronizado. Con un hexágono se quita un perno pequeño ubicado al costado del transfer para poder sacar los resortes y rodamientos de la horquilla de selección 4L, se retira el piñón del velocímetro. Una vez realizado lo anterior, se procede a desacoplar la carcasa para ver los piñones que se encuentran dentro del transfer.



Figura 82. Originales del transfer reductor.

6. Se comprueba el estado de los piñones originales, estos no tenían ningún problema en cuanto a picaduras de dientes ni desgaste. Lo que se comprobó es que las canastillas del eje de salida estaban picadas, además de los rodamientos que se encontraban desgastados por la presencia de agua e impurezas en el aceite.

4.7.2. Ensamblaje de la reductora en el transfer del Suzuki Samurai a modificarse. Una vez que se encontraba en su total despiece, se procedió a limpiar, lavar y pulverizar cada una de las partes antes de ser ensamblado. Se reemplazaron todos los rodamientos y canastillas internos del transfer reductor, para así garantizar el óptimo desempeño, además de cumplir con los requerimientos del fabricante. En el kit de la reductora marca Calmini, vienen los siguientes componentes que son:

- Eje de entrada.
- piñón intermedio de acoplamiento.
- Eje de salida delantero
- Eje del piñón intermedio de acoplamiento.
- Canastillas del eje del piñón intermedio de acoplamiento.
- Arandelas de empuje.
- Empaque de caucho del eje de del piñón intermedio de acoplamiento.

- Retenes del eje de entrada y de salida posterior y delantero.
- Cajuela de la palanca de selección.
- Tuercas de los tres ejes.
- Empaques de las carcasas del transfer reductor.



Figura 83. Piñón de 4L montado en el transfer limpio.

1.- Se monta todo el conjunto del eje con piñones de salida delantero y posterior, luego se coloca el piñón intermedio de acoplamiento y en la mitad el eje y todo su conjunto, que son las arandelas de empuje y las canastillas; y por último, colocamos el eje de entrada con su respectivo rodamiento nuevo previamente instalado.



Figura 84. Piñones de la Reductora Calmini 4.16:1.

2.- Se coloca la horquilla de selección 4L, comprobando el correcto funcionamiento y acoplamiento, tanto de los dientes de los piñones como del sincronizado que acopla el modo 4L. A continuación, se unta un poco de silicón al contorno de la carcasa, para después colocar el empaque; se colocan los resortes y rodamientos de la palanca de la horquilla.



Figura 85. Transfer reductor listo para sellarlo.

3. En la otra tapa de la carcasa se coloca el nuevo rodamiento del eje de entrada, para después sellar las dos partes de la carcasa. Con un martillo se dan pequeños golpes para que vaya sellando, y con mucho cuidado guiar las palancas de las horquillas para evitar que los rodamientos se salgan, se coloca la chaveta que sostiene al eje del piñón intermedio de acoplamiento.

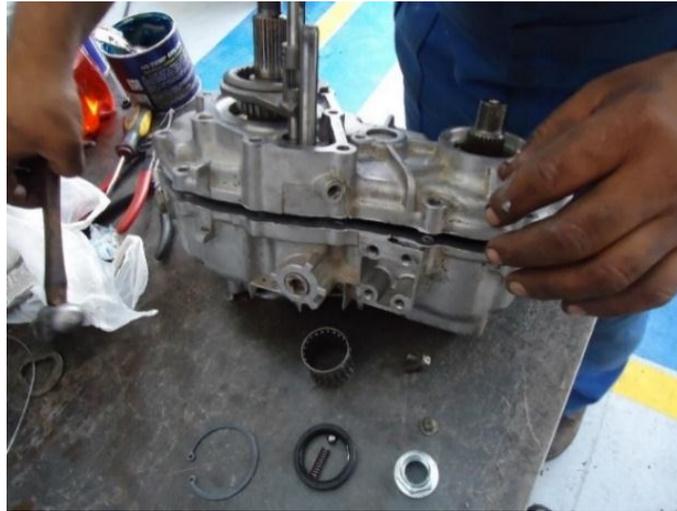


Figura 86. Acople de las carcasas del transfer reductor.

4. Se colocan y se guían todos los pernos que van alrededor de toda la carcasa, y el apriete es de acuerdo a la especificación del fabricante, que son 25 lb-ft. Después, se coloca el sincronizado y la horquilla de acople y desacople de la tracción delantera; y paso seguido, se sella la carcasa pequeña con su debido empaque y un poco de silicón para evitar fugas.



Figura 87. Sellando la carcasa del eje de entrada.

5. Se realiza el ajuste de todos los pernos con su debido apriete, se coloca el piñón del velocímetro, después se colocan los tres retenedores nuevos, que son los del piñón de entrada y los de salida posterior y delantero. Paso seguido, se ubican las bridas en su lugar para colocar las nuevas tuercas. Con una pistola neumática se realiza el correcto apriete de las tuercas de los ejes.



Figura 88. Caja de transferencia finalizada el ensamblaje.

6. Para terminar con el ensamblaje, se coloca la palanca de selección 4x4, se coloca el rodamiento del trompo de la luz que indica en el panel cuando se activa el modo de tracción delantera; y a continuación, el trompo. Comprobamos el correcto funcionamiento del transfer reductor, es decir que, funcione en 2H, 4H, N y 4L. Por último, se golpea con un cincel y un martillo los seguros de las tuercas de los tres ejes.



Figura 89. Transfer reductor listo para montar.

7. Una vez terminado de armar el transfer reductor se vuelve a colocar en el vehículo Suzuki Samurai, colocando las bases, y montándolo sobre el chasis; luego se acopla el cardán que viene desde la caja de cambios, se colocan los cardanes del eje posterior y delanteros, se introduce nuevamente el cable del velocímetro en el velocímetro, se conecta el socket del testigo del tablero, se realiza todo el ajuste necesario de pernos y tuercas, se llena hasta el nivel indicado con aceite 80W90 para engranajes; y al final, se coloca el caucho de la palanca, la pera de la palanca de activación de tracción 4x4 y el soporte del caucho.

4.7.3. Cálculo de la relación de transmisión del transfer reductor original y modificado.

4.7.3.1. Cálculo de relación de transmisión original en marcha 4H.

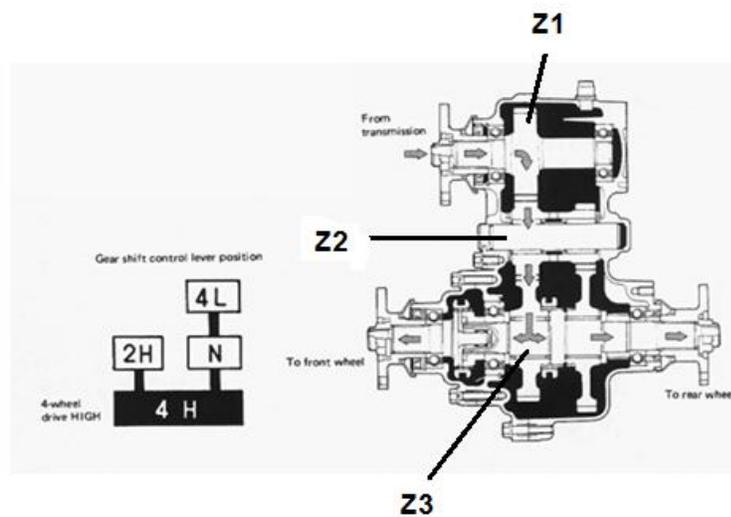


Figura 90. Piñones modo 4H.

Tabla 15.

Número de dientes marcha 4H original.

Número de dientes	
Z1	44
Z2	41
Z3	23

$$i1 = \frac{z2}{z1}$$

$$i1 = \frac{41}{44} = 0.9318$$

$$i2 = \frac{z3}{z2}$$

$$i2 = \frac{62}{41} = 1,5121$$

$$i_{total4H} = i1 \cdot i2$$

$$i_{total4H} = 0.9318 \cdot 1.5121$$

$$i_{total4H} = 1.409$$

4.7.3.2. Cálculo de la relación de transmisión modificada en marcha 4H.

Tabla 16.

Número de dientes marcha 4H con reductora.

Número de dientes	
Z1	31
Z2	53
Z3	49

$$i1 = \frac{z2}{z1}$$

$$i1 = \frac{53}{31} = 1.7096$$

$$i2 = \frac{z3}{z2}$$

$$i2 = \frac{49}{53} = 0,9245$$

$$i_{total4H} = i1 \cdot i2$$

$$i_{total4H} = 1,7096 \cdot 0,9245$$

$$i_{total4H} = 1.5805$$

4.7.3.3. Cálculo de relación de transmisión original en marcha 4L.

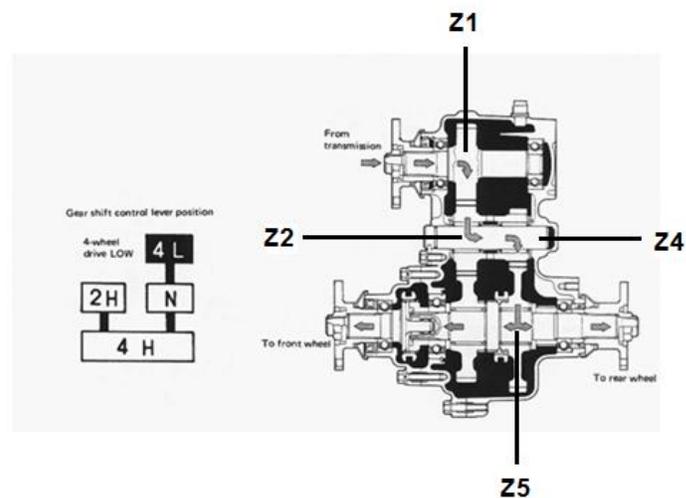


Figura 91. Piñones modo 4L.

Tabla 17.

Número de dientes marcha 4L original.

Número de dientes	
Z1	44
Z2	41
Z4	23
Z5	56

$$i1 = \frac{z2}{z1}$$

$$i1 = \frac{41}{44} = 0.9318$$

$$i2 = \frac{z5}{z4}$$

$$i2 = \frac{56}{23} = 2.4347$$

$$i_{total4L} = i1 \cdot i2$$

$$i_{total4L} = 0.9318 \cdot 2.4347$$

$$i_{total4L} = 2.2686$$

4.7.3.4. Cálculo de relación de transmisión modificada en marcha 4L.

Tabla 18.

Número de dientes marcha 4L con reductora.

Número de dientes	
Z1	31
Z2	53
Z4	23
Z5	56

$$i1 = \frac{z2}{z1}$$

$$i1 = \frac{53}{31} = 1.7096$$

$$i2 = \frac{z5}{z4}$$

$$i2 = \frac{56}{23} = 2.4347$$

$$i_{total4L} = i1 \cdot i2$$

$$i_{total4L} = 1.7096 \cdot 2.4347$$

$$i_{total4L} = 4.16$$

4.7.4. Comparación de relaciones del transfer entre la original y modificada. Al momento de cambiar de la relación original 2.26 a relación 4.16, se obtiene un incremento de torque en marchas del modo 4H y el máximo incremento en modo 4L. Esto se viene a detallar en porcentajes, en modo 4H el incremento es del 12%, en cuanto a torque y en modo 4L el incremento es del 83% en torque.

Tabla 19.

Relación de transfer original y modificado

Transfer original.		Transfer modificado.	
4H	1.409	4H	1.5805
4L	2.2686	4L	4.16

Esta modificación del transfer reductor se realizó debido a que los vehículos Suzuki son los que tienen la relación final de marchas más largas, en comparación a otros vehículos 4x4, como son: Toyota, Nissan, Land Rover, etc. Así realizado esta modificación el vehículo va a poder superar cualquier tipo de obstáculo, sin necesidad de utilizar toda la capacidad, evitando daños por un posible sobre esfuerzo de las partes comprometidas.

4.7.5. Tabla y grafica de velocidad vs rpm de la relación de transmisión original y el transfer reductor 4.16:1. Para realizar estos cálculos se utilizan las relaciones de transmisión de cada marcha, la relación de transmisión del transfer reductor original y modificado. Además, se utiliza la relación de cono y corona del vehículo; y por último, la numeración real de las ruedas del vehículo. Estas tablas están basadas en intervalos de rpm desde 500 hasta 6500 rpm.

Tabla 20.

Primera velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.

1era. marcha trasfer original modo 2H y 4H		1era. marcha trasfer modificado modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h	RPM	Velocidad km/h
500	4,33	500	1,43
1000	8,65	1000	2,86
1500	12,98	1500	4,29
2000	17,30	2000	5,72
2500	21,63	2500	7,15
3000	25,96	3000	8,58
3500	30,28	3500	10,01
4000	34,61	4000	11,45
4500	38,94	4500	12,88
5000	43,26	5000	14,31
5500	47,59	5500	15,74
6000	51,91	6000	17,17
6500	56,24	6500	18,60

En la tabla se observan los valores matemáticamente calculados, que a su vez, están representados en la gráfica siguiente, los cuales se puede observar el aumento de la velocidad en relación con las rpm del motor, del transfer original representado con la línea de color azul; y el transfer modificado, representado con la línea de color rojo. Además, se observa la disminución de velocidad al modificar el transfer; y por consiguiente, el aumento de torque.

Para el cálculo del modo 4H se toman los mismos valores del modo 2H, debido a que utilizan los mismos piñones de acoplamiento; y lo único que hace el transfer reductor es repartir el mismo giro a los dos diferenciales, por lo tanto, no es necesario realizar el cálculo de velocidad vs rpm en el modo 4H.

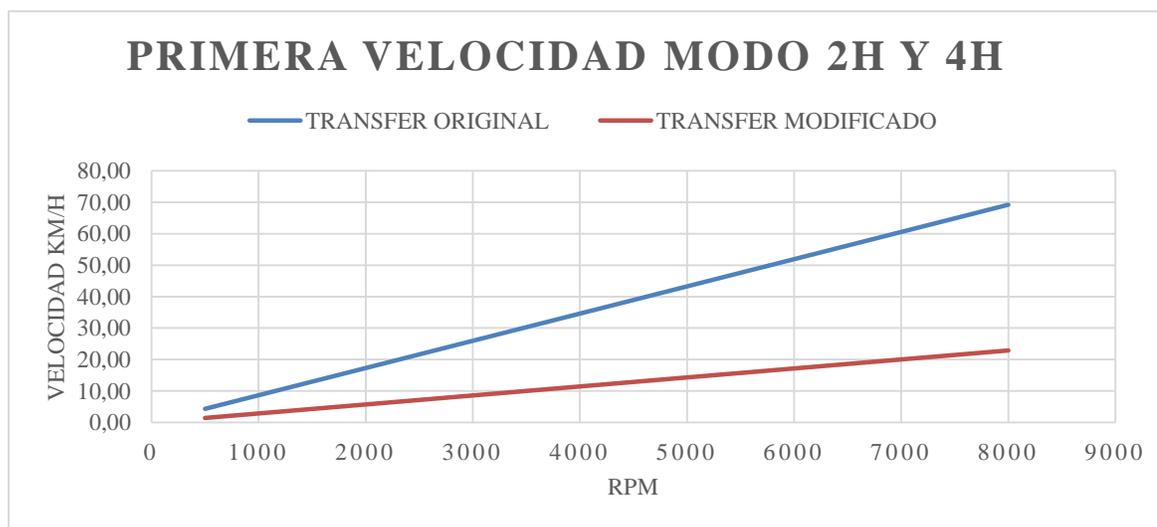


Figura 92. Comparación de diagrama de primera velocidad 2H y 4H.

Las tablas y gráficas de las demás marchas, desde segunda velocidad hasta quinta, en modo 2H, 4H y 4L se encuentran en la parte de anexos.

5. Pruebas

En esta parte realizamos las distintas pruebas antes y después de las modificaciones, en lo referente al motor y el transfer reductor.

5.1. Motor y transfer antes de las modificaciones.

El Suzuki Samurai a modificarse contaba al inicio con el motor del cabezote original 8 válvulas con alimentación a carburador, el cual fue sometido a pruebas de torque y potencia en el dinamómetro del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares de la Escuela Politécnica del Ejército. Antes de realizar la prueba se procedió a montar el vehículo sobre el dinamómetro.



Figura 93. Suzuki Samurai sobre el dinamómetro.

Luego se prueba el giro de los neumáticos sobre el dinamómetro y la fijación con bandas ancladas al suelo con el vehículo, para que no se mueva de los rodillos del dinamómetro. Además, se colocó un ducto para que los gases de escape salgan al exterior del lugar.



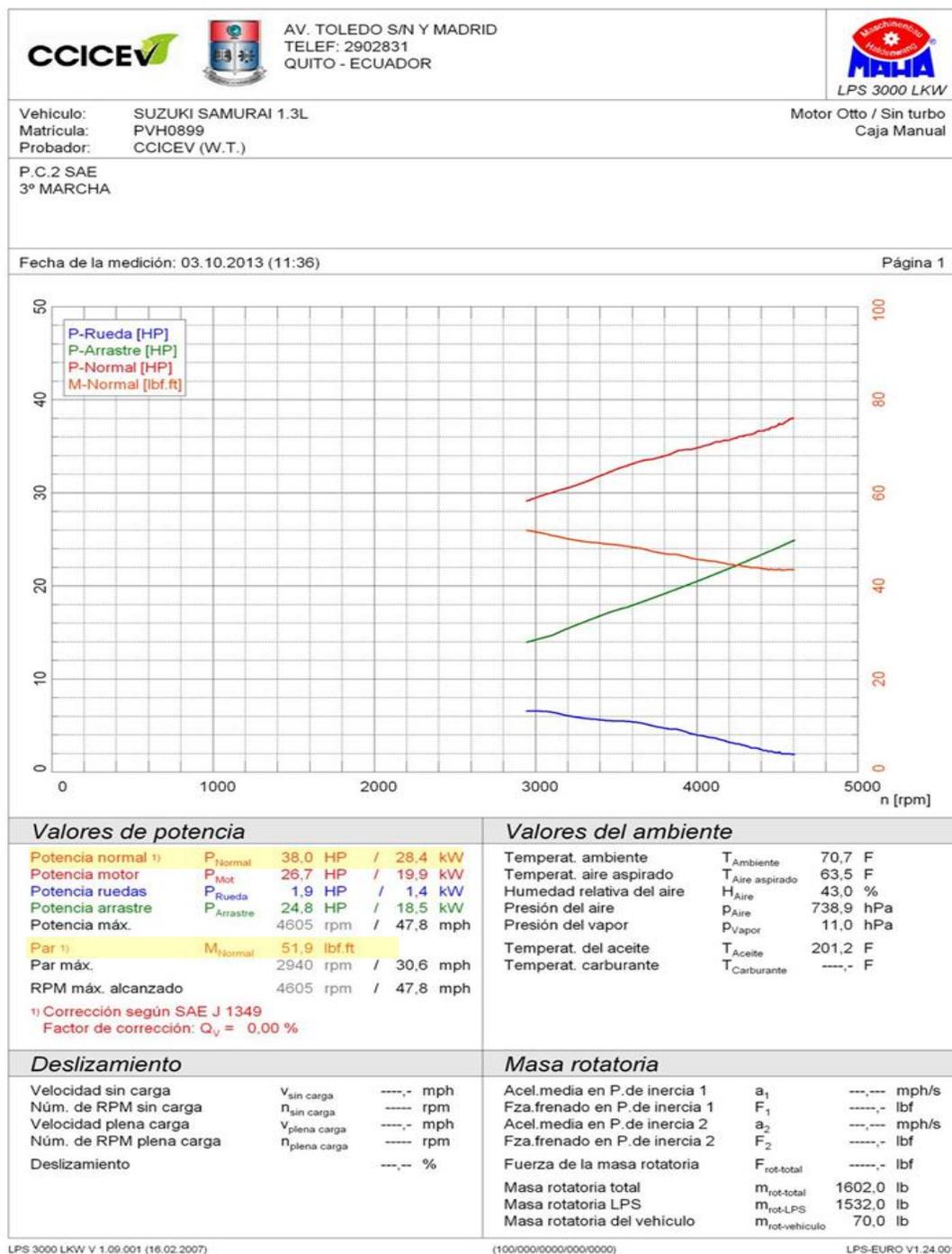
Figura 94. Suzuki Samurai anclado al dinamómetro.

Se colocaron instrumentos de medición propios del dinamómetro, para medir la temperatura del aceite, y también otro para medir el pulso en el cable de bujía del primer cilindro. Esto es muy necesario, ya que permite observar en la pantalla del equipo si el vehículo comienza a calentarse, debido a que no está ingresando aire al radiador desde el exterior.



Figura 95. Realizando la primera prueba de torque y potencia.

Una vez realizada la prueba de torque y potencia en el vehículo Suzuki Samurai a modificarse, el dinamómetro expulsó los siguientes resultados, mostrados en las siguientes tablas.



LPS 3000 LKW V 1.09.001 (16.02.2007)

(100/000/0000/000/0000)

LPS-EURO V1.24.001

Figura 96. Datos y diagrama de torque y potencia iniciales.

				AV. TOLEDO S/N Y MADRID TELEF: 2902831 QUITO - ECUADOR			
Vehículo: SUZUKI SAMURAI 1.3L Matricula: PVH0899 Probador: CCICEV (W.T.)		Motor Otto / Sin turbo Caja Manual					
P.C.2 SAE 3ª MARCHA							
Fecha de la medición: 03.10.2013 (11:36)						Página 2	
Tabla de datos							
n [rpm]	v [mph]	P _{Rueda} [HP]	P _{Mot} [HP]	P _{Normal} [HP]	M _{Normal} [lb.ft]		
3000	31,4	6,5	20,7	29,4	51,5		
3100	32,4	6,4	21,0	30,0	50,7		
3200	33,5	6,0	21,4	30,5	50,0		
3300	34,5	5,7	21,8	31,1	49,4		
3400	35,6	5,6	22,3	31,8	49,1		
3500	36,6	5,5	22,8	32,5	48,7		
3600	37,7	5,3	23,2	33,1	48,2		
3700	38,7	5,0	23,5	33,5	47,6		
3800	39,8	4,7	23,8	33,9	46,9		
3900	40,8	4,5	24,2	34,5	46,5		
4000	41,9	4,0	24,4	34,8	45,6		
4100	42,9	3,6	24,8	35,3	45,2		
4200	44,0	3,2	25,0	35,6	44,5		
4300	45,0	2,8	25,4	36,1	44,1		
4400	46,1	2,4	25,7	36,6	43,7		
4500	47,1	2,0	26,1	37,2	43,4		
4600	48,1	1,8	26,7	38,0	43,4		
Valor mínimo		Valor máximo					

Figura 97. Datos de potencia y rpm iniciales.

En las tablas podemos observar que la potencia normal del vehículo en el diagrama línea roja es de 38 HP a 4605 rpm, por lo general en todos los vehículos la potencia normal se da en marcha directa que es cuarta velocidad, pero al realizarla en el vehículo a modificarse, la potencia máxima dio en la tercera velocidad, debido a que posee ruedas de mayor diámetro que las originales, ya que en cuarta marcha no llegaba a las máximas revoluciones del motor permitidas.

Además, esta potencia normal no concuerda con la del manual de taller de una Suzuki Samurai que debería ser 64HP. Esto es debido a varios factores como son: la altura y la presión atmosférica que hay en la ciudad de Quito, desgaste de partes y materiales del vehículo propio del uso, pérdida de potencia en varias partes del vehículo, ya que en pasar de la caja de cambios hacia el transfer reductor, hacia un cardán de acoplamiento, hacia los ejes y por último, las ruedas tienden a perder del 30 al 40 % de la potencia del motor; y por último, es debido a que los fabricantes al momento de poner el valor de la potencia, la registran como potencia del motor en un banco únicamente para un motor de combustión interna, a nivel de mar y no toman en cuenta los factores anteriormente mencionados. El dinamómetro marco un par o torque de 51,9 lb-ft mostrado en el diagrama con la línea naranja, y una potencia a las ruedas de 1,9 HP mostrada en el diagrama con la línea azul.

5.2. Motor y transfer realizado las modificaciones.

Una vez realizadas las modificaciones en el motor y en el transfer, nuevamente se monta el vehículo en el dinamómetro, siguiendo el mismo procedimiento de sujeción, anclaje y normas de seguridad, y con los mismos parámetros que en la anterior prueba como son: el mismo perfil de llantas, mismo dinamómetro, altura, presión barométrica, etc. Los resultados que expulsa el dinamómetro son los expuestos en la siguiente tabla.



Figura 98. Anclaje del Suzuki Samurai al dinamómetro.



Figura 99. Prueba de torque y potencia en el Suzuki Samurai

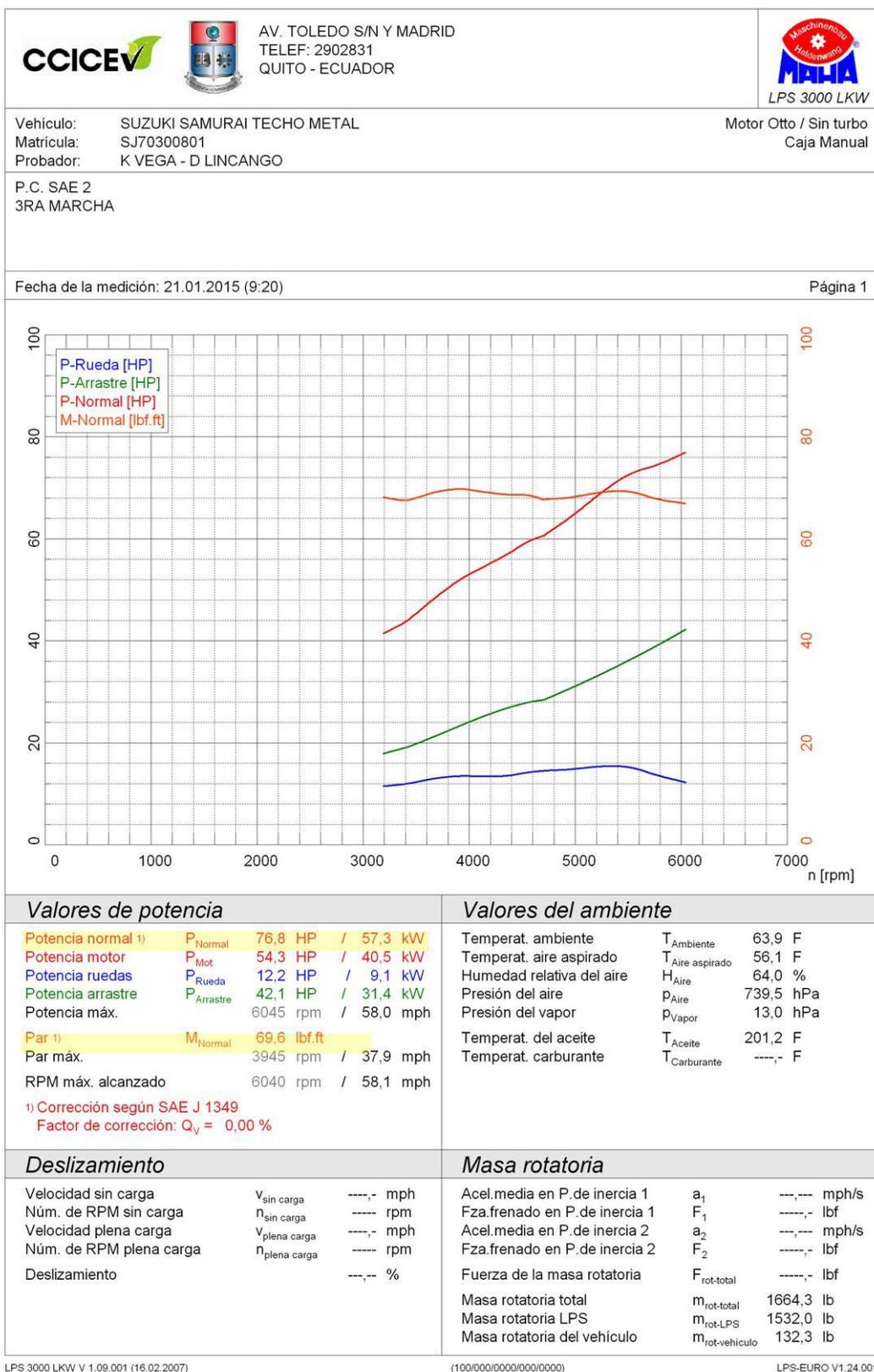


Figura 100. Datos y diagrama de torque y potencia finales.

 		AV. TOLEDO S/N Y MADRID TELEF: 2902831 QUITO - ECUADOR		 LPS 3000 LKW	
Vehículo:	SUZUKI SAMURAI TECHO METAL	Motor Otto / Sin turbo			
Matrícula:	SJ70300801	Caja Manual			
Probador:	K VEGA - D LINCANGO				
P.C. SAE 2 3RA MARCHA					
Fecha de la medición: 21.01.2015 (9:20)					Página 2
Tabla de datos					
n [rpm]	v [mph]	P _{Rueda} [HP]	P _{Mot} [HP]	P _{Normal} [HP]	M _{Normal} [lbf.ft]
3200	30,8	11,4	29,3	41,4	68,0
3300	31,7	11,6	30,0	42,5	67,6
3400	32,7	11,9	30,8	43,6	67,4
3500	33,6	12,2	32,0	45,3	67,9
3600	34,6	12,6	33,2	47,0	68,6
3700	35,6	13,0	34,4	48,7	69,1
3800	36,5	13,2	35,5	50,3	69,5
3900	37,5	13,4	36,5	51,7	69,6
4000	38,4	13,4	37,4	52,9	69,5
4100	39,4	13,3	38,2	54,0	69,2
4200	40,4	13,3	38,9	55,1	68,9
4300	41,3	13,4	39,7	56,2	68,6
4400	42,3	13,6	40,6	57,4	68,5
4500	43,2	13,9	41,5	58,7	68,5
4600	44,2	14,2	42,2	59,8	68,2
4700	45,2	14,4	42,7	60,5	67,6
4800	46,1	14,5	43,7	61,9	67,7
4900	47,1	14,6	44,7	63,3	67,9
5000	48,0	14,8	45,8	64,9	68,2
5100	49,0	15,0	47,0	66,5	68,5
5200	50,0	15,2	48,2	68,2	68,9
5300	50,9	15,3	49,3	69,8	69,1
5400	51,9	15,3	50,3	71,2	69,3
5500	52,9	15,1	51,2	72,4	69,1
5600	53,8	14,7	51,8	73,3	68,7
5700	54,8	14,0	52,2	73,9	68,1
5800	55,7	13,4	52,7	74,6	67,6
5900	56,7	12,9	53,3	75,5	67,2
6000	57,7	12,4	54,0	76,4	66,9
Valor mínimo		Valor máximo			

Figura 101. Datos de potencia y rpm finales.

El mapa da como resultado en la máxima potencia normal obtenida es de 76,8 a 6040 rpm. En el diagrama está representado por la línea roja, la potencia del motor marca como 54,6 Hp., representado por la línea de color naranja, en el mapa, y el par máximo es de 69,6 lb-ft a 3945 rpm. Todos estos resultados están dados en la tercera marcha, y según normas SAE.

Una vez obtenidos los resultados, se realiza una comparación entre el antes y después del vehículo, se logra obtener un incremento de 21,8 Hp a 4600 rpm. Esto equivale a un aumento de potencia en un 36%, en cuanto al torque del vehículo se tiene un incremento de 17,7 lb-ft, lo que equivale a 25,32% en modo 2H.

En cuanto a los resultados, se puede argumentar que el cambio y las modificaciones son favorables por el aumento de torque y potencia. El vehículo cuando se encontraba sin ninguna modificación, no podía alcanzar un máximo superior a 4600 rpm; ahora logra superar este punto de rpm máximas alcanzadas al comienzo, hasta llegar a alcanzar 76,8 hp a 6040 Hp, sin aun llegar a conocer el punto máximo de inflexión en las gráficas de los resultados, que sería un valor más alto.

Tabla 21.

Incremento de torque y potencia.

Motor y Transfer antes de las modificaciones.		Motor y transfer después de las modificaciones	
Potencia	38Hp a 4600 rpm	Potencia	59.8 Hp a 4600 rpm
Torque	51,9 lb/pie a 2940 rpm	Torque	69,6 lb/pie a 3945 rpm
Porcentaje de incremento de potencia.	0%	Porcentaje de incremento de potencia.	36%
Porcentaje de incremento de torque	0%	Porcentaje de incremento de torque	25,32%

Capítulo v

5. Conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

- a) Con la implementación del sistema de inyección electrónica en el vehículo Suzuki Samurai, el consumo de gasolina aumenta en un 20%, pues el rendimiento de combustible pasó de 39,76 km / galón en el sistema por carburador, a 31,85 km/galón en el sistema de inyección electrónica, dependiendo del mapa y los parámetros que se cargue en la computadora Haltech Sprint 500.
- b) El sistema de encendido electrónico obtuvo grandes beneficios en el motor, pues se remplazaron y cambiaron varios elementos con relación al sistema de encendido anterior, se permitió que el motor al momento del encendido no se sobre revolucione, evitando el desgaste por el post encendido, se logra una mayor tensión permitiendo un mejor chispazo en las bujías.
- c) Con la implementación del transfer reductor se evidencian grandes cambios, en cuanto al desarrollo final en todas las marchas, lo que se logró fue aumentar el torque del vehículo pero se redujo la velocidad final, aún más en la marchas del modo 4L, por ejemplo, con el transfer original en una pendiente en modo 4L, se debía utilizar la primera marcha; con el transfer modificado, la misma pendiente el vehículo la supera en tercera marcha.
- d) La evidencia está comprobada en las pruebas del antes y después de las modificaciones. Se obtuvo un incremento de potencia del 36% y un incremento de torque del 26%; además del desarrollo final del motor en cuanto a revoluciones máximas permitidas hasta el corte de la inyección de combustible.

5.2. Recomendaciones.

- a) Si el vehículo es usado en climas un poco más cálidos, es conveniente usar un electro ventilador a parte del ventilador fijo del motor, o cambiar por un radiador más grande para evitar que el motor se sobre caliente, como el cabezote twin cam alcanza elevadas revoluciones, evitar sobre revolucionar el motor. Así mismo, colocar un tacómetro que mida rpm para controlar.
- b) Con respecto al transfer reductor, evitar utilizar la primera marcha en modo 4L, salvo que se vaya a subir pendientes muy elevadas, debido a que el exceso de torque podría comprometer a partes que se encuentran en contacto, como son: cardanes, ejes, cono, corona, satélites y planetarios.
- c) Se recomienda verificar el estado de los sensores y actuadores periódicamente o después de cada travesía, debido a que pueden ensuciarse de lodo o polvo, y de igual manera pueden mojarse en el cruce de ríos y trochas, así como también una post calibración del sistema de inyección electrónica después de unos 10000km de recorrido, para así obtener la máxima eficiencia del vehículo.
- d) Para un mejor desempeño en cuanto a travesías se refiere, lo ideal sería hacerle al vehículo algunas mejoras en cuanto a suspensión, equipamiento con accesorios para travesías dificultosas; y en seguridad, la implementación de una jaula antivuelco.

Referencias bibliográficas:

Rueda Santander, Jesús. (2011). *Manual técnico de fuel inyeccion*. Bogotá: Diseli editores.
Código: 629,53/R84

Valbuena Rodríguez, Oscar. (2008). *Mantenimiento y reparación de vehículos*. Santa Fe de Bogotá: Alfaomega colombiana S.A. Código: 629,287/V35

Alonso Pérez, José Manuel. (2009). *Técnicas del automóvil motores*. Madrid – España: Paraninfo. Código: 629.2504/A56

Martínez D., Hermogenes Gil. (2012). *Manual práctico del automóvil*. Madrid – España: Cultural S.A. Código: 629,250/C85

Company Bueno, José. (1984) *Matemática aplicada para la técnica del automóvil*. Barcelona – España: Editorial Reverte S.A.

Manual de taller y de operación Suzuki Samurai, SJ 413, SJ 410.

Manual de instalación Haltech Platinum Series.

2009. Instalación de un nuevo transfer. *Revista Terreno Extremo, edición #8*, pág.: 58-61.

2011. Engranajes en conos y coronas. *Revista Terreno Extremo, edición #18*, pág.: 62-65.

Lopez, G. E. (1995). *Suzuki Swift GTi 1.3 Twincam 16v*. Obtenido de <http://importados.testdelayer.com.ar/test/suzuki-swift-gti.htm>

Experts, M. (1996). *Suzuki Swift gti*. Recuperado el 2013, de http://www.autospeed.com/cms/A_2413/article.html

Munilla Manrrero, Reinaldo (1998). *Suzuki Samurai 1.3 y Samurai MIL*. Obtenido de <http://suzuki88.webcindario.com/samurai-prueba.htm>

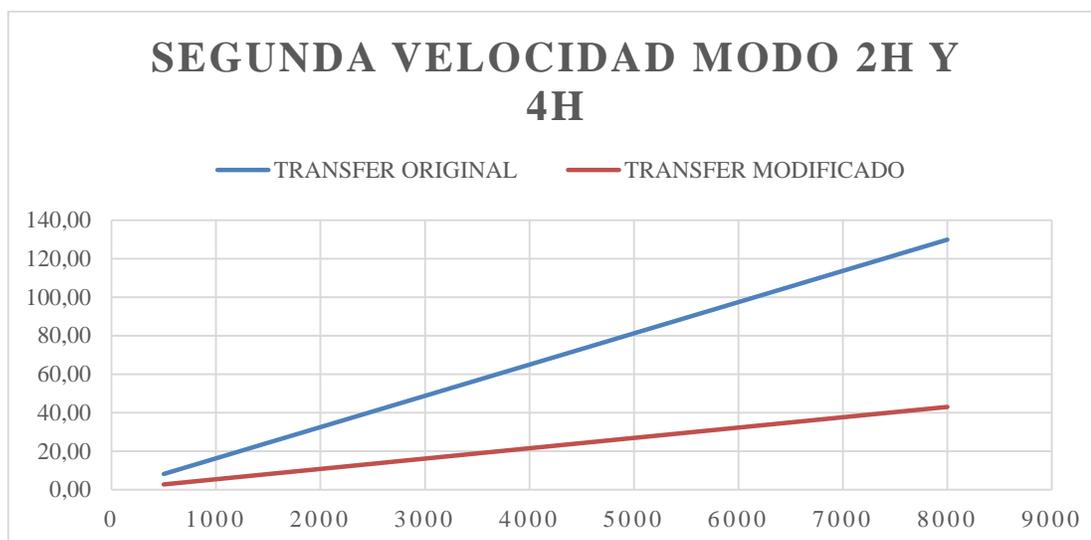
Munilla Manrrero, Reinaldo (1998). *La reductora en los todoterrenos de Suzuki*. Obtenido de <http://suzuki88.webcindario.com/varios-reductoras.htm>

Anexos

Anexo 1. Cálculo de segunda velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.

2da marcha trasfer original modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	8,11
1000	16,23
1500	24,34
2000	32,46
2500	40,57
3000	48,69
3500	56,80
4000	64,92
4500	73,03
5000	81,15
5500	89,26
6000	97,38
6500	105,49

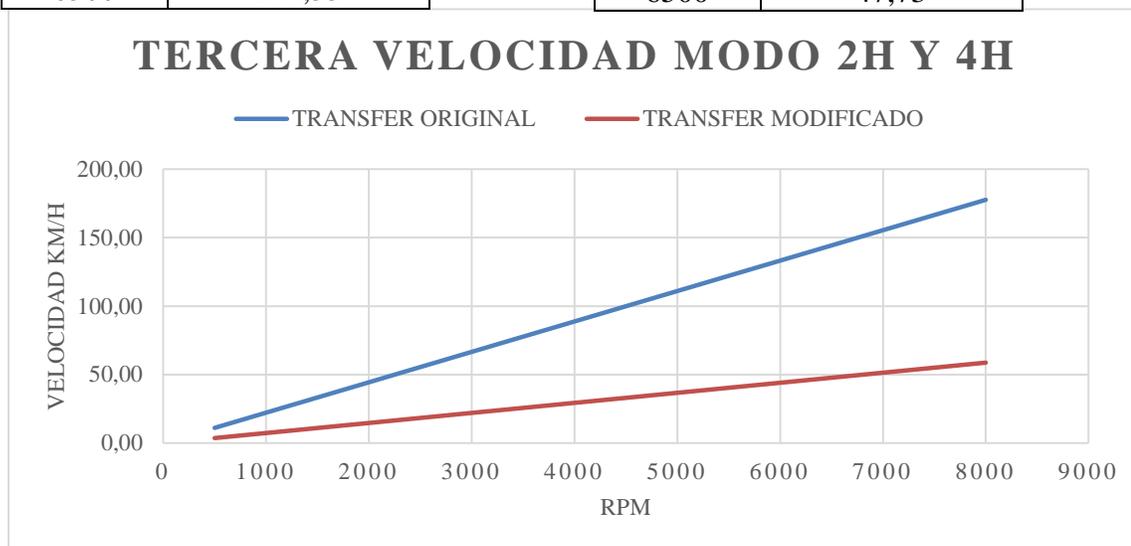
2da marcha trasfer modificado modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	2,68
1000	5,37
1500	8,05
2000	10,73
2500	13,42
3000	16,10
3500	18,78
4000	21,47
4500	24,15
5000	26,84
5500	29,52
6000	32,20
6500	34,89



Anexo 2. Cálculo de tercera velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.

3era marcha transfer original modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	11,10
1000	22,21
1500	33,31
2000	44,41
2500	55,51
3000	66,62
3500	77,72
4000	88,82
4500	99,92
5000	111,03
5500	122,13
6000	133,23
6500	144,33

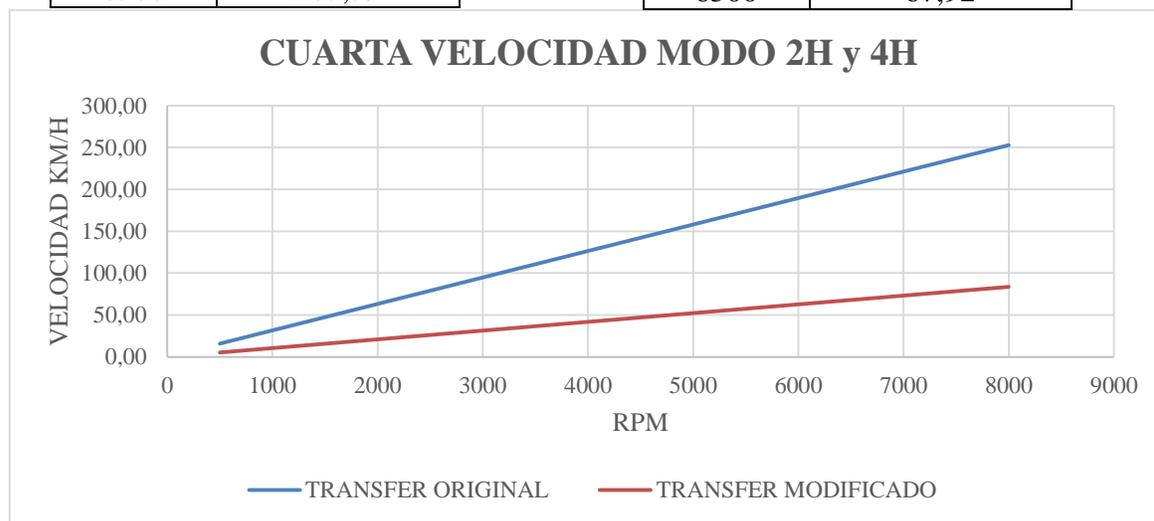
3era marcha transfer modificado modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	3,67
1000	7,34
1500	11,02
2000	14,69
2500	18,36
3000	22,03
3500	25,70
4000	29,37
4500	33,05
5000	36,72
5500	40,39
6000	44,06
6500	47,73



Anexo 3. Cálculo de cuarta velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado.

4ta marcha trasfer original modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	15,80
1000	31,60
1500	47,40
2000	63,20
2500	79,00
3000	94,79
3500	110,59
4000	126,39
4500	142,19
5000	157,99
5500	173,79
6000	189,59
6500	205,39

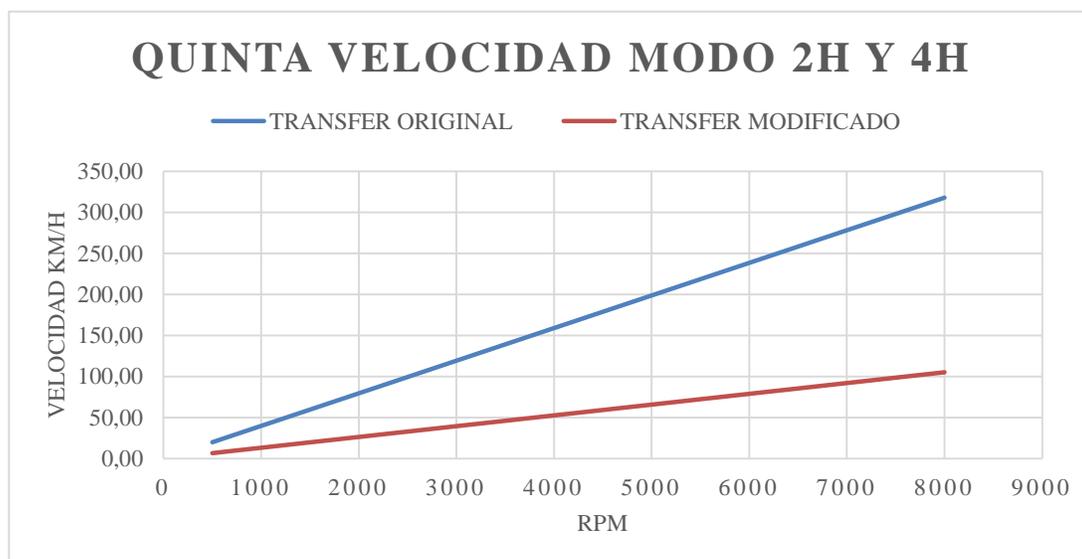
4ta marcha trasfer modificado modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	5,22
1000	10,45
1500	15,67
2000	20,90
2500	26,12
3000	31,35
3500	36,57
4000	41,80
4500	47,02
5000	52,25
5500	57,47
6000	62,70
6500	67,92



Anexo 4. Cálculo de quinta velocidad en modo 2H y 4H con transfer original y modificado

5ta marcha trasfer original modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	19,87
1000	39,75
1500	59,62
2000	79,49
2500	99,37
3000	119,24
3500	139,11
4000	158,98
4500	178,86
5000	198,73
5500	218,60
6000	238,48
6500	258,35

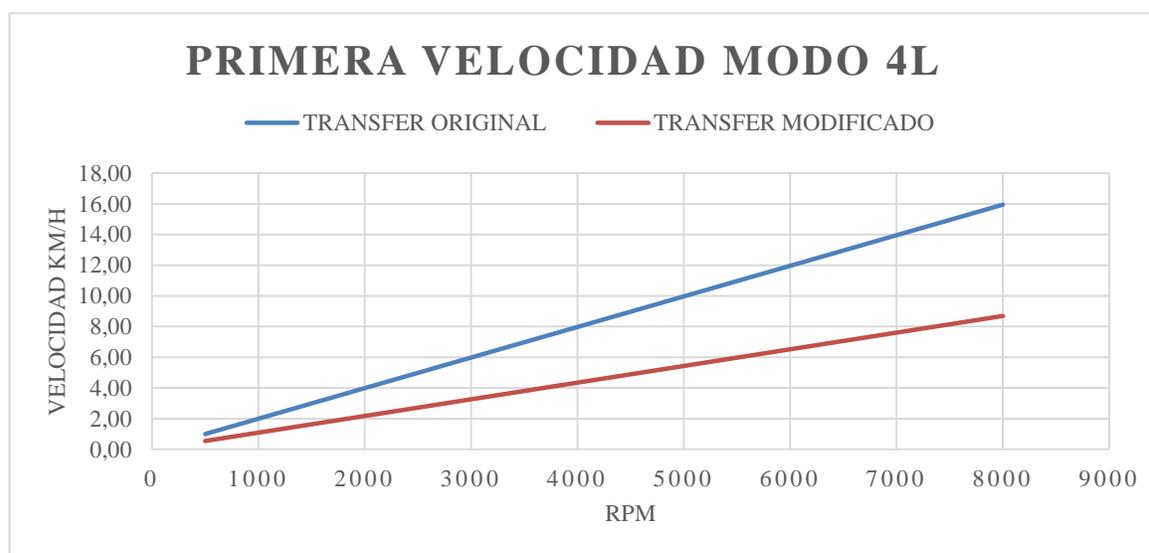
5ta marcha trasfer modificado modo 2H y 4H	
RPM	Velocidad km/h
500	6,57
1000	13,14
1500	19,72
2000	26,29
2500	32,86
3000	39,43
3500	46,00
4000	52,58
4500	59,15
5000	65,72
5500	72,29
6000	78,87
6500	85,44



Anexo 5. Cálculo de primera velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.

1era marcha trasfer original modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	1,00
1000	1,99
1500	2,99
2000	3,99
2500	4,98
3000	5,98
3500	6,98
4000	7,97
4500	8,97
5000	9,97
5500	10,96
6000	11,96
6500	12,96

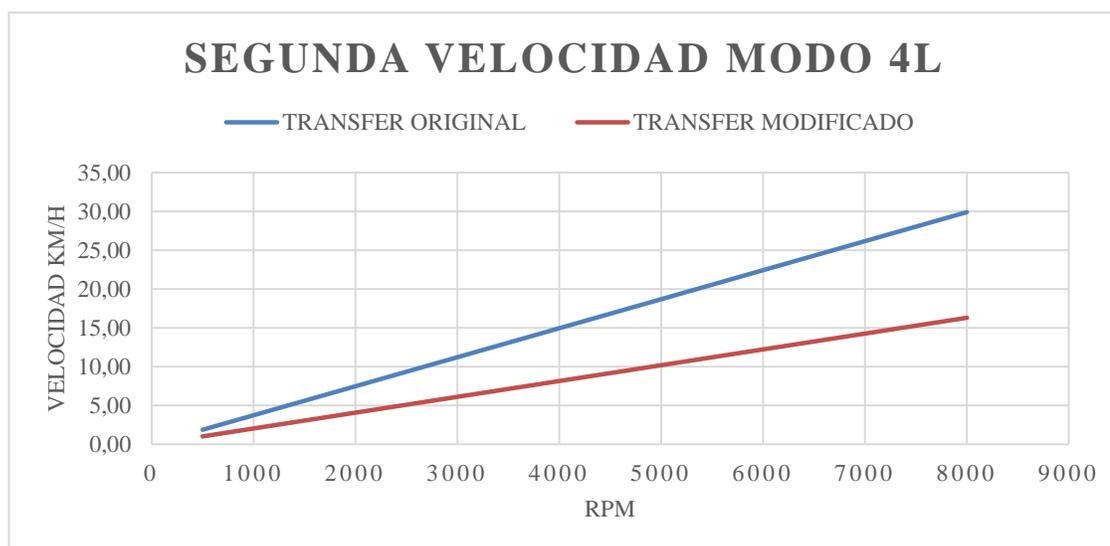
1era marcha trasfer modificado modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	0,54
1000	1,09
1500	1,63
2000	2,17
2500	2,72
3000	3,26
3500	3,80
4000	4,35
4500	4,89
5000	5,43
5500	5,98
6000	6,52
6500	7,06



Anexo 6. Cálculo de segunda velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.

2da marcha transfer original modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	1,87
1000	3,74
1500	5,61
2000	7,48
2500	9,35
3000	11,22
3500	13,09
4000	14,96
4500	16,83
5000	18,70
5500	20,57
6000	22,44
6500	24,30

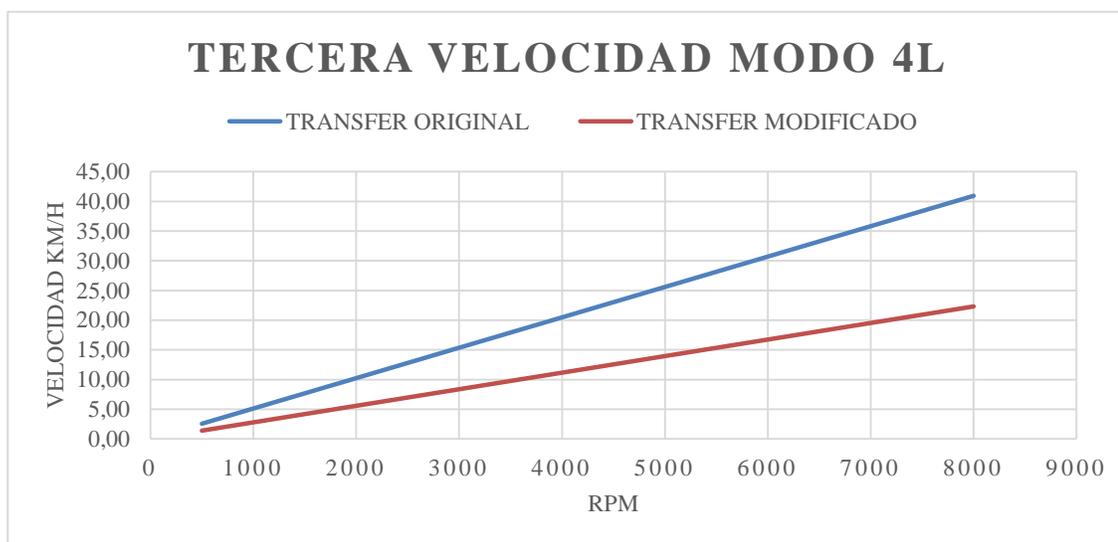
2da marcha transfer modificado modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	1,02
1000	2,04
1500	3,06
2000	4,08
2500	5,09
3000	6,11
3500	7,13
4000	8,15
4500	9,17
5000	10,19
5500	11,21
6000	12,23
6500	13,25



Anexo 7. Cálculo de tercera velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.

3ra marcha transfer original modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	2,56
1000	5,12
1500	7,67
2000	10,23
2500	12,79
3000	15,35
3500	17,91
4000	20,46
4500	23,02
5000	25,58
5500	28,14
6000	30,70
6500	33,25

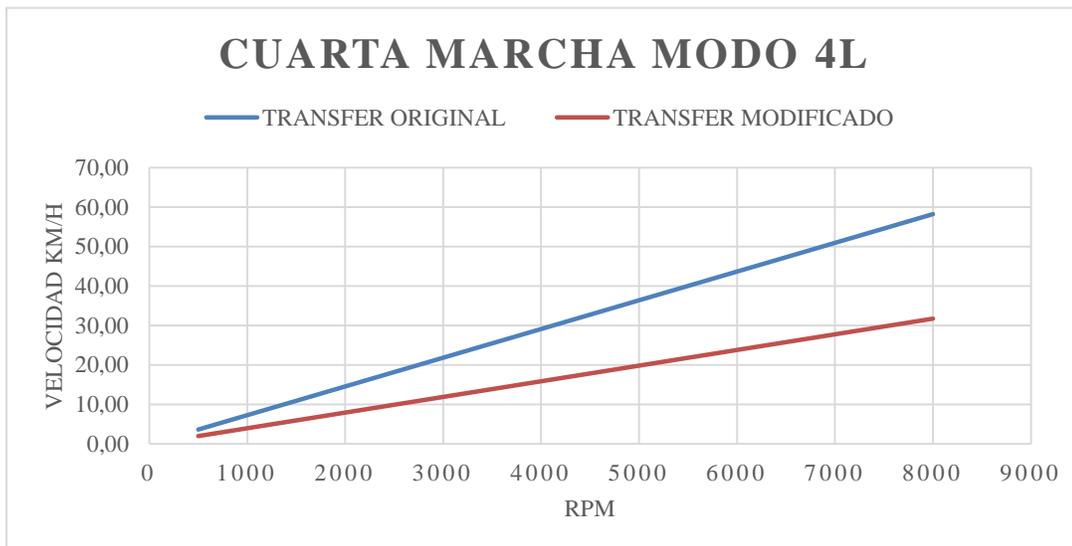
3ra marcha transfer modificado modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	1,39
1000	2,79
1500	4,18
2000	5,58
2500	6,97
3000	8,37
3500	9,76
4000	11,15
4500	12,55
5000	13,94
5500	15,34
6000	16,73
6500	18,12



Anexo 8. Cálculo de cuarta velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.

4ta marcha trasfer original modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	3,64
1000	7,28
1500	10,92
2000	14,56
2500	18,20
3000	21,84
3500	25,48
4000	29,12
4500	32,76
5000	36,40
5500	40,04
6000	43,68
6500	47,32

4ta marcha trasfer modificado modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	1,98
1000	3,97
1500	5,95
2000	7,94
2500	9,92
3000	11,90
3500	13,89
4000	15,87
4500	17,86
5000	19,84
5500	21,82
6000	23,81
6500	25,79



Anexo 9. Cálculo de quinta velocidad en modo 4L con transfer original y modificado.

5ta marcha trasfer original modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	4,58
1000	9,16
1500	13,74
2000	18,32
2500	22,89
3000	27,47
3500	32,05
4000	36,63
4500	41,21
5000	45,79
5500	50,37
6000	54,95
6500	59,52

5ta marcha trasfer modificado modo 4L	
RPM	Velocidad km/h
500	1,98
1000	3,97
1500	5,95
2000	7,94
2500	9,92
3000	11,90
3500	13,89
4000	15,87
4500	17,86
5000	19,84
5500	21,82
6000	23,81
6500	25,79

