

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**



## **SEDE LATACUNGA**

### **CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“PREPARACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL TREN DE POTENCIA PARA UN VEHÍCULO  
TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPE-L EN LA FORMULA  
AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA”**

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

**FARINANGO CISNEROS LUIS FERNANDO**

**Latacunga, Julio del 2009**

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

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

FARINANGO CISNEROS LUIS FERNANDO

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado “**PREPARACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL TREN DE POTENCIA PARA UN VEHÍCULO TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPE-L EN LA FORMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, julio del 2009.

-----  
**FARINANGO CISNEROS LUIS FERNANDO**

CI. N° 171770561-8

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**AUTORIZACIÓN**

FARINANGO CISNEROS LUIS FERNANDO

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca Virtual de la Institución del trabajo **“PREPARACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL TREN DE POTENCIA PARA UN VEHÍCULO TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPE-L EN LA FORMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, julio del 2009.

-----  
**FARINANGO CISNEROS LUIS FERNANDO**

CI. N° 171770561-8

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

### CERTIFICADO

ING. LUIS MENA (DIRECTOR)  
ING. FABIÁN SALAZAR (CODIRECTOR)

#### **CERTIFICAN:**

Que el trabajo “**PREPARACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL TREN DE POTENCIA PARA UN VEHÍCULO TIPO BUGGY PARA LA PARTICIPACIÓN DE LA ESPEL EN LA FORMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA.**”, realizado por el señor FARINANGO CISNEROS LUIS FERNANDO ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

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

El mencionado trabajo consta de **UN** empastado y **UN** disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizando al señor FARINANGO CISNEROS LUIS FERNANDO que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Coordinador de la carrera.

Latacunga, julio del 2009.

ING. LUIS MENA ING.  
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. FABIÁN SALAZAR  
CODIRECTOR DEL PROYECTO

## **CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Farinango Cisneros Luis Fernando, bajo nuestra supervisión.

ING. LUIS MENA  
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. FABIÁN SALAZAR  
CODIRECTOR DEL PROYECTO

# DEDICATORIA

*Este proyecto dedico a mis padres y mi hermana Nancy, ya que con su ayuda, esfuerzo y comprensión he logrado culminar mi Carrera Universitaria*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por haberme permitido culminar una etapa más de mi vida.*

*A mis padres por su apoyo incondicional, por brindarme toda la ayuda y confianza necesaria para culminar mi Carrera Universitaria.*

*A mis hermanas Lourdes, Nancy, Clara y Margarita por apoyarme y escucharme en los momentos difíciles de mi vida.*

*A mi hermana Nancy por guiarme y siempre estar al pendiente de mí en todo momento te agradezco mucho ñañita que diosito te bendiga.*

*A mis sobrinos David y Camila que con su ternura e inocencia me han sabido dar fuerzas para continuar.*

*A jeanneth por brindarme su cariño y apoyo en todo momento.*

*A Marco y Walter por brindarme su amistad cuando mas lo necesite.*

*A mi Director Luis Mena y Codirector Fabián Salazar por su apoyo para la elaboración de este proyecto.*

# ÍNDICE

<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b>	ii
<b>AUTORIZACIÓN</b>	iii
<b>CERTIFICADO</b>	iv
<b>CERTIFICACIÓN</b>	v
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	vi
<b>ÍNDICE</b>	viii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	xiii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	xviii
<b>RESUMEN</b>	xix
<b>PRESENTACIÓN</b>	xxi

## **I CAPITULO. MARCO INTRODUCTORIO Y CONCEPTUAL**

1.1 El Motor de Combustión Interna	1
1.2 Ciclos de un Motor de 4 Tiempos	1
1.2.1 Primer Tiempo: Carrera de Admisión	1
1.2.2 Segundo Tiempo: Carrera de Compresión.	1
1.2.3 Tercer Tiempo: Carrera de Expansión.	2
1.2.4 Cuarto Tiempo: Carrera de Escape.	2
1.3 Componentes de un Motor de 4 Tiempos Convencional	2
1.4 Diseño	3
1.5 Limitantes para la Construcción del Prototipo	3
1.5.1 Cilindrada del Motor	3
1.5.2 Puesta en Marcha	3
1.5.3 Sistema de Transmisión	3
1.5.4 Protecciones en el Sistema de Transmisión	3
1.5.5 Fijación	4
1.5.6 Fijación Lateral.	4
1.6 Órganos del Motor Kawasaki KZ550	4
1.7 Block de Cilindros	4



1.8 Culata	5
1.9 Cajas de Cambio	6
1.10 Sistema de Embrague de la Kawasaki KZ550	6
1.11 Ejes de Potencia	7
1.11.1 Ejes de Transmisión en Vehículos Convencionales	7
1.12 Sistema de Alimentación	7
1.12.1 Carburador	8
1.12.2 Componentes del Carburador Kawasaki KZ550	9

## **II CAPITULO. VERIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR.**

2.1 Características generales del motor	10
2.2 Curvas de funcionamiento del motor	12
2.3 Desmontaje e inspección del motor	13
2.3.1 Proceso de Desmontaje del motor Kawasaki KZ 550	13
2.3.2 Inspección de la Biela	17
2.3.3 Trayectoria de la Bomba de Aceite	19
2.3.4 Operación de la bomba de aceite	20
2.3.5 Partes del Pistón	22
2.3.6 Inspección de Segmentos del Pistón	23
2.4 Proceso de Ensamblaje del Motor Kawasaki KZ 550	25
2.4.1 Inspección del Cilindro Previa Instalación	27
2.4.2 Inspección de Las Válvulas	28
2.4.2.1 Altura del Vástago de la Válvula	30
2.4.3 Sincronización de la Cadena de la leva	31
2.5 Preparación de los Sistema del Motor	32
2.5.1 Preparación del Sistema de Refrigeración	32
2.5.1.1 Problemas que se Tuvo en el Sistema de Refrigeración	33
2.5.2 Diseño y Construcción del Sistema de Escape	35
2.5.2.1 Cálculos del Header	38

2.5.2.2 Cálculos de Longitud del Colector de Escape	38
2.5.2.3 Diámetro del Colector de Escape	39
2.5.2.4 Diámetro del Tubo de Escape Primario	40
2.5.3 Procedimiento para la Construcción del Header	41
2.6 Preparación del Sistema de Alimentación de la Kawasaki KZ 550	44
2.7 Preparación del Sistema de Carga Y Arranque	46
2. 8 Descripción del Sistema de Encendido Kawasaki KZ 550	47
2.8.1 Sistema de Encendido adaptado a la Kawasaki KZ 550	48
2.8.2 Mecanismo de Avance al Encendido	49
2.9 Sistema de Carga	50
2.10 Sistema de Arranque	51

### **III CAPITULO. ADAPTACIÓN DE LA CAJA DE CAMBIOS Y EMBRAGUE PARA EL PROTOTIPO “BUGGY”**

3.1 La Caja de Cambios	53
3.1.1 Relaciones de Transmisión	53
3.2 Características Caja de Cambio Kawasaki KZ 550	54
3.2.1 Primera Velocidad.	54
3.2.2 Segunda Velocidad.	55
3.2.3 Tercera Velocidad.	55
3.2.4 Cuarta Velocidad.	56
3.2.5 Quinta Velocidad.	56
3.2.6 Sexta Velocidad.	56
3.3 Límites de Desgaste de la Transmisión	57
3.4 El Embrague Kawasaki KZ550	58
3.5 Componentes del Embrague	58
3.6 El Tambor de Cambios	60
3.7 Operaciones de la Transmisión Kawasaki KZ550	60
3.8 El Proceso del Montaje/Desmontaje de la Transmisión.	62
3.8.1 Desmontaje	62

3.9 Inspección de la Transmisión	63
3.10 Inspección de Mecanismo de Cambios Externo	64
3.11 Proceso para Remover el Piñón	64
3.11.1 Inspección Acoplamiento de Cambios.	65
3.12 Los Ejes de Transmisión y Engranajes	66
3.12.1 Montaje /Desmontaje	66
3.12.2 Inspección de los Ejes de Transmisión	66
3.12.3 Montaje/ Desinstalación	67
3.13 Componentes Embrague	71
3.13.1 Desmontaje del Embrague	71
3.13.2 Inspección de los Discos de Fricción	73
3.13.3 Precauciones y Problemas del Embrague	77
3.13.4 Montaje del Embrague	79
3.14 Acoplamiento de cambios a la Transmisión del Motor	80
KAWASAKI KZ550	
3.14.1 Instalación de Acoplamiento de Cambios	81

## **IV CAPITULO. ANALISIS, CONTRUCCION Y ADAPTACION DEL TREN DE POTENCIA AL CHASIS DEL PROTOTIPO**

4.1. Eje de Potencia	83
4.2. Ejes Estriados	83
4.3 Diseño y Selección del Eje	84
4.3.1 Selección de Elementos del Eje	84
4.3.2 Prevenciones Durante el Diseño	85
4.4. Tipos de Engranajes	85
4.4.1 Los Engranajes Cilíndricos Rectos	85
4.4.2 Características Cojinetes	86
4.5 Cojinetes para Cargas Radiales	88
4.5.1 Rodamientos Radiales Utilizados para el Prototipo	88
4.6 Pruebas Previas al Diseño del Prototipo.	88

4.7 Cálculos Previos a la Elaboración del Eje de Potencia.	91
4.8 el Proceso de Construcción del Tren de Potencia del Prototipo.	99
4.8.1 Construcción del Eje de Potencia.	100
4.8.2 Transmisión por Cadena.	103
4.8.2.1 Piñón de Cadena.	104
4.9 Diseño del Mecanismo de Cambios de Marcha	105
4. 10 Aplicación del Programa de Diseño de Elementos Finitos Solid Works	108

## **V CAPITULO.**

### **PRUEBAS Y AVERÍAS DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR**

5.1 Fallas y Averías de la Bobina del Encendido	114
5.2 Pruebas y Averías de las Bobinas Recolectoras	115
5.3 Comprobación del Módulo de Encendido (CDI).	116
5.3.1 Pruebas de Módulo de Encendido (CDI)	117
5.4 Pruebas de Sistema de Carga	118
5.4.1 Inspección Inicial.	118
5.5 Prueba de Salida del Alternador.	119
5.5.1 Resistencia de la Bobina del Estator	119
5.5.2 Resistencia del Regulador / Rectificador	119
5.5.3 Rotor del Alternador.	120
5.5.4 Comprobaciones al Motor de Arranque.	120
5.5.5 Comprobación del Embrague Arrancador.	121
5.5.5.1 Inspección.	121
5.5.5.2 Comprobaciones del Solenoide	122

## **VI CAPITULO.**

Conclusiones	123
Recomendaciones	125
Bibliografía	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

### I CAPITULO.

FIGURA. 1.1 Carreras de un Motor de 4 Tiempos.	2
FIGURA. 1.2 Componentes Motor de 4 Tiempos.	2
FIGURA. 1.3 Órganos del Motor Kawasaki KZ550.	4
FIGURA. 1.4 Block de Cilindros.	5
FIGURA. 1.5 Culata.	5
FIGURA. 1.6 Caja de Cambio Kawasaki KZ 550.	6
FIGURA. 1.7 Sistema de Embrague de la Kawasaki KZ 550.	6
FIGURA. 1.8 Eje de Potencia del Prototipo.	7
FIGURA. 1.9 Partes del Carburador.	9

### II CAPITULO.

FIGURA. 2.1 Diagrama Apertura y Cierre de Válvulas Motor KZ 550.	11
FIGURA. 2.2 Grafica de Torque, Potencia, y Consumo del Motor KZ550.	12
FIGURA. 2.3 Grafica de las Relaciones de Cambio del Motor KZ 550.	13
FIGURA. 2.4 Cadenilla de Distribución.	14
FIGURA. 2.5 Eje de Levas.	14
FIGURA. 2.6 Comparación Ejes de Levas.	15
FIGURA. 2.7 Cámara de Combustión KZ 550.	16
FIGURA. 2.8 Block de Cilindros Kawasaki KZ 550.	16
FIGURA. 2.9 Pistones con sus Segmentos.	17

FIGURA. 2.10	Gráfica de la Biela.	17
FIGURA. 2.11	Bomba de Aceite.	18
FIGURA. 2.12	Grafica del Circuito de Lubricación.	19
FIGURA. 2.13	Cigüeñal y Transmisión.	21
FIGURA. 2.14	Cigüeñal.	22
FIGURA. 2.15	Partes del Pistón.	22
FIGURA. 2.16	Inspección del Segmento.	23
FIGURA. 2.17	Motor Desarmado Completamente.	24
FIGURA. 2.18	Conjunto Cigüeñal-Transmisión.	25
FIGURA. 2.19	Fijación del cigüeñal y la transmisión.	25
FIGURA. 2.20	Instalación de la bomba de aceite.	26
FIGURA. 2.21	Elaboración del Empaque para el Bloque de Cilindros.	26
FIGURA. 2.22	Instalación de Pistones en las Bielas.	26
FIGURA. 2.23	Instalación del Bloque de Cilindros.	27
FIGURA. 2.24	Medición de la Carrera del Pistón.	28
FIGURA. 2.25	Parte Superior del Cabezote del Motor KZ 550.	30
FIGURA. 2.26	Ubicación del Eje de Levas.	30
FIGURA. 2.27	Sincronización de la Distribución.	31
FIGURA. 2.28	Instalación de la cadenilla de distribución.	31
FIGURA. 2.29	Motor reparado.	32
FIGURA. 2.30	Radiador de Aceite.	32
FIGURA. 2.31	Radiador Diseñado en Solid Works.	33
FIGURA. 2.32	Ubicación de los Ventiladores.	34
FIGURA. 2.33	Ventilador Diseñado en Solid Works.	35
FIGURA. 2.34	Escapes.	35
FIGURA. 2.35	Empacaduras.	36
FIGURA. 2.36	Grafica de Ejemplos de Silenciadores.	37
FIGURA. 2.37	Partes del Header.	38
FIGURA. 2.38	Diseño del Header en Solid Works.	41
FIGURA. 2.39	Equipo Utilizado.	41
FIGURA. 2.40	Forma del tubo primario.	42
FIGURA. 2.41	Colector de Escape-Placa Soporte.	42

FIGURA. 2.42 Acople de expansión.	43
FIGURA. 2.43 Instalación del Resonador.	43
FIGURA. 2.44 Header Final.	44
FIGURA. 2.45 Carburadores Kawasaki-KZ 550.	44
FIGURA. 2.46 Tanque de Combustible-Filtro de Gasolina.	45
FIGURA. 2.47 Carburadores Desarmados.	45
FIGURA. 2.48 Limpieza del Carburador.	46
FIGURA. 2.49 Filtros de Aire para Cada Carburador.	46
FIGURA. 2.50 Sistema de Encendido.	48
FIGURA. 2.51 Avance del Encendido.	49
FIGURA. 2.52 Sistema de Encendido diseñado en Solid Works.	50
FIGURA. 2.53 Diagrama del Sistema de Carga.	50
FIGURA. 2.54 Alternador Kawasaki KZ 550.	51
FIGURA. 2.55 Circuito de Arranque Kawasaki kz 550.	51

### **III CAPITULO.**

FIGURA. 3.1 Funcionamiento de la Caja de Cambios en 1 <sup>ra</sup> Velocidad.	54
FIGURA. 3.2 Funcionamiento de la Caja de Cambios en 2 <sup>da</sup> Velocidad.	55
FIGURA. 3.3 Funcionamiento de la Caja de Cambios en 3 <sup>ra</sup> Velocidad.	55
FIGURA. 3.4 Funcionamiento de la Caja de Cambios en 4 <sup>ta</sup> Velocidad.	56
FIGURA. 3.5 Funcionamiento de la Caja de Cambios en 5 <sup>ta</sup> Velocidad.	56
FIGURA. 3.6 Funcionamiento de la Caja de Cambios en 6 <sup>ta</sup> Velocidad.	57
FIGURA. 3.7 Partes del Embrague.	59
FIGURA. 3.8 Muesca de Cambios Kawasaki KZ550.	60
FIGURA. 3.9 Operación de la Transmisión Kawasaki KZ550.	61
FIGURA. 3.10 Funcionamiento de la Caja de Cambios en Neutro.	61
FIGURA. 3.11 Engranajes de Transmisión.	62
FIGURA. 3.12 Tornillo de la Placa.	65
FIGURA. 3.13 Verificación de Ejes y Engranajes.	67
FIGURA. 3.14 El Montaje y la Desinstalación Ejes.	68
FIGURA. 3.15 El Eje de Entrada.	69

FIGURA. 3.16 Eje de Entrada y Salida.	70
FIGURA. 3.17 Caja de Cambios Asentada del Motor.	70
FIGURA. 3.18 El Embrague.	71
FIGURA. 3.19 Disco de Presión.	72
FIGURA. 3.20 Empujador de Disco.	72
FIGURA. 3.21 Discos de Embrague.	72
FIGURA. 3.22 Los Discos de Fricción.	73
FIGURA. 3.23 Medición de Discos de Fricción.	73
FIGURA. 3.24 Verificación de Cualquier Tipo de Deformación.	74
FIGURA. 3.25 Verificación de Resorte Comprimido.	75
FIGURA. 3.26 Verificación del Cojinete del Eje del Embrague.	76
FIGURA. 3.27 Verificación del Alojamiento del Embrague.	76
FIGURA. 3.28 Embrague Instalado en el Motor.	77
FIGURA. 3.29 Acoplamiento de Cambios y Tambor.	80
FIGURA. 3.30 Sistema de Acoplamiento de Cambios.	81
FIGURA. 3.31 Verificación de Acoplamiento de Cambios.	82

## **IV CAPITULO.**

FIGURA. 4.1 Transmisión por ejes estriados.	83
FIGURA. 4.2 Engranajes Cilíndricos Rectos.	86
FIGURA. 4.3 Rodamiento.	86
FIGURA. 4.4 Tipos de Rodamientos Utilizados para el Buggy.	88
FIGURA. 4.5 Grafica de Inversos de Giro.	89
FIGURA. 4.6 Eje de Chevrolet San Remo.	89
FIGURA. 4.7 Despiece del inversor de giro.	89
FIGURA. 4.8 Eje en mal estado.	90
FIGURA. 4.9 Piñones desgatados y rotos.	90
FIGURA. 4.10 Diseño del Bastidor.	99
FIGURA. 4.11 El bastidor Completo.	100
FIGURA. 4.12 Eje de Potencia.	100
FIGURA. 4.13 Bridas de Sujeción de la Rueda.	101



FIGURA. 4.14	Bridas de Sujeción del freno.	101
FIGURA. 4.15	Bridas de Sujeción de la Catalina.	101
FIGURA. 4.16	Chumaceras.	102
FIGURA. 4.17	Fijación de Elementos Mecánicos.	102
FIGURA. 4.18	Bastidor y Eje de Potencia.	103
FIGURA. 4.19	Adaptación del Bastidor al Chasis del Prototipo.	103
FIGURA. 4.20	Tramo de Cadena.	104
FIGURA. 4.21	Piñón de la Motocicleta Kawasaki KZ550.	105
FIGURA. 4.22	Transmisión por Cadena.	105
FIGURA. 4.23	Diseño de Motor Completo.	106
FIGURA. 4.24	Terminal de la Dirección.	106
FIGURA. 4.25	Gráfica Palanca de Cambios.	107
FIGURA. 4.26	Gráfica Pedales de Accionamiento.	107
FIGURA. 4.27	Mecanismos de Cambios Completo.	108
FIGURA. 4.28	Motor.	108
FIGURA. 4.29	Brida de Catalina.	109
FIGURA. 4.30	Catalina.	109
FIGURA. 4.31	Eje.	110
FIGURA. 4.32	Manzana.	110
FIGURA. 4.33	Piñón Motriz.	111
FIGURA. 4.34	Chumacera.	111
FIGURA. 4.35	Brida de Freno.	112
FIGURA. 4.36	Ensamble Final.	112
FIGURA. 4.37	Diseño de Motor Completo.	113
FIGURA. 4.38	Tren de Potencia Adaptado a Prototipo.	113

## **V CAPITULO.**

FIGURA. 5.1	Bobina Principal.	114
FIGURA. 5.2	Bobinas Independientes.	115
FIGURA. 5.3	Bobina Recolectora.	116
FIGURA. 5.4	Encendido Transistorizado.	116

FIGURA. 5.5 Pruebas del Modulo.	117
FIGURA. 5.6 Regulador/Rectificador.	118
FIGURA. 5.7 Motor de arranque.	120

## ÍNDICE DE TABLAS

### II CAPITULO.

Tabla.II.1. Características del motor.	10
Tabla.II.2. Limites especificados del árbol de levas.	15
Tabla.II.3. Volumen de la cámara.	16
Tabla.II.4. Límites del Desgaste de la Biela.	18
Tabla.II.5. Límites de la Bomba de Aceite.	21
Tabla.II.6. Límites de Desgaste del Cigüeñal.	22
Tabla.II.7. Límites de los segmentos.	24
Tabla.II.8. Límites del desgaste del Cilindro.	27
Tabla.II.9. Límites de desgaste del cuerpo de válvulas.	28

### III CAPITULO.

Tabla.III.10. Especificaciones Transmisión Kawasaki KZ550.	54
Tabla.III.11. Parámetros de desgaste de la transmisión Kawasaki KZ550	57
Tabla.III.12. Límites de desgaste del disco de fricción.	74
Tabla.III.13. Límites de verificación de deformación del disco.	74
Tabla.III.14. Límite de desgaste del resorte	75

## RESUMEN

Este proyecto tiene como fundamento, preparar y adaptar el Tren de Potencia a un vehículo tipo Buggy para eventos competitivos para lo cual se puso en práctica la creatividad e imaginación, siempre acatándose al reglamento impuesto por la Formula Automovilística Universitaria.

Este proyecto cuenta con seis capítulos desde la fase de sistemática hasta llegar a tener las conclusiones los cuales se detallan a continuación:

En el Capítulo I tenemos conceptos básicos propios del motor que se utilizara para la elaboración de este proyecto que posteriormente servirán para comprender los resultados obtenidos.

En el Capítulo II tenemos las características del motor; aquí se procede a desarmar el motor en su totalidad para verificar si todas las piezas y sistemas mecánicos se encuentran dentro de los rangos permitidos por el fabricante; Como no se encontró ninguna anomalía en los sistemas mecánicos se procede al ensamble y afinamiento del motor con una particularidad, se implemento un sistema de encendido diferente al otorgado por el fabricante, este consta de 2 bobinas captadoras, 2 módulos de encendido y bobinas independientes para cada cilindro con todo este conjunto se optimiza el sistema de encendido del motor. Se procede a diseñar y elaborar un sistema de refrigeración adecuado al prototipo para lo cual se utiliza 2 electro ventiladores de uso permanente ubicados en puntos estratégicos, ya que son fundamentales para el optimo funcionamiento del motor para lo cual nos basamos en el programa de elementos finitos Solid Works que es apto para el diseño.

Se procede al diseño y elaboración del sistema de escape adecuado para el prototipo, se utiliza tubo de 1.5 pulgadas con lo que se construye Header teniendo en cuenta las normas y reglamentos otorgados por la Formula Automovilística Universitaria.

En el Capítulo III se estudia las componentes del embrague, la transmisión y el acoplamiento de cambios, además se realiza su despiece, verificación de piezas mecánicas para comprobar su funcionamiento para posteriormente proceder a su ensamble.

En el Capítulo IV se construye lo que es el bastidor del motor este fue diseñado en función de las medidas del motor, debe cumplir seguridad y brindar las comodidades de flexión para que no tenga problema al rato de acoplar con el chasis del prototipo para lo cual se utilizo 2 bujes en los extremos del bastidor con sus respectivos pernos de seguridad.

Siguiendo con la elaboración del tren de potencia se procede al diseño y elaboración del eje de potencia el cual también fue diseñado en el programa de elementos finitos, se utiliza un eje de 1.50 cm de largo el cual demostró cumplir con las normas de rigidez y flexibilidad apta para el propósito establecido.

Se diseñó en Solid Works el mecanismo de cambio de marchas y embrague que va desde el motor hacia un lugar estratégico en la cabina del piloto, para posteriormente elaborar dichos mecanismos teniendo en cuenta la comodidad del piloto.

En el Capítulo V se realizan pruebas a los sistemas del motor para verificar su correcto desempeño.

En el Capítulo VI las conclusiones y recomendaciones con las cuales finaliza el proyecto.

# PRESENTACIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo darnos a conocer a nivel de universidades e imponer nuestros conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera demostrando que con investigación, iniciativa y una inversión moderada se elabora un tren de potencia eficiente y capaz de lograr un alto desempeño.

Satisfaciendo con la suficiente información para dejar un precedente a los alumnos de la ESPE-L sobre la importancia de la investigación para elaborar proyectos de competencia a futuro.

El proyecto presenta un óptimo funcionamiento del Tren de Potencia el cual será adaptado al chasis del prototipo. Debe cumplir con las expectativas fijadas para la competencia, soportar las condiciones de manejo a las que va a ser sometido.

Se establece un método de cálculo que permita seleccionar Ejes de potencia de una manera que se puedan controlar los parámetros que conciernen al diseño para obtener un eje resistente, teniendo en cuenta el presupuesto limitado.

El estudio del Eje rígido se centra exclusivamente al diseño y análisis con fuerzas aplicadas a dicho eje.

Además el proyecto trata de dar aplicaciones teóricas como practicas de todo los conocimientos adquiridos. Y siendo además una aplicación del Software “Solid Works” siendo este uno de los más utilizados en el diseño mecánico.

# **I CAPÍTULO MARCO INTRODUCTORIO Y CONCEPTUAL**

## **1.1 EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.**

Un motor de combustión interna es básicamente una máquina que mezcla oxígeno con combustible gasificado. Una vez mezclados íntimamente y confinados en un espacio denominado cámara de combustión, los gases son encendidos para quemarse (combustión).

Debido a su diseño, el motor, utiliza el calor generado por la combustión, como energía para producir el movimiento giratorio que conocemos.

## **1.2 CICLOS DE UN MOTOR DE 4 TIEMPOS.**

### **Ciclos**

En la figura 1.1 se observa las carreras del motor de 4 tiempos:

### **1.2.1 PRIMER TIEMPO: CARRERA DE ADMISIÓN.**

Se abre la válvula de admisión, el pistón baja y el cilindro se llena de aire mezclado con combustible.

### **1.2.2 SEGUNDO TIEMPO: CARRERA DE COMPRESIÓN.**

Se cierra la válvula de admisión, el pistón sube y comprime la mezcla de aire/gasolina.

### 1.2.3 TERCER TIEMPO: CARRERA DE EXPANSIÓN.

Se enciende la mezcla comprimida y el calor generado por la combustión expande los gases que ejercen presión sobre el pistón.

### 1.2.4 CUARTO TIEMPO: CARRERA DE ESCAPE.

Se abre la válvula de escape, el pistón se desplaza hacia el punto muerto superior, expulsando los gases quemados.

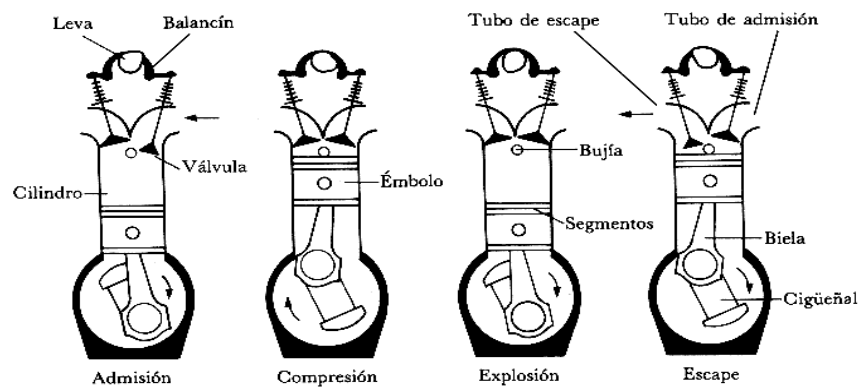


FIGURA 1.1 Carreras de un Motor de 4 Tiempos

FUENTE: [bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html)

## 1.3 COMPONENTES DE UN MOTOR DE 4 TIEMPOS CONVENCIONAL.

- A. Balancín de válvula.
- B. Tapa de válvulas
- C. Pasaje de admisión
- D. Culata de cilindros
- E. Cámara refrigeración
- F. Bloque de motor.
- G. Carter de motor.
- H. Lubricante.
- I. Eje de levas.
- J. Regulador de válvula.
- K. Bujía de encendido.
- L. Pasaje de Escape.
- M. Pistón.
- N. Biela.
- O. Puño de biela.
- P. Cigüeñal.

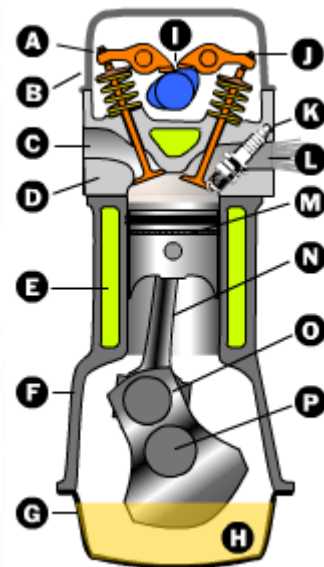


FIGURA.1.2 Componentes Motor de 4 Tiempos.

FUENTE: [www.taringa.net/posts/autos-motos/2652866/Motores-combustion-interna.html](http://www.taringa.net/posts/autos-motos/2652866/Motores-combustion-interna.html)

## **1.4 DISEÑO.**

De acuerdo al Reglamento de la fórmula automovilística universitaria (FAU) 2008 en el numeral 3.5 Tren de potencia, este trabajo investigativo de aplicación práctica, consideró lo indicado en el Reglamento, específicamente en lo correspondiente a 3.5.1 Motor y transmisión, por lo que se tomaron en cuenta las siguientes especificaciones técnicas:

## **1.5 LIMITANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO<sup>1</sup>.**

### **1.5.1 A. CILINDRADA DEL MOTOR.**

El motor usado para accionar el prototipo debe ser un motor de pistón de 4 tiempos con una cilindrada que no exceda  $610 \text{ cm}^3$ .

### **1.5.2 B. PUESTA EN MARCHA.**

El motor cuenta con un sistema de puesta en marcha con los medios disponibles a bordo del vehículo.

### **1.5.3 C. SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

El sistema de transmisión es por cadena.

### **1.5.4 D. PROTECCIONES EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

Los elementos expuestos a gran velocidad, como los convertidores del torque, los embragues, las bandas y cadenas tienen protecciones para casos en que fallaren.

---

<sup>1</sup>Anexo III



### 1.5.5 E. FIJACIÓN.

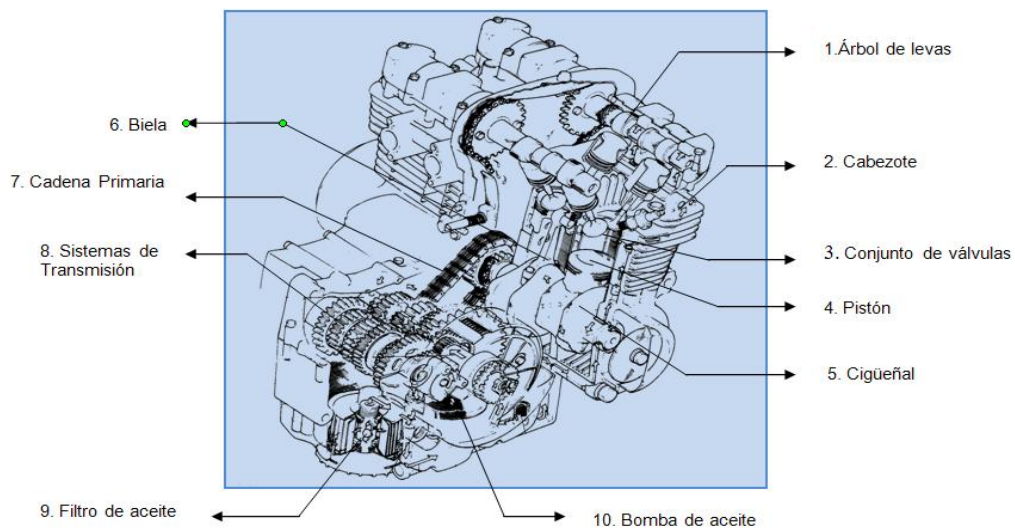
Todos los pernos para la fijación de las protecciones tienen un diámetro mínimo de 6mm grado 8.

### 1.5.6 F. FIJACIÓN LATERAL.

Todos los escudos destinados al cubrir la cadena o banda de transmisión se mantendrán alineadas con los mismos bajo cualquier condición.

## 1.6 ÓRGANOS DEL MOTOR KAWASAKI KZ 550.

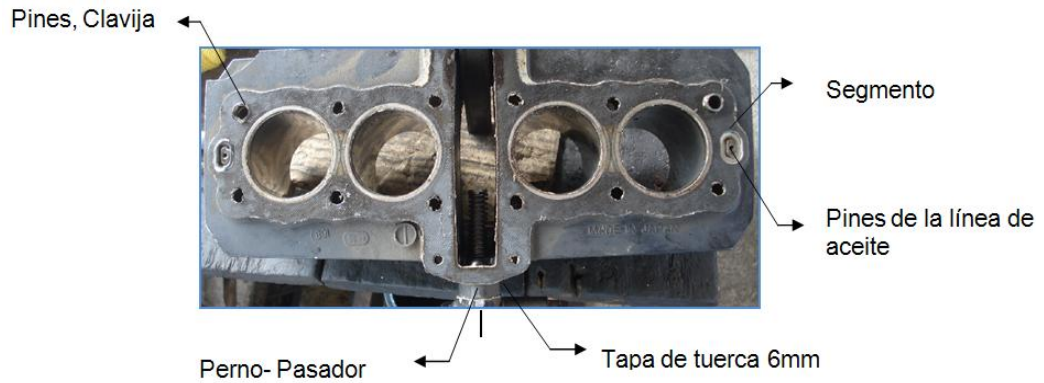
Se observa los órganos del motor Kawasaki KZ550 adquirido para la elaboración del prototipo.



**FIGURA 1.3 Órganos del Motor Kawasaki KZ550.**  
**FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).**

## 1.7 BLOCK DE CILINDROS.

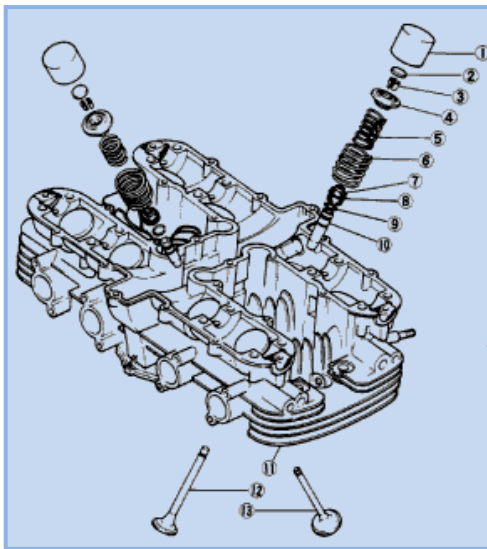
Es el elemento que constituye el soporte estructural de todo el motor. En el interior del block se encuentra un circuito de engrase que comunica con todas las zonas donde apoyan elementos móviles para su perfecta lubricación.



**FIGURA 1.4 Block de Cilindros.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

## 1.8 CULATA.

Elemento que sirve de cierre a los cilindros por su parte superior en ella van alojadas las válvulas de admisión y escape. También conforma la cámara de combustión.

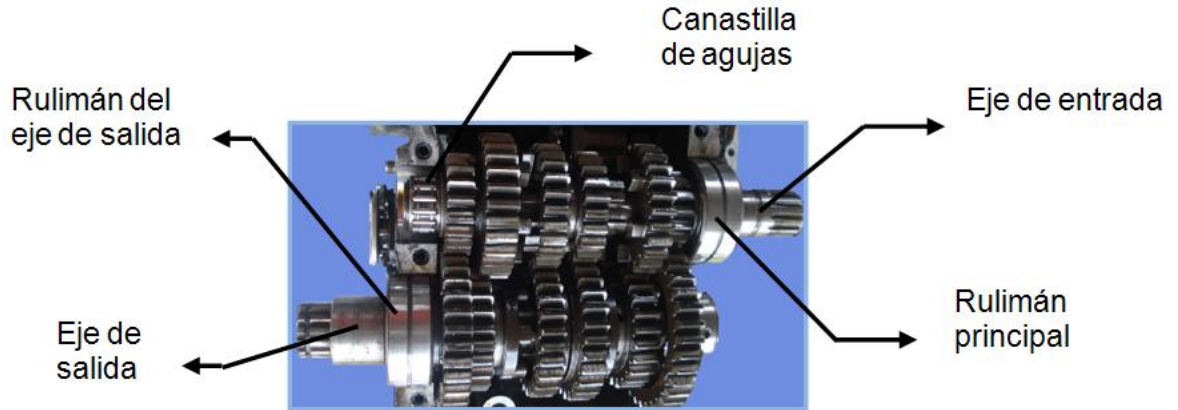


1. Válvula elevador de leva.
2. Asiento de válvula.
3. seguros.
4. Resorte retenedor.
5. Resorte interior
6. Resorte exterior.
7. Sello de aceite.
8. Banda de resorte.
9. Seguro circular
10. Guía de válvula.
11. Culata.
12. Válvula de Escape
13. Válvula de Admisión

**FIGURA 1.5 Culata.**  
**FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).**

## 1.9 CAJA DE CAMBIO.

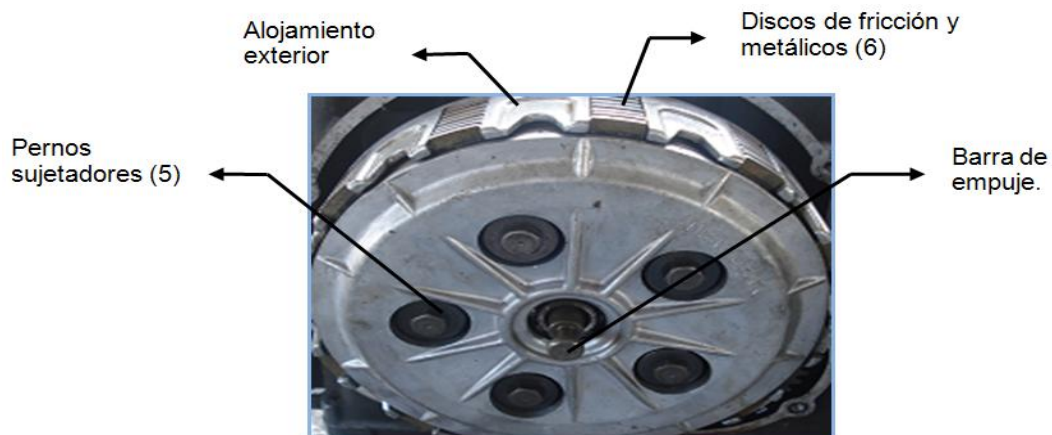
La caja de cambios permite seleccionar diferentes marchas para adaptar el régimen del motor a la velocidad del vehículo y las diferentes circunstancias.



**FIGURA 1.6** Caja de Cambio Kawasaki KZ 550.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

## 1.10 SISTEMA DE EMBRAGUE DE LA KAWASAKI KZ 550.

Se compone principalmente de un plato de presión y 6 discos de embrague de fricción. Con la ayuda del embrague, la potencia del motor puede conectarse y desconectarse a la caja de cambios y por consiguiente a las ruedas. Es también un requisito previo para poder efectuar los cambios de marcha sin dificultad.



**FIGURA 1.7** Sistema de Embrague de la Kawasaki KZ 550.  
**FUENTE:** Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

## 1.11 EJES DE POTENCIA.

En Ingeniería Mecánica se conoce como eje de transmisión o árbol de transmisión a todo objeto asimétrico especialmente diseñado para transmitir potencia. Estos elementos constituyen una parte fundamental de las transmisiones mecánicas y son ampliamente utilizados en una gran diversidad de máquinas debido a su relativa simplicidad.



**FIGURA 1.8 Eje de Potencia del Prototipo.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### 1.11.1 EJES DE TRANSMISIÓN EN VEHÍCULOS CONVENCIONALES.

En la actualidad, la mayoría de los automóviles usan ejes de transmisión rígidos para transmitir la fuerza del tubo de transmisión a las ruedas. Normalmente se usan dos palieres o semiárboles de transmisión para transferir la fuerza desde un diferencial central, un tubo de transmisión o un transeje a las ruedas.

## 1.12 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.

El sistema de alimentación está compuesto por los elementos que tienen por misión transportar el combustible y el aire al motor.

Los elementos para la alimentación de combustible son:

✓ **Depósito o Tanque de Combustible:**

Es el lugar donde se almacena el combustible para su posterior utilización.

✓ **Línea de Combustible:**

Es la tubería que se encarga de transportar el combustible a su destino.

✓ **Filtro de Combustible:**

Es el encargado de limitar el paso de las impurezas que pueda contener el combustible.

✓ **Filtro de Aire:**

Es el encargado de limitar el paso de impurezas en el aire, las cuales pueden causar graves daños en el motor.

✓ **Múltiple de Admisión:**

Se encarga de dirigir la mezcla hacia la culata, por donde entra a la cámara de compresión por medio de la válvula de admisión.

### **1.12.1 CARBURADOR.**

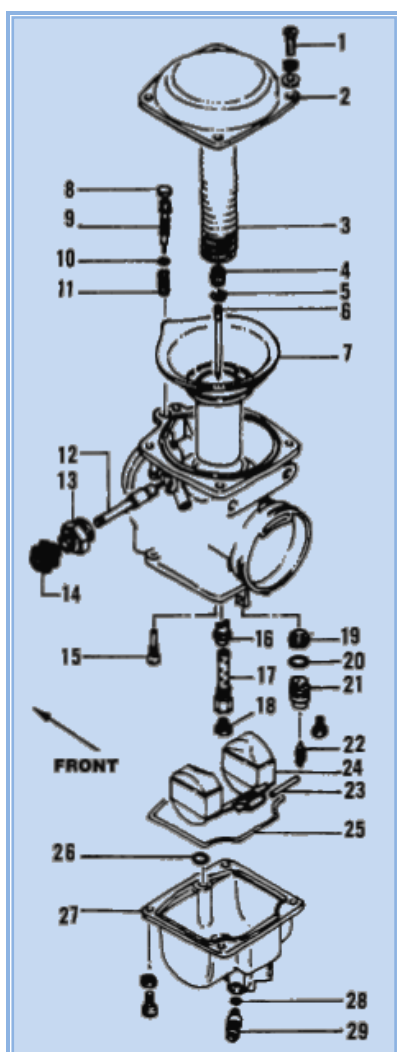
Es el elemento que forma la mezcla de aire – combustión y a la vez la dosifica. Además de esto, regula la velocidad y el par de fuerzas del motor al esfuerzo al que se le somete<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> [http://www.uamerica.edu.co/motores/d1/alimentacion/sist\\_alim/sist\\_alim.htm](http://www.uamerica.edu.co/motores/d1/alimentacion/sist_alim/sist_alim.htm)

### 1.12.2 COMPONENTES DEL CARBURADOR KAWASAKI KZ 550.

Para poder entender mejor lo que es y cómo funciona es necesario conocer su nomenclatura básica, como se muestra en la figura, las partes más importantes del carburador son:



Carburador

(KZ550)

1. Tornillo.
2. Cobertor del diafragma.
3. Resorte.
4. Limitador de la aguja.
5. Seguro.
6. Aguja del carburador.
7. Deslizador vacío y diafragma de montaje.
8. Tapón
9. Tornillo regulador.
10. Anillo de caucho.
11. Resorte.
12. Embolo de arranque.
13. Embolo de la tapa.
14. Tornillo de reglaje de ralentí.
15. Cicler de baja.
16. Aguja del carburador.
17. Tubo de fuga (primario).
18. Cicler de alta o principal.
19. Filtro.
20. Anillo de caucho.
21. El Asiento de válvula en la tapa.
22. Difusor de la aguja carburador.
23. Flotante de pines.
24. Flotante.
25. Anillo de caucho.
26. Anillo de caucho.

FIGURA 1.9 Partes del Carburador.

FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

## II CAPÍTULO. VERIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MOTOR.

El motor elegido es un motor cuatro cilindros, cuatro tiempos de 553 cm<sup>3</sup>, el cual contribuye una potencia de 54 HP @ 8500 rpm.

Para la elaboración de este proyecto se cuenta con un motor Kawasaki KZ550 que cumple con las expectativas deseadas después de sus respectivas pruebas de ruta Este motor tiene un peso de 52.2 kilos pese a su reducido tamaño adquiere niveles altos de potencia. Su línea roja o límite de revoluciones del motor comienza a las 9000 rpm.

En la siguiente tabla se detallan las características técnicas de dicho motor:

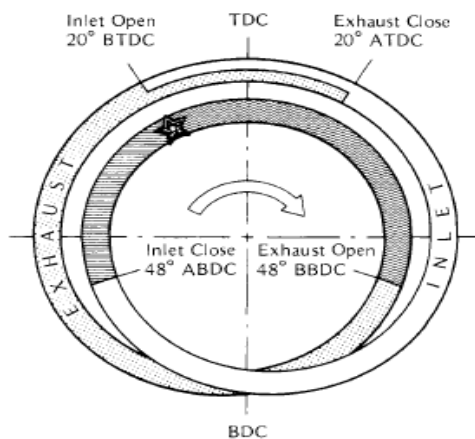
**Tabla 1. Características del motor<sup>3</sup>.**

Tipo:	DOHC, 4 cilindros, 4 tiempos, enfriado por aire	
Diámetro y Carrera:	58.0 x 52.4 mm	
Cilindrada:	553 cm <sup>3</sup>	
Relación de compresión:	9.5 : 1	
Potencia Máxima:	54 HP @ 8500 rpm	
Torque Máximo:	4.9 kg – m @ 7000 rpm	
Apertura de Válvulas:		
Admisión:	Abierta	20° APMS
	Cerrada:	48° DPMI
	Duración:	248°

<sup>3</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

Escape:	Abierta 48° DPMI Cerrada: 20° APMS Duración: 248°
Carburadores:	TK22P-2D
Sistema de Lubricación:	Lubricación por bomba (sumergida en el cárter)
Aceite de motor:	Tipo:API SL clase 10W40, 10W50 ó 20W40 20W50 Capacidad 3 litros.
Sistema de arranque:	Arranque eléctrico
Sistema de encendido:	Batería y bobina
Método núm. Cilindros:	De izquierda a derecha, 1 – 2 – 3 – 4
Orden de encendido:	1 – 2 – 4 – 3
Avance al encendido:	10° APMS @ 1050 rpm 35° APMS @ 3500 rpm
Bujías:	NGK D8EA o ND X24ES-U

En la **figura 2.1** se aprecia la apertura y cierre de válvulas del motor KZ 550



**FIGURA 2.1 Diagrama Apertura y Cierre de Válvulas Motor KZ 550**

**FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).**



## 2.2 CURVAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR.

En la gráfica se puede observar los parámetros de funcionamiento del motor como son la potencia y el torque que dispensa así como el consumo de combustible, con relación a las diferentes revoluciones del motor.

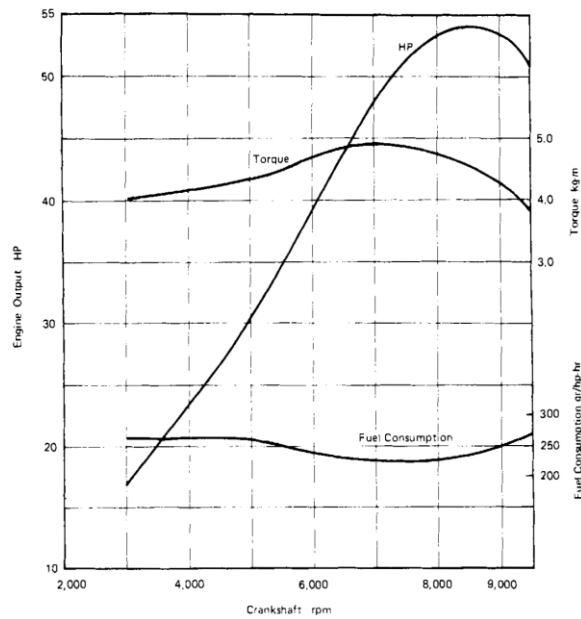
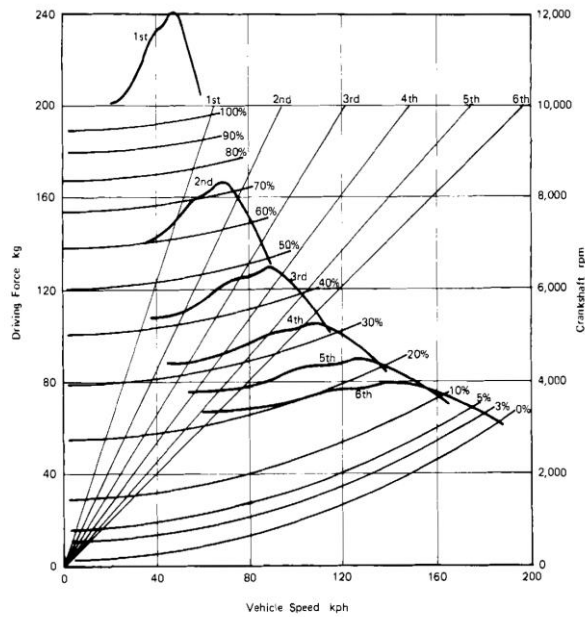


FIGURA 2.2 Grafica de Torque, Potencia, y Consumo del Motor KZ550

FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

Parámetros que se debe tener muy en cuenta debido a que según el reglamento establecido por la FAU existirán pruebas tanto para verificar la Potencia y el consumo de combustible, con lo cual basados en la gráfica se podrá tener una idea de las rpm a las cuales se debe mantener para obtener el máximo rendimiento.



**FIGURA 2.3 Grafica de las Relaciones de Cambio del Motor KZ 550.**  
**FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).**

## **2.3 DESMONTAJE E INSPECCIÓN DEL MOTOR.**

### **2.3.1 PROCESO DE DESMONTAJE DEL MOTOR KAWASAKI KZ55.**

Se procede al desmontaje e inspección del motor para verificar las condiciones en que se encuentra internamente el motor.

- ✓ El (árbol de levas, culata, bloque de cilindros y pistones) todos estos pueden ser reparados aun estando dentro del conjunto del motor. Para reparaciones de la parte final (cigüeñal, cadena del disco de leva, barras y portes) la transmisión y el tambor de cambios, el motor deberá ser removido del sistema para separar del Carter del motor.
- ✓ Evacuar el aceite que se encuentra en el interior del motor en un recipiente adecuado.
- ✓ Destapar lo que es el tapa válvulas del motor respectivamente.



**FIGURA 2.4 Cadenilla de Distribución.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Retirar la cadena de la distribución la cual abarca los ejes de levas respectivamente, retiramos los cojinetes para proceder a retirar los ejes de levas y proceder a su inspección.



**FIGURA 2.5 Eje de Levas.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Examinar los piñones del árbol de levas para observar daños. Instalar el eje nuevo si se encuentra en mal estado.

- ✓ Observar y verificar de acuerdo con los límites especificados por el fabricante los ejes de levas se encuentran dentro de los rangos permitidos.

**Tabla 2. Límites especificados del árbol de levas<sup>4</sup>.**

Cadena de leva (20 longitudes de acoplamiento)	6.39 pulgadas (162.4 milímetros)
Profundidad del desgaste de la guía de cadena de la leva.	
Pulgadas de la parte superior	0.16(4.0 milímetros)
Pulgadas de frente	0.20(5.0 milímetros)
Pulgadas de la parte posterior	0.12(3.0 milímetros)
Pulgadas de altura	1.396 del lóbulo de la leva (35.45 milímetros)
Árbol de levas/cojinete	
Separación árbol de levas-cojinete	0.005 del casquillo (0.13 milímetros)
Dimensión del cojinete del árbol de levas	0.869 (22.06 milímetros)
Desgaste del árbol de levas	0.004 (0.1 milímetros)



**FIGURA 2.6 Comparación Ejes de Levas.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Extraer lo que es el cabezote del motor y aquí podemos observar la cámara de combustión y el cuerpo de válvulas con todas sus componentes.

<sup>4</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

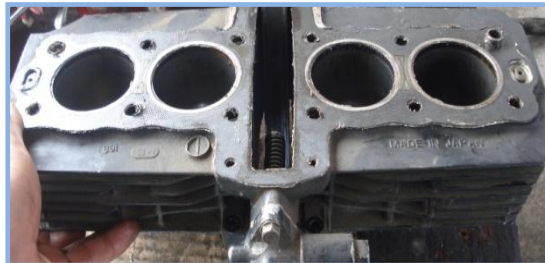
**Tabla 3. Volumen de la cámara<sup>5</sup>.**

Compresión (mínimo)	130 PSI (9.0 Kg/cm <sup>2</sup> )
Volumen de la cámara de combustión (de la parte inferior culata)	0.95 Cu. Pulgadas (15.6cc)



**FIGURA 2.7 Cámara de Combustión KZ 550.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Después de extraer el cabezote del motor se procede con el desmontaje del bloque de cilindros.



**FIGURA 2.8 Block de Cilindros Kawasaki KZ 550.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Se retira el block de cilindros y se observan los pistones con sus respectivos segmentos: Fuego, compresión y de aceite.

<sup>5</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).



**FIGURA 2.9 Pistones con sus Segmentos.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Desmontar la biela y proceder a su verificación:



**FIGURA 2.10 Gráfica de la Biela.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### **2.3.2 INSPECCIÓN DE LA BIELA.**

- ✓ Medir el diámetro interior del pequeño extremo de la biela con un calibrador. Si la identificación es más grande que el límite (ver tabla 4) se debe instalar una nueva biela.
- ✓ Examinar la barra para saber si hay el daño como grietas y quemaduras.
- ✓ Comprobar la separación lateral del final de la biela con el calibrador de

- ✓ Láminas. Si la separación excede del límite (ver tabla 4), sustituir la biela. Si la separación todavía excede el límite de desgaste con la nueva biela, el cigüeñal debe ser sustituido.
- ✓ Comprobar la separación (de arriba - abajo) de la parte radial del final de la biela, se puede realizar una inspección preliminar dando vuelta al cigüeñal hasta que el botón de manubrio este en (centro muerto superior).

**Tabla 4. Límites del Desgaste de la Biela<sup>6</sup>.**

Curva y torcedura de la biela por 4 pulgadas (100 milímetros)	0.008 pulgadas (0.20milímetros) de la biela de separación del final.
Radial	
Límite	0.004 (0.1 milímetro)
Estándar	0.0016 (0.0405 milímetro)
Grueso de la parte movible del cojinete de la biela.	0587 (1.492 milímetros)

- ✓ Después de realizar la inspección de la biela se retirar la tapa del Carter donde se aprecia la bomba de aceite.



**FIGURA 2.11 Bomba de Aceite.**

**FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).**

<sup>6</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

### 2.3.3 TRAYECTORIA DE LA BOMBA DE ACEITE.

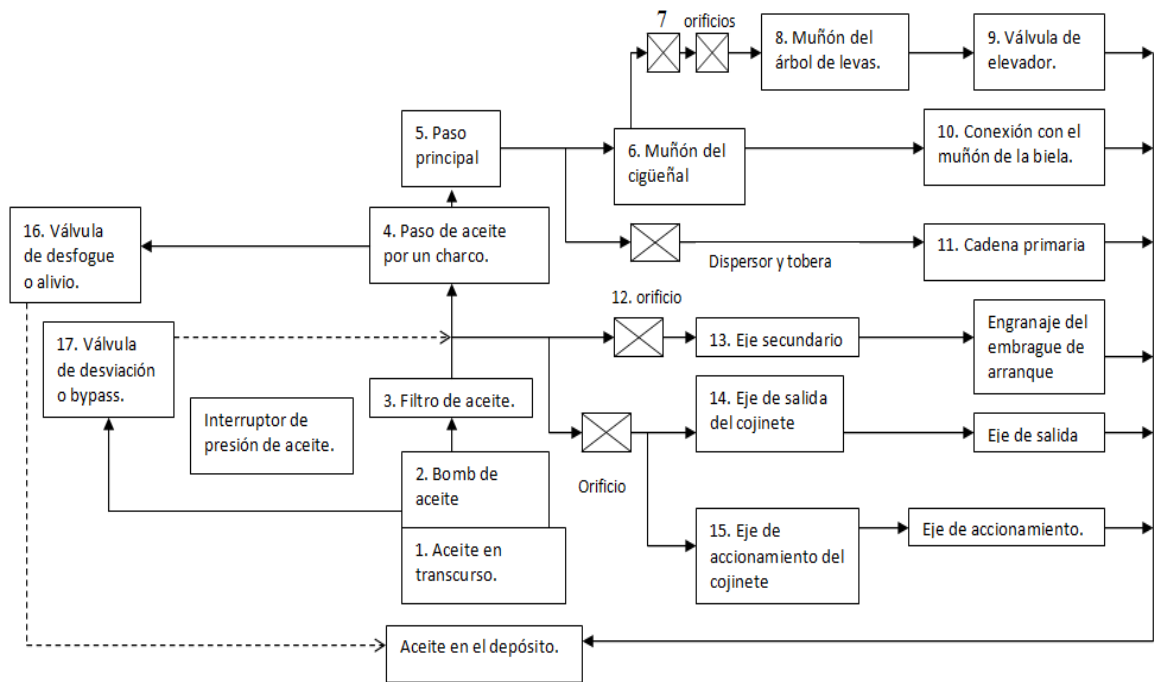
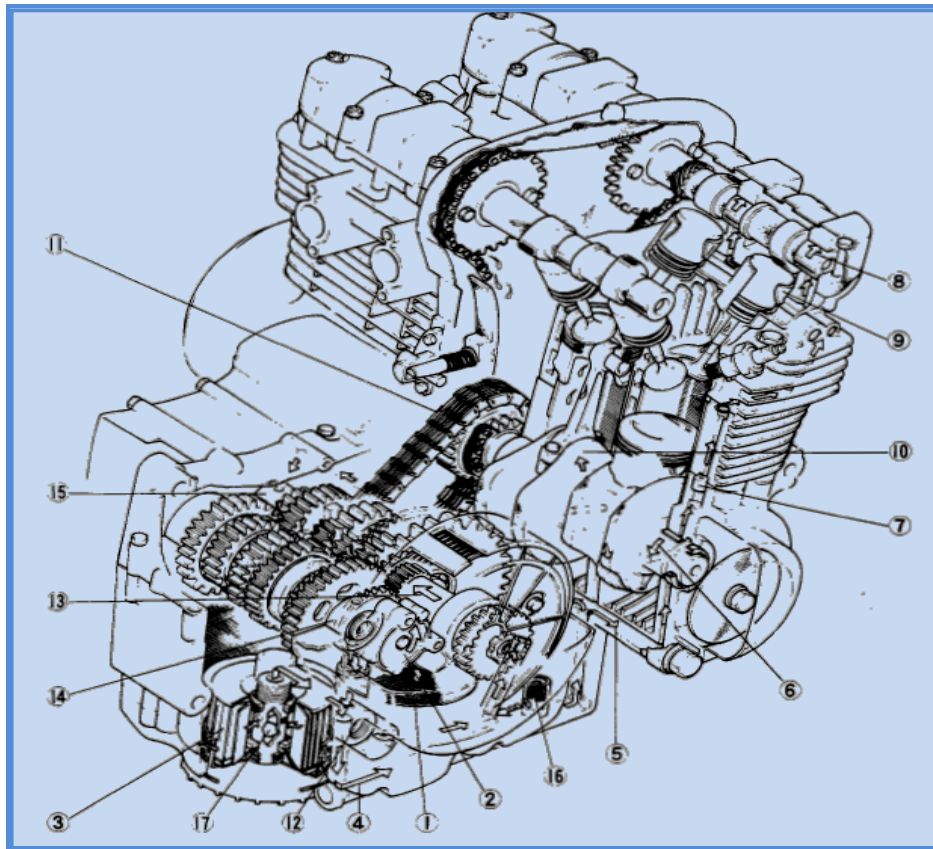


FIGURA 2.12 Grafica del Circuito de Lubricación.

FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).



El aceite filtrado sigue varias trayectorias de distribución.

- ✓ Una ruta va a los cojinetes principales del cigüeñal, además lubrica las paredes del cilindro y los pasadores del pistón.
- ✓ Una ruta pasa a través de un orificio y lleva al árbol de levas, después deja el árbol de levas y lubrica los lóbulos de la leva y los levantadores de la válvula.
- ✓ Una ruta pasa a través de la cadena impulsora primaria.
- ✓ Una línea pasa a través de un orificio al eje y al embrague secundario de arranque.
- ✓ Una línea pasa a través de un orificio al eje de la transmisión y a los ejes del cojinete principal de salida en conclusión a todos los sistemas de engranajes y ejes.

#### **2.3.4 OPERACIÓN DE LA BOMBA DE ACEITE.**

La bomba de aceite esta engranada al eje secundario. La bomba doble del rotor tira el aceite a través de una pantalla de acoplamiento gruesa y lo empuja a través del filtro de aceite para atrapar partículas finas. Si el filtro llegara a taparse, una válvula de derivación encamina el aceite (todavía sucio) alrededor del filtro.

La válvula de descarga limita la presión del aceite de motor descargando el aceite nuevamente dentro del Carter del motor cuando la presión de la bomba excede el límite.

**Tabla 5. Límites de la Bomba de Aceite<sup>7</sup>.**

Presión del aceite @4.000RPM@195 F (90 C)	
Estándar	28-36 PSI (2.0 - 2.5 Kg/cm <sup>2</sup> )
Válvula de descarga (aceite frío)	63-85 PSI (4.4 - 6.20 Kg/cm <sup>2</sup> )

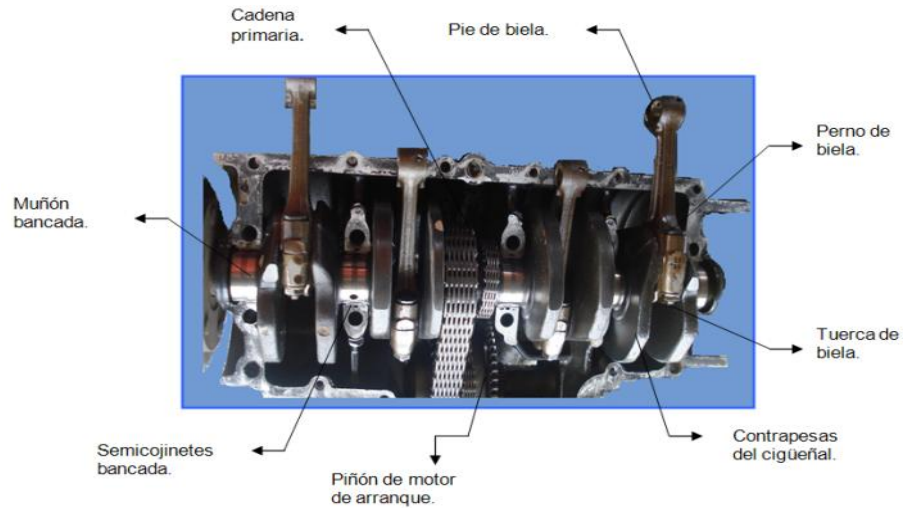
- ✓ Desmontar el sistema de transmisión para separar el cigüeñal del motor.



**FIGURA 2.13 Cigüeñal y Transmisión.  
FUENTE: Fernando Farinango- Investigador.**

- ✓ Se tiene el cigüeñal aislado completamente para su análisis y comparación con los parámetros establecidos por el fabricante.

<sup>7</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).



**FIGURA 2.14 Cigüeñal.**

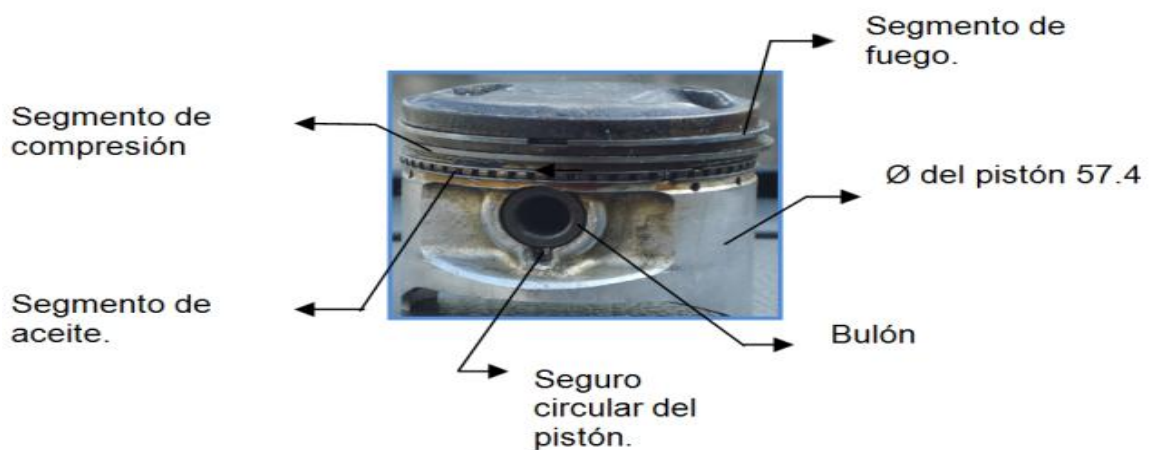
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

**Tabla 6. Límites de Desgaste del Cigüeñal<sup>8</sup>.**

Parte móvil del cojinete del cigüeñal	0.0788 (2.001 milímetros)
Pulgadas de separación lateral	0.014 del cigüeñal (0.35 milímetros)
Pulgadas de agotamiento	0.002 del cigüeñal (0.05 milímetros)

### 2.3.5 PARTES DEL PISTÓN.

Se observa las partes del pistón y el tipo de diseño que trae la cabeza del pistón.



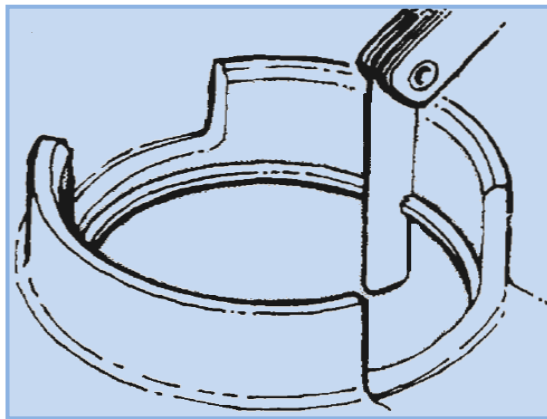
**FIGURA 2.15 Partes del Pistón.**

**FUENTE: Fernando Farinango- Investigador.**

<sup>8</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

### 2.3.6 INSPECCIÓN DE SEGMENTOS DEL PISTÓN.

- ✓ Se debe medir los 2 anillos superiores para el desgaste insertando cada uno en la parte inferior del cilindro donde esta lo menos posible gastado el cilindro. Asentar el anillo en ángulo recto en el cilindro hacia adentro levemente con la cabeza de un pistón. Medir el boquete instalado del final con un calibrador de láminas. El boquete de un nuevo segmento debe ser no más pequeño que el límite.



**FIGURA 2.16 Inspección del Segmento.**

**FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550.**

- ✓ Rodar cada anillo alrededor en su surco del pistón para cerciorarse de que no hay atascamientos.
- ✓ Comprobar la separación lateral de cada anillo con un calibrador de láminas. Referirse a la (tabla 7 de especificaciones). Si la separación es incorrecta, sustituir los pistones, los segmentos o ambos.

**Tabla 7. Límites de los segmentos<sup>9</sup>.**

El aro del pistón/la separación del surco	0.006 (0.15 mm)
Medida del aro del pistón	0.043 (1.10 mm)
Amplitud de surco del aro del pistón	
Tapa, secundaria	0.052 pulgadas (1.33 mm)
Aceite	0.102 pulgadas (2.60 mm)
Orificio del aro del pistón	
(Límites)	0.008 – 0.027 pulgadas (0.2 – 0.7 mm)
Pistón	
KZ500	2.157 pulgadas (54.80 mm)
KZ550	2.276 pulgadas (57.80 mm)
Identificación del agujero del pasador del pistón	0.5539 Pulgadas (14.07 mm)
Pasador del pistón	0.5496 Pulgadas (13.96 mm)

- ✓ Se procede a dar una limpieza completa de las piezas del motor para proceder a su respectivo ensamblaje.



**FIGURA 2.17 Motor Desarmado Completamente.**

**FUENTE: Fernando Farinango- Investigador.**

<sup>9</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

## 2.4 PROCESO DE ENSAMBLAJE DEL MOTOR KAWASAKI KZ550.

- ✓ Se procede a ubicar el cigüeñal y la transmisión del motor como se muestra en la figura.



**FIGURA 2.18** Conjunto Cigüeñal-Transmisión.

**FUENTE:** Fernando Farinango- Investigador.

- ✓ Utilizando un pegamento adecuado (silicón gris) se procede a tapan el cigüeñal y la transmisión adecuadamente como se muestra a continuación.

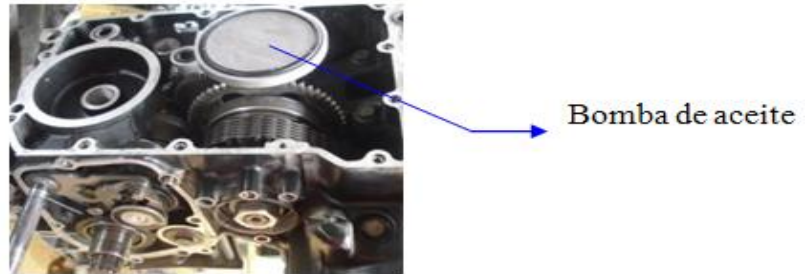


**FIGURA 2.19** Fijación del cigüeñal y la transmisión.

**FUENTE:** Fernando Farinango- Investigador.

- ✓ Instala la bomba de aceite que es la encargada de lubricar y refrigerar al motor. Como en las pruebas de ruta el motor no calentaba fuera de

lo normal se asumió que la bomba de aceite se encuentra trabajando en buenas condiciones.



**FIGURA 2.20** Instalación de la bomba de aceite.

**FUENTE:** Fernando Farinango- Investigador.

- ✓ Elaborar un empaque para el bloque de cilindros ya que en el país no existe juego de empaques para este tipo de motor.



**FIGURA 2.21** Elaboración del Empaque para el Bloque de Cilindros.

**FUENTE:** Fernando Farinango- Investigador.

- ✓ Instalar pistones con juegos de segmentos nuevos debido a que los anteriores se encontraban deteriorados.



**FIGURA 2.22** Instalación de Pistones en las Bielas.

**FUENTE:** Fernando Farinango- Investigador.

### 2.4.1 INSPECCIÓN DEL CILINDRO PREVIA INSTALACIÓN.

- ✓ Comprobar las paredes del cilindro para saber si hay daños, de existir deben ser rectificadas.
- ✓ Medir los cilindros con un calibrador la parte interior del cilindro, medir de dos maneras, si eventualmente la medida excede el límite del desgaste en el cuadro.

**Tabla 8. Límites del desgaste del Cilindro<sup>10</sup>.**

Identificación del cilindro	
KZ500	2.169 pulgadas (55.10 milímetros)
KZ550	2.287 pulgadas (58.10 milímetros)

- ✓ Rectificar todos los cilindros aunque solamente uno puede ser el dañado.
- ✓ Instalar el bloque de cilindros teniendo mucho cuidado con los pistones y sus respectivos segmentos.



**FIGURA 2.23 Instalación del Bloque de Cilindros.**

**FUENTE: Fernando Farinango- Investigador.**

<sup>10</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).



- ✓ Después de ubicar el block de cilindros, se ubica el Punto Muerto Superior (P.M.S) y proceder a medir la carrera del pistón para este caso mide 51.96mm.



**FIGURA 2.24 Medición de la Carrera del Pistón.**

**FUENTE: Fernando Farinango- Investigador.**

#### **2.4.2 INSPECCIÓN DE LAS VÁLVULAS.**

- ✓ Limpiar las válvulas con un cepillo de alambre y un solvente, examinar la cara del contacto de cada válvula para saber si hay quemaduras. La desigualdad excesiva de la cara de la válvula demuestra que la válvula no es útil.
- ✓ Medir el agotamiento vertical del vástago.

**Tabla 9. Límites de desgaste del cuerpo de válvulas<sup>11</sup>.**

Desgaste del vástago de válvula.	0.002 pulgadas (0.05 milímetros)
Cuerpo guía de la válvula.	
Admisión	0.213 pulgadas (5.41 milímetros)
Escape	0.212 pulgadas (5.39 milímetros)
Guía de válvula	0.220 pulgadas (5.58 milímetros)
Separación de la válvula/de la guía	

<sup>11</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

( método oscilante)	0.010 pulgadas (0.26 milímetros)
Cabeza principal de válvula	0.020 pulgadas (0.5milímetros)
Anchura del asiento de la válvula(estándar)	0.030 pulgadas (0.75 milímetros)
Ángulos de asiento de la válvula en la tapa	30°, 45°, 60°
Tensión del resorte de válvula	
Internas	36 libras internas @ 0.91 pulgadas (16.2 kilogramos @ 23.1 milímetros)
Externas	69 libras externas @ 0.99 pulgadas (31.3 kilogramos @ 25.1 milímetros)
Equidad del resorte de la válvula	0.06 pulgadas (1.5 milímetros) de vertical @ tapa del resorte
Altura instalada del vástago de la válvula (máximo)	
Admisión	1.458 (37.03 milímetros)
Escape	1.456 (36.98 milímetros)

- ✓ Quitar todo el carbón de las guías de válvulas con un cepillo de alambre
- ✓ Examinar la parte movable de la separación de la válvula/de la guía de cada válvula. Sostener la válvula apenas levemente de su asiento y oscilarla de lado, después de un primer chequeo de ángulo recto. Si oscila más que el límite (ver tabla 9), la guía deberá ser sustituida.
- ✓ Examinar los asientos de válvula, si esta gastado o quemado, deben ser reacondicionados con el corte especial o las herramientas de pulido.

#### 2.4.2.1 Altura del Vástago de la Válvula.

Si las caras o los asientos de la válvula fueron removidos, las válvulas caerán más profundas en la culata que antes. El vástago de válvula deberá ser instalado antes de montar las válvulas en la culata. Si la altura instalada es incorrecta, no se podrá obtener la separación apropiada de la válvula con las alzas disponibles.

- ✓ Como siguiente paso procedemos a ubicar el cabezote del motor con sus respectivas inspecciones (ver tabla 9).



**FIGURA 2.25** Parte Superior del Cabezote del Motor KZ 550.

**FUENTE:** Fernando Farinango- Investigador.

- ✓ Luego de ubicar el cabezote en el motor se procede a ubicar los ejes de levas después de su chequeo respectivo.

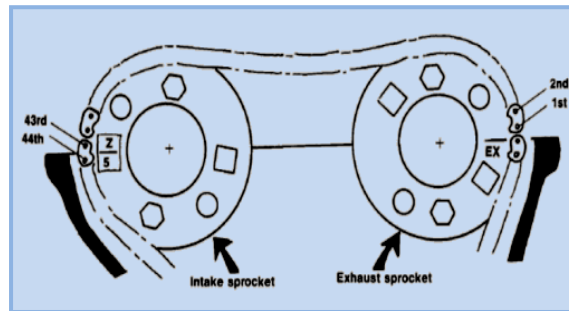


**FIGURA 2.26** Ubicación del Eje de Levas.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

- ✓ Cuando los ejes de levas se encuentran en posición correcta se procede a colocar la cadenilla de distribución y queda completo el sistema de distribución. Si se instala los ejes de levas mal el motor no funcionara.

### 2.4.3 SINCRONIZACIÓN DE LA CADENA DE LA LEVA.



**FIGURA 2.27 Sincronización de la Distribución.**

**FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550**

- ✓ El "Z5 IN" la marca debe alinear con la superficie posterior de la culata. Si todas las marcas alinean según lo indicado, la sincronización de la leva esta correcta.



**FIGURA 2.28 Instalación de la cadenilla de distribución.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Finalmente se asegura los ejes de levas con los tornillos respectivos y los torques definidos para luego cubrir con la tapa válvulas y así se obtiene un motor listo para su correcto funcionamiento.



**FIGURA 2.29 Motor reparado.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

## **2.5 PREPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR.**

### **2.5.1 PREPARACIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.**

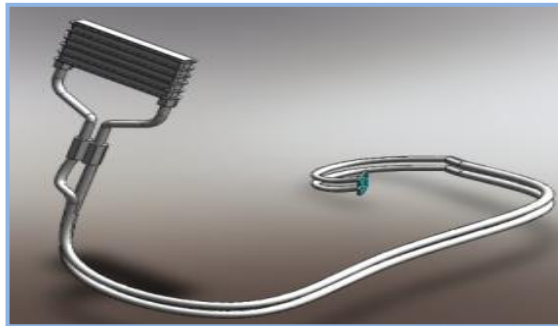
- ✓ Este tipo de motores son equipados de fábrica con refrigerador de aceite.



**FIGURA 2.30 Radiador de Aceite.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Como primer paso se diseño donde se quiere ubicar el radiador de aceite con distancias establecidas en el programa de elementos finitos “Solid Works”
- ✓ Teniendo mucho en cuenta la presión de la bomba de aceite que no altere su funcionamiento.



**FIGURA 2.31 Radiador Diseñado en Solid Works.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

#### **2.5.1.1 PROBLEMA QUE SE TUVO EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.**

En este caso el motor está colocado en la parte posterior del vehículo Buggy y separado por una plancha de metal que sirve para aislar el piloto del motor son normas de seguridad implantadas por el reglamento de la “Formula Automovilística Universitaria” pero no llega la suficiente ventilación al motor por ende el motor comenzó a sobrecalentar por lo que se tubo la necesidad de implementar unos ventiladores permanentes a los lados del motor como se muestra en la siguiente figura 2.32.



**FIGURA 2.32 Ubicación de los Ventiladores.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

El ventilador se utiliza en los sistemas de refrigeración para activar la circulación de aire a través del radiador como favoreciendo de este modo la disipación del calor.

Según sea el ventilador, tipo y tamaño existe una zona de su curva característica en la que es recomendable su uso. Fuera de ella pueden producirse fenómenos que hacen aumentar desproporcionadamente el consumo hundiendo el rendimiento, provocando un aumento intolerable del ruido e incluso produciendo flujos intermitentes de aire en sentido inverso<sup>12</sup>.

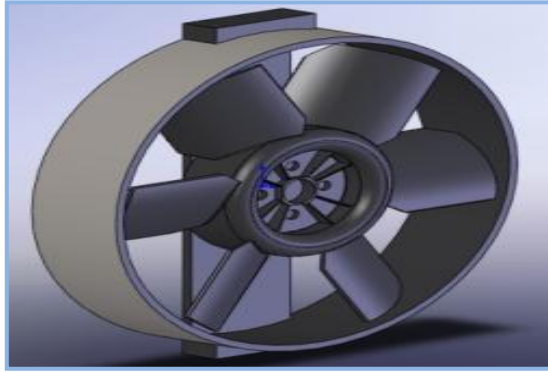
Para la construcción del sistema de refrigeración se utilizo dos electros ventiladores de automóvil Peugeot 306 año 95.

El ventilador 1 tiene la función de enfriar al motor en su totalidad.

El ventilador 2 tiene la función de refrigerar al radiador de aceite ubicado a la derecha del motor.

---

<sup>12</sup> PEREZ ALONSO, José Manuel (1999) "Técnicas de automóvil – MOTORES", Paraninfo, Madrid



**FIGURA 2.33 Ventilador Diseñado en Solid Works.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Mediante el programa de elementos finitos “Flow Works” nos permite simular las entradas de aire al motor para verificar que el objetivo de enfriamiento se cumpla.

## **2.5.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ESCAPE.**



**FIGURA 2.34 Escapes.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### **Múltiple de escape.**

El múltiple es una tubería la cual conduce los gases salientes de la cámara de combustión hacia la tubería de escape, está ubicado en la cabeza del cilindro y tiene entradas para permitir la inyección del aire dentro de este. El



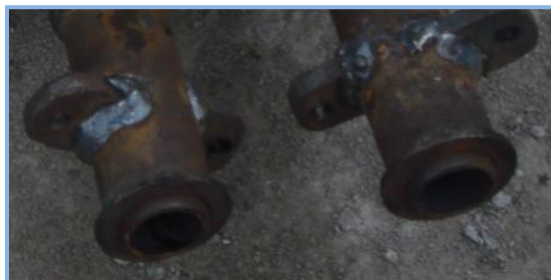
camarín o múltiple de escape posee curvas suaves y precisas a fin de mejorar la salida de tales gases.

### **Header.**

El Header es una tubería especial compuesta por tubos separados de igual largo y diámetro. Su función principal es facilitar el pase de los gases salientes ocasionados por la combustión para que estos se encuentren al final del header, al encontrarse estos gases crearán un impulso más fuerte y una presión altísima expulsando los gases hacia fuera con mayor velocidad, permitiendo el mejor desplazamiento del vehículo en altas revoluciones.

### **Empacaduras de Header.**

Existen varios tipos de Empacaduras para el header, estas Empacaduras permiten un rango de flexibilidad entre el header y la cámara evitando una posible ruptura al momento de aceleración. Las Empacaduras planas son las más comunes, pero también existen las que vienen en forma cilíndrica las cuales toleran cierto nivel de presión.



**FIGURA 2.35 Empacaduras.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

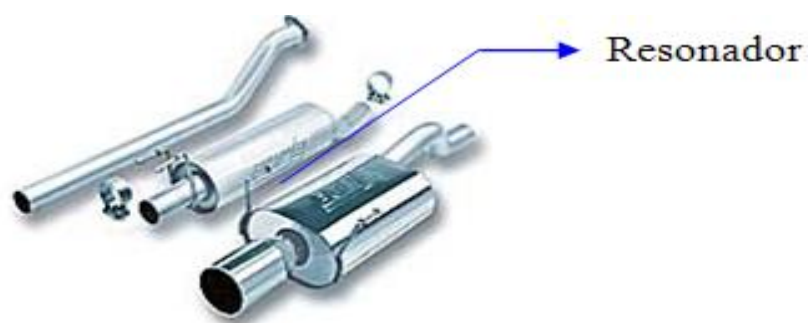
### **Sistema de Cat-Back.**

Conocido como el sistema de escape completo diferente al original de fábrica de mayor tamaño para mayor flujo de gases, está compuesto por un y/o dos silenciadores en forma ovalada con salidas múltiples. La ventaja de un Cat-

back es que se puede instalar la tubería de escape con salida en forma de “Y” permitiendo que el motor sea liberado y exista menos presión en la salida de los gases emanados por la combustión en el motor. Inmediatamente al hacer esta modificación, la toma de aire para el motor debe ser relativamente superior para que exista una mejor mezcla con gasolina, ya que el escape posee mayor capacidad para expulsar dichos gases, de lo contrario el vehículo perdería mucha fuerza y se restaría el rendimiento por tener mucha liberación de escape.

### **Silenciador.**

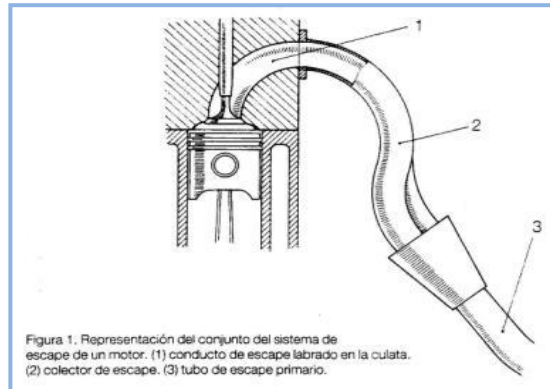
(Muffler) / Resonador: Los gases de admisión emiten una presión considerable una vez realizada la combustión del motor. Si estos gases salieran directamente del motor el ruido provocado sería muy escandaloso y el motor en cierta forma podría rendir un poco menos. Por tal motivo, el camarán envía los gases al múltiple de admisión, este los junta y los envía posteriormente a la tubería de escape, allí los gases en forma de humo pasan por el silenciador o resonador el cual está compuesto por celdas metálicas en forma tubular y con agujeros conocidas como colmenas, para así salir expulsados hacia el exterior de forma circular.



**FIGURA 2.36 Grafica de Ejemplos de Silenciadores.**

**FUENTE: Archivo Personal.**

### 2.5.2.1 Cálculos del Header.



**FIGURA 2.37 Partes del Header.**  
**FUENTE: Motores de Competición de Guilleri.**

Este conjunto a diseñar y construir esta conformado por 2 múltiples, 2 resonadores y dos salidas al medio ambiente todo este sistema esta unido por medio de bridas.

### 2.5.2.2 Calculo de la Longitud del Colector de Escape.

Se comienza por calcular la longitud del colector de escape para lo cual se aplica la siguiente formula:

ECUACIÓN 1

$$L_c = \frac{13000 \times D_{ae}}{RPM \times 6}$$

$L_c$  = Longitud colector de escape.

$D_{ae}$  = Duración de apertura en escape.

RPM = Número de revoluciones máximos del motor.

Procedimiento:

1. La duración de la apertura en escape para este motor es de  $248^\circ$  información recopilada de las características generales del motor.
2. Se elige el número de revoluciones del motor el mismo que esta en función de la potencia máxima para este caso 8500 rpm.
3. Después de adjuntar la información anterior se procede a sustituir los valores en la ecuación 1 teniendo en cuenta que al resultado se le debe restar la longitud del conducto de escape en el cabezote (-10cm.) con lo que se obtiene:

La longitud del colector de escape para este prototipo es de 53.2cm.

### 2.5.2.3 Diámetro del Colector de Escape.

ECUACIÓN 2

$$\theta_c = 2x \sqrt{\frac{C_u \times 2}{L_c \times \pi}} [\text{cm}]$$

$\theta_c$  = diámetro del tubo colector de escape.

$C_u$  = cilindrada unitaria.

Para obtener el valor del diámetro del colector de escape se aplica la siguiente fórmula que está en función de  $L_c$  ya calculado.

Procedimiento:

1. Determinar la cilindrada unitaria del motor en función del diámetro del cilindro y la carrera se aplica la ecuación 3 con los parámetros proporcionados por el fabricante. ( $138.45 \text{ cm}^3$  para este motor).

### ECUACIÓN 3

$$C_u = \frac{3.1416 \times D^2 \times C}{4} \text{ [cm}^3\text{]}$$

D = diámetro del cilindro en cm.

C = Carrera del pistón en cm.

2. Sustituir los valores en la formula 2, para este caso se obtiene un diámetro del colector de escape de 2.57cm que debe ser aplicado para cada tubo del colector de escape.

**NOTA:** El diámetro del colector de escape aplica para tubos rectos, cuando el tubo es curvado se le suma el 10 % de la cifra calculada.

- ✓ El diámetro del colector de escape para este prototipo es de 2.83 cm.

#### 2.5.2.4 Diámetro del Tubo de Escape Primario.

- ✓ Para realizar este calculo se utiliza la siguiente formula.

### ECUACIÓN 4

$$\varnothing_{Tp} = 2 \times \sqrt{\left[ \frac{C_t}{L_c \times \pi} \right]} \text{ [cm]}$$

$\varnothing_{Tp}$  = diámetro del tubo primario.

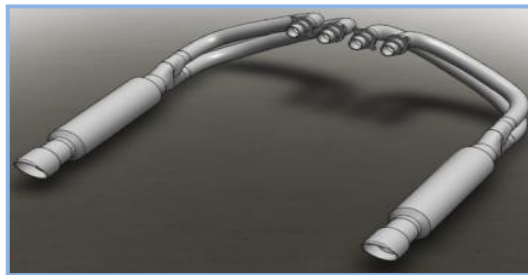
$C_t$  = cilindrada total.

Procedimiento:

1. Determinar la cilindrada total del motor en función del diámetro del cilindro, la carrera y el numero de cilindros en este caso 553cm.<sup>3</sup>
2. Sustituir los valores en la ecuación 3 con lo cual se obtiene el valor del diámetro del tubo de escape primario para este prototipo es 3.6 cm.

### 2.5.3 PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL HEADER.

Para la construcción del header primeramente se procedió a diseñarlo en el programa de elementos finitos basado en las distancias y longitudes calculadas para que el header tenga su óptimo funcionamiento.



**FIGURA 2.38** Diseño del Header en Solid Works.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

1. Para la construcción del header se utilizó el equipo de soldadura MIG STAR, una dobladora de tubos, un taladro eléctrico, brocas y limatones.



**FIGURA 2.39** Equipo Utilizado.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

2. Con lámina de metal se fabrica la plantilla de la placa soporte para los colectores de escape que está en contacto con el cabezote del motor.
3. Se utiliza una platina de 8mm de espesor con la forma de la plantilla, se le da forma con la cortadora de plasma.

4. Para un acabado optimo se utiliza las piedras abrasivas se perfila el contorno y los orificios de conductos posteriormente se utiliza el limatón para elaborar un buen acabado.
5. Con una broca de 10mm se realiza las perforaciones para la sujeción de dicha placa soporte.
6. Utilizar un alambre delgado a manera de plantilla para dar forma del colector de escape con su respectiva curvatura todo esto se lo realiza en función al espacio disponible.
7. Se utiliza un tubo de 1.5 pulgadas de diámetro y se procede a darle la forma requerida en la dobladora de tubos basado en la plantilla anterior. Verificando constantemente que no interfiera con otro tipo de mecanismos y que cumpla con las medidas establecidas de la FAU (Formula Automovilística Universitaria).



**FIGURA 2.40 Forma del tubo primario.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

8. Mediante el proceso de suelda se une el colector de escape con la placa soporte.



**FIGURA 2.41 Colector de Escape-Placa Soporte.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

9. Por medio del proceso de suelda se juntan los 2 colectores de escape con una lámina metálica que tiene apariencia de una pequeña cámara de expansión, que sirve como acople para el tubo primario. Aquí se observan los acoples para realizar una sola salida al ambiente. Se unen los orificios de salida de los cilindros 3 y 4 lo mismo se realiza para los cilindros 1 y 2 al otro lado del motor respectivamente.



**FIGURA 2.42 Acople de expansión.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

10. Se implementa un resonador como se muestra en la figura 2.43.



**FIGURA 2.43 Instalación del Resonador.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

11. Utilizando una pintura especial de alta temperatura se recubre el header para de esta manera cuidar de la corrosión.
12. Al final tenemos el Header completo para el prototipo, cumpliendo con todas las características requeridas.





**FIGURA 2.44 Header Final.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

## **2.6 Preparación del Sistema de Alimentación de la Kawasaki KZ 550**



**FIGURA 2.45 Carburadores Kawasaki-KZ 550.**

**FUENTE:** Manual de reparación Kawasaki KZ 550.

Este sistema de alimentación de la Kawasaki KZ550 dispone de cuatro carburadores a continuación se les explica sus componentes y su funcionamiento.

El carburador de estas características está constituido esencialmente por un depósito que se llama cuba, al que se hace llegar la gasolina desde el depósito de combustible que en este caso funciona por gravedad como se muestra en la figura.

Este tanque tiene capacidad de 5 galones, el cual consta con un filtro de gasolina para obtener mejores resultados en la gasolina y evitar complicaciones a futuro.



**FIGURA 2.46 Tanque de Combustible-Filtro de Gasolina.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

En el interior de la cuba existe un flotador, provisto de una aguja que tapona el conducto de entrada, cuando el nivel alcanzado por la gasolina toma una determinada altura. (Mediante este dispositivo se consigue mantener constante el nivel). Cuando a causa del consumo de mezcla durante el funcionamiento del motor baja el nivel de gasolina en la cuba, el descenso consiguiente del flotador y su aguja permiten la entrada de nueva gasolina al interior, con lo que sube el nivel hasta que alcanza la altura a la cual se produce nuevamente el cierre del conducto de entrada. En estas condiciones, el nivel alcanzado en el surtidor principal, que por el principio de vasos comunicantes es igual al de la cuba, se mantiene constante y alcanza una altura de hasta unos milímetros por debajo de los orificios de salida, evitándose con ello el derrame de combustible por desbordamiento<sup>13</sup>.



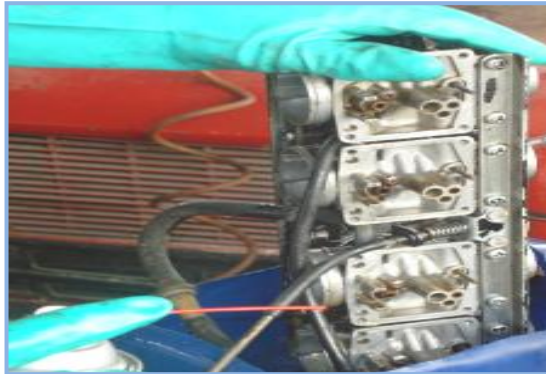
**FIGURA 2.47 Carburadores Desarmados.**

---

<sup>13</sup> Alonso Pérez, José Manuel "técnicas del Automóvil" Motores España 1999

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Se procede a dar mantenimiento a lo que es el carburador del motor una limpieza rigurosa para eliminar cualquier tipo de obstrucción que tenga para que exista una buena carburación.



**FIGURA 2.48 Limpieza del Carburador.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Se procede a colocar los filtros de aire como se muestra en la figura 2.49.



**FIGURA 2.49 Filtros de Aire para Cada Carburador.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

## **2.7 PREPARACIÓN DEL SISTEMA DE CARGA Y ARRANQUE.**

### **Sistemas Eléctricos.**

El sistema eléctrico incluye la batería, sistema de encendido, sistema de recarga y arranque eléctrico.

## **Fusibles.**

1. El principal fusible es de 20 Amperios.
2. Para sistema eléctrico y ventiladores utiliza fusible de 10 Amperios.

Como recomendación cuando un fusible se funde, se debe investigar las razones para la falla antes de reemplazar el fusible. Usualmente el problema es un cortocircuito en el cableado. Este podría ser causado por un cable desconectado a tierra o posiblemente un cable desnudo durante el ensamble o la instalación eléctrica.

Además nunca use un fusible de amperaje más alto que el especificado. Una sobrecarga podría resultar en incendio.

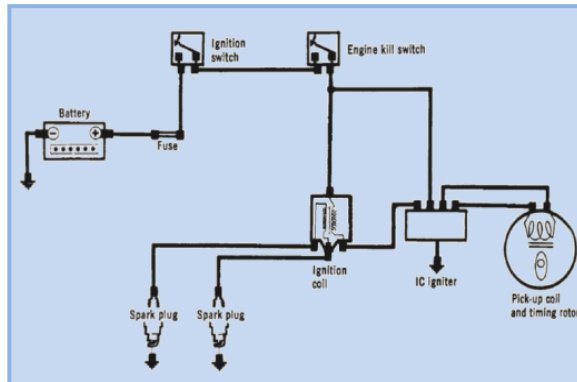
## **Batería**

Esta batería está compuesta de 6 elementos acumuladores del tipo plomo-ácido, cada uno de los cuales suministra electricidad con una tensión de unos 2 V.

Pruebas de electrolito de la batería y carga de batería puede ser requerida después de largos periodos (mayores a un mes) de inactividad o cuando existan problemas eléctricos.

## **2.8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO KAWASAKI KZ550.**

El encendido toma lugar cada 180 grados de rotación del cigüeñal, cada impulso magnético detectado en la bobina, abre cada 360 grados de rotación del cigüeñal. El orden de encendido es 1-2-4-3. El impulso magnético detectado en la bobina izquierda enciende los cilindros 1 y 4, el impulso magnético detectado en la bobina derecha enciende los cilindros 2 y 3.



**FIGURA 2.50 Sistema de Encendido.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

La bobina de encendido prende a través de 2 bujías cableadas en serie, si uno de los conectores falla para encender lo realizara la otra. Si un conector desarrolla una chispa débil lo realizara la otra.

### **2.8.1 SISTEMA DE ENCENDIDO ADAPTADO A LA KAWASAKI KZ 550.**

El sistema de encendido consiste de 4 bujías, 4 bobinas de encendido, 2 módulos de encendido CDI (CAPACITOR DISCHARGE IGNITION) y dos bobinas recolectoras oportunas (PULSER).

El modulo de encendido (CDI), recibe las señales débiles desde las bobinas recolectoras y las usa para prender y apagar la corriente principal de las bobinas de encendido.

#### **Funcionamiento.**

La corriente primaria de la bobina de encendido esta normalmente apagada hasta que el tiempo de encendido del disco de leva del rotor alcance las bobinas recolectoras. Mientras la leva del rotor alcanza las bobinas recolectoras, una señal de bobina recolectora levanta a un nivel que enciende el (CDI), este

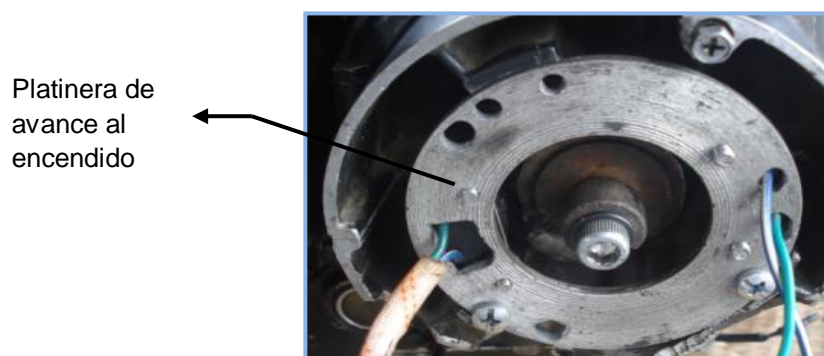
permite corriente primaria para fluir a través de la bobina de encendido Igual que el disco de leva del rotor, pasa la bobina recolectora, la señal de disparo reversa polaridad y apaga el (CDI). La repentina extinción de corriente a través de la bobina primaria de encendido causa que el campo magnético colapse. Cuando esto ocurre, un voltaje alto (sobre aproximadamente 20000 voltios) es inducido en el bobinado secundario de encendido. Este alto voltaje es suficiente para producir el encendido en la bujía.

- ✓ **NOTA:** Si hay pérdida de encendido a altas velocidades, se debe chequear la resistencia entre el terminal del conector y el pin del cable del conector. La resistencia normal es mayor que 20000 ohms de no ser así se debe reemplazar.

### 2.8.2 MECANISMOS DE AVANCE AL ENCENDIDO.

El mecanismo de avance de encendido avanza el encendido (prende las bujías más pronto) así como incrementa la velocidad del motor. El mecanismo debe ser verificado para asegurar su óptima operación.

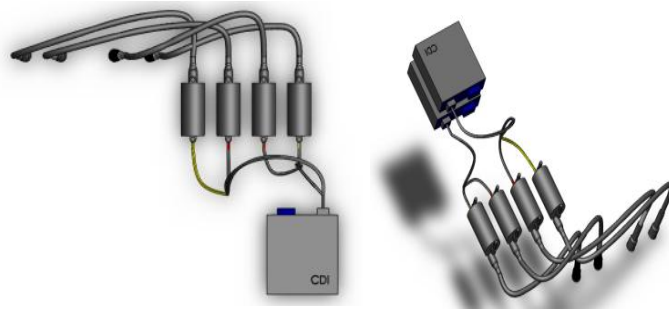
En la grafica inferior se observar cómo se encuentra la bobina captadora con la leva que gira conforme da vuelta el cigüeñal. Y da su respectiva señal de encendido.



**FIGURA 2.51 Avance del Encendido.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

En el gráfico inferior se muestra el diseño en Solid Works del módulo de encendido (CDI) con sus respectivas bobinas independientes para cada cilindro del motor.

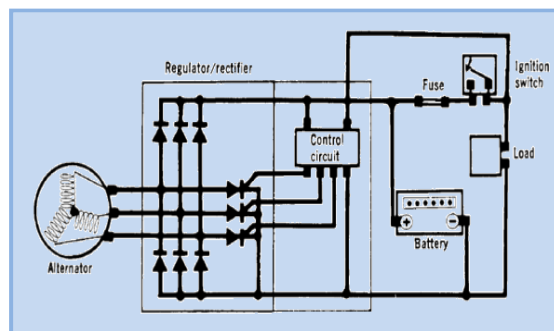


**FIGURA 2.52 Sistema de Encendido diseñado en Solid Works.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

## 2.9 SISTEMA DE CARGA.

Este sistema de carga consiste de un alternador de batería, regulador de voltaje y rectificador es un diagrama esquemático de la 3-fase del sistema de carga. El rectificador y regulador son combinados en una unidad de estado sólido.



**FIGURA 2.53 Diagrama del Sistema de Carga.**

**FUENTE:** Fernando Farinango.

El alternador genera una corriente alterna (AC), la cual el rectificador convierte a corriente directa (DC). El regulador mantiene el voltaje a la batería y

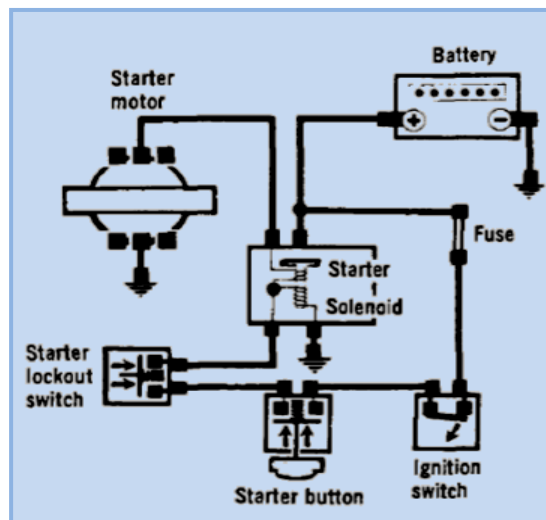
carga (luces, encendido, etc.) en un voltaje constante a pesar de las variaciones en la velocidad del motor y la carga de poder eléctrico.



**FIGURA 2.54** Alternador Kawasaki KZ 550.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

## 2.10 SISTEMA DE ARRANQUE.

El sistema de arranque consiste en un motor de arranque, embrague de arranque, solenoide de arranque, interruptor de seguridad de arranque y un botón de arranque.



**FIGURA 2.55** Circuito de Arranque Kawasaki kz 550.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.



Cuando la palanca del embrague es accionada y el botón de arranque es presionado, esto obliga que el interruptor solenoide cierre el circuito. Entonces fluye electricidad desde la batería hacia el motor de arranque.

El motor de arranque es un motor de DC de 12 voltios acoplado al árbol secundario en una marcha neutra y el engranaje del embrague sobre el eje secundario.

El motor de arranque está conectado mecánicamente al cigüeñal y puede rotarlo cuando el motor está detenido. El embrague de arranque (entre el ralentí y el engranaje del embrague) no se acopla el engranaje del embrague del árbol secundario cuando el motor está funcionando.

# **III CAPÍTULO. ADAPTACIÓN DE LA CAJA DE CAMBIOS Y EMBRAGUE PARA EL PROTOTIPO “BUGGY”**

## **3.1 LA CAJA DE CAMBIOS.**

La caja de cambios es un elemento de transmisión que se interpone entre el motor y las ruedas para modificar el número de revoluciones de las mismas e invertir el sentido de giro cuando las necesidades de la marcha así lo requieran. Actúa, por tanto, como transformador de velocidad y convertidor mecánico de par.

Si un motor de explosión transmitiera directamente el par a las ruedas, probablemente sería suficiente para que el vehículo se moviese en terreno llano. Pero al subir una pendiente, el par resistente aumentaría, entonces el motor no tendría suficiente fuerza para continuar a la misma velocidad, disminuyendo esta gradualmente, el motor perdería potencia y llegaría a pararse; para evitar esto y poder superar el par resistente, es necesario colocar un órgano que permita hacer variar el par motor, según las necesidades de la marcha. En resumen, con la caja de cambios se "disminuye" o "aumenta" la velocidad del vehículo y de igual forma se "aumenta" o "disminuye" la fuerza del vehículo.

### **3.1.1 RELACIONES DE TRANSMISIÓN.**

El tren de transmisión transmite la energía desde el motor hasta las ruedas del coche; pudiendo proporcionar diferentes relaciones de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas. En la disposición convencional o normalizada, la relación de transmisión puede cambiarse de manera que el cigüeñal gire, aproximadamente cuatro, ocho o doce veces más deprisa que las ruedas.

## 3.2 CARACTERÍSTICAS CAJA DE CAMBIOS KAWASAKI KZ 550.

Tabla 10. Especificaciones Transmisión Kawasaki KZ550<sup>14</sup>.

Tipo:	6 velocidades, engranaje constante.	
Embrague:	Húmedo, multidisco	
Relación de marchas:	1ra	2.57 (36/14)
	2da	1.78 (32/18)
	3ra	1.38 (29/21)
	4ta	1.13 (27/24)
	5ta	0.96 (25/26)
	6ta	0.85 (23/27)
Relación Primaria de reducción:	2.94 (27/23 x 65/26)	
Relación Final de Reducción:	2.63 (42/16)	
Relación Total	6.25 @marcha máxima	

### 3.2.1 PRIMERA VELOCIDAD.

En esta velocidad se obtiene la máxima reducción de giro, y por ello la mínima velocidad y el máximo par.

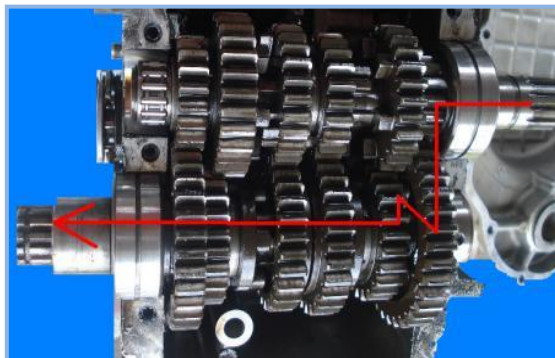


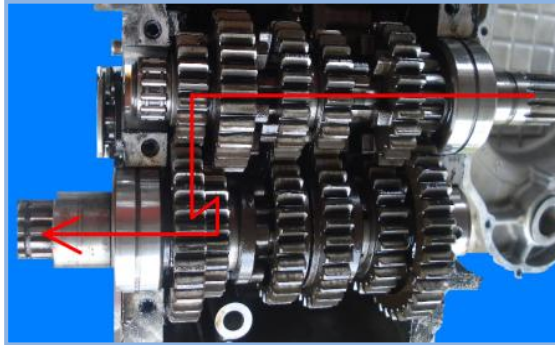
FIGURA 3.1 Funcionamiento de la Caja de Cambios en 1<sup>ra</sup> Velocidad.

FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.

<sup>14</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

### 3.2.2 SEGUNDA VELOCIDAD.

En esta velocidad se obtiene una reducción de giro menor que en el caso anterior, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

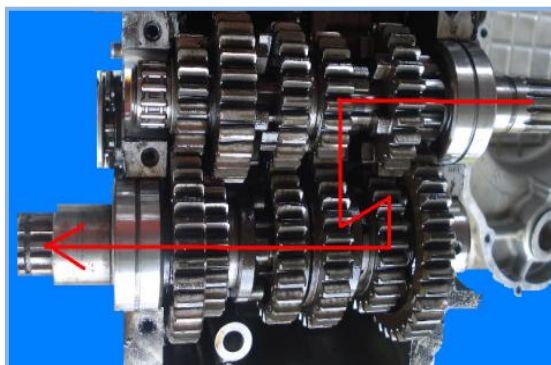


**FIGURA 3.2** Funcionamiento de la Caja de Cambios en 2<sup>da</sup> Velocidad.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

### 3.2.3 TERCERA VELOCIDAD.

El giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene una reducción de giro menor que en el caso anterior, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

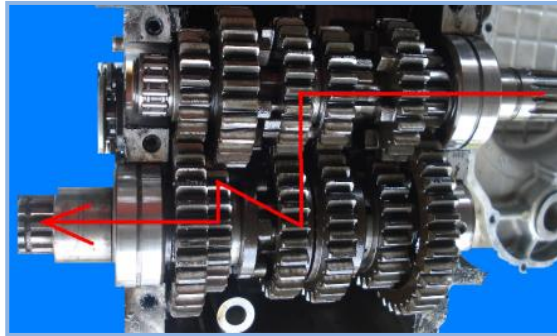


**FIGURA 3.3** Funcionamiento de la Caja de Cambios en 3<sup>ra</sup> Velocidad.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

### 3.2.4 CUARTA VELOCIDAD.

Aumenta la velocidad y el par disminuye.

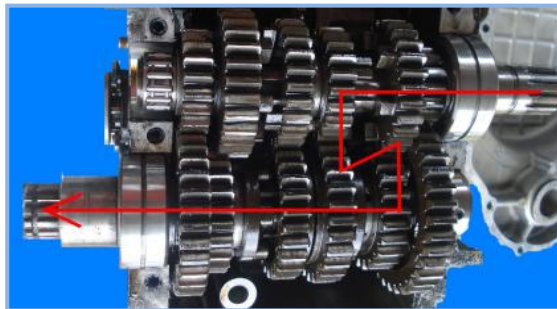


**FIGURA 3.4** Funcionamiento de la Caja de Cambios en 4<sup>ta</sup> Velocidad.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

### 3.2.5 QUINTA VELOCIDAD.

Tenemos una reducción de giro menor que en la marcha anterior, en conclusión aumenta la velocidad y el par disminuye.

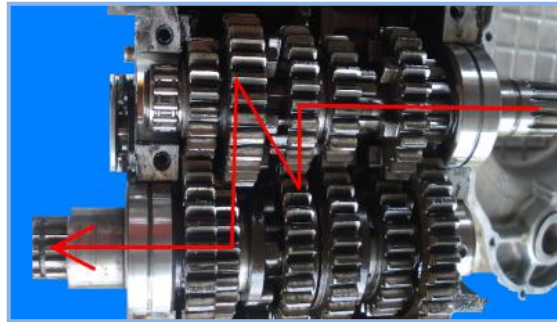


**FIGURA 3.5** Funcionamiento de la Caja de Cambios en 5<sup>ta</sup> Velocidad.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

### 3.2.6 SEXTA VELOCIDAD.

En esta velocidad se obtiene la mínima reducción de giro, y por ello la máxima velocidad y el mínimo par.



**FIGURA 3.6** Funcionamiento de la Caja de Cambios en 6<sup>ta</sup> Velocidad.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

### **Sincronizadores**

Las cajas de cambio desde hace muchos años utilizan para seleccionar las distintas velocidades unos dispositivos llamados: sincronizadores, cuya constitución hace que un dentado interno ha de engranar con el piñón loco del eje secundario correspondiente a la velocidad seleccionada. Para poder hacer el acoplamiento del sincronizador con el piñón correspondiente, se comprende que es necesario igualar las velocidades del eje secundario (con el que gira solidario el sincronizador) y del piñón a enclavar, que es arrastrado por el tren intermediario, que gira a su vez movido por el motor desde el primario.

### **3.3 LÍMITES DE DESGASTE DE LA TRANSMISIÓN.**

**Tabla 11. Parámetros de desgaste de la transmisión Kawasaki KZ550<sup>15</sup>.**

CONTRAGOLPE DE ENGRANAJE	0.25mm
ANCHO DE LA RANURA DEL SEPARADOR DE ENGRANAJE	5.25mm
ENGRANAJE/EJE O DISTANCIA DE BUJE	0.16mm

<sup>15</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

DIAMETRO EXTERIOR DEL EJE	19.96mm
DIAMETRO INTERIOR DE PORTE DEL EJE	26.04mm
ESPESOR DEL EXTREMO DE LA SEPARACION DE CAMBIOS	4.7mm
DIAMETRO DEL PERNO DE LA SEPARACION DE CAMBIOS	
• SEPARACION DE LA BARRA DE CAMBIOS	7.85mm
• SEPARACION DEL TAMBOR DE CAMBIOS	7.93mm
ANCHO DEL SURCO DEL TAMBOR DE CAMBIOS	8.25mm
LARGO DEL RESORTE DE MUESCA DEL TAMBOR DE CAMBIOS	30.7mm

### **3.4 EL EMBRAGUE KAWASAKI KZ550.**

El embrague es aquel que permite al conductor conectar o desconectar entre si el cigüeñal y el tren de transmisión.

El embrague es un multidisco mojado que opera mientras está sumergido en aceite de motor. Esta montado en el lado derecho del eje de entrada de la transmisión. El cubo de embrague interno esta acanalado en el eje de entrada y el alojamiento externo puede rotar libremente sobre el eje de entrada cuando se libere el embrague. El alojamiento externo es manejado por un engranaje al final del eje secundario. La liberación de embrague se monta sobre la cubierta del piñón en el lado izquierdo del motor.

Entre el cubo interno de embrague y el alojamiento externo existe un conjunto de discos del embrague. Algunos discos (incluyendo los discos de

fricción internos y externos) están asegurados al alojamiento externo y deben girar al mismo tiempo que este gire. Los discos metálicos restantes están asegurados al cubo interno; cuando ellos giran, el cubo gira. Afuera de este conjunto de discos de embrague se encuentra el disco de presión. Los resortes de rollo empujan el disco de presión contra el resto de discos. Esta presión atasca los discos y la fricción asegura a los cubos de embrague entre sí. Sin esta presión, el alojamiento externo y los discos de fricción siguen girando pero los discos de metal y el cubo interno dejan de girar. Todas las partes del embrague pueden ser removidas mientras el motor está montado sobre el marco.

Tenemos la construcción del embrague, el cual es mojado, con un tipo de placa múltiple con 7 platos de fricción 19 y 6 platos de acero 18. Los platos de fricción son hechos de corcho, usados por el alto coeficiente de fricción y respaldados con un núcleo de aluminio, el cual provee durabilidad y alta resistencia. El alojamiento de embrague 8 tiene un engranaje des multiplicador en él un lado, y contiene descargadores de goma 3 para absorber el choque del tren de conducción.

### 3.5 COMPONENTES DEL EMBRAGUE.

1. Eje secundario
2. Engranaje de eje secundario
3. Apagador de goma
4. Espaciador
5. Barra de empuje
6. Pelota de acero
7. Embrague que almacena el engranaje
8. Alojamiento del embrague
9. Cubierta de embrague
10. Resorte del embrague
11. Resorte de cerradura
12. Arandela
13. Árbol del motor
14. Empujador del plato
15. Tuerca ce cubo de embrague
16. Plato de resorte
17. Caja de embrague
18. disco de acero
19. disco de ficción

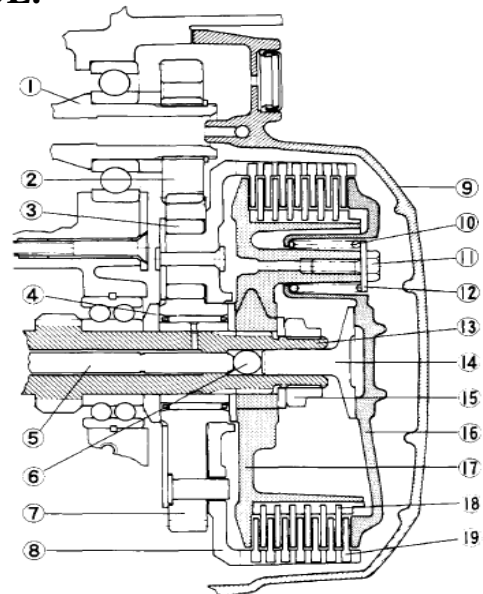
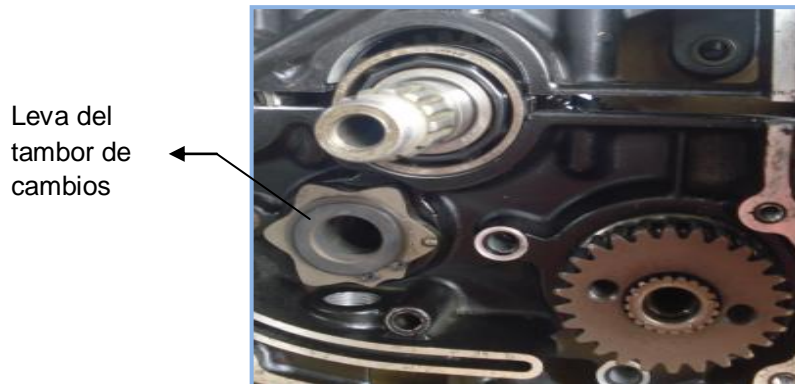


FIGURA 3.7 Partes del Embrague

FUENTE: [Manual](#) de reparación Kawasaki KZ 550.



### 3.6 EL TAMBOR DE CAMBIOS.



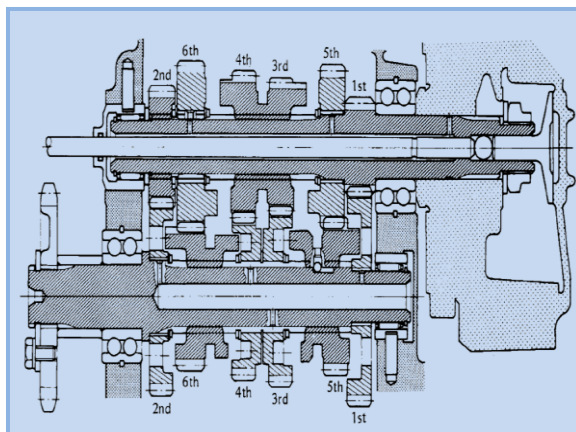
**FIGURA 3.8 Muesca de Cambios Kawasaki KZ550.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

El tambor de cambios posee una leva en el extremo opuesto a los pernos y al acoplamiento. Una muesca cargada al resorte está montada dentro del conjunto de aceite, subida sobre la leva del tambor de cambios. La muesca asegura al tambor de cambios en su posición después de que se hace un cambio de marcha, para ayudar a que la transmisión no salte fuera de la marcha.

### 3.7 OPERACIÓN DE LA TRANSMISIÓN KAWASAKI KZ 550.

La transmisión básica tiene 6 pares de mecanismos engranados constantemente en el eje de entrada y salida. Cada par de mecanismos engranados da una relación de engranaje. En cada pareja, uno de los engranajes está asegurado a su eje y siempre gira con él. El otro engranaje no está fijo a su eje y puede girar libremente sobre este.

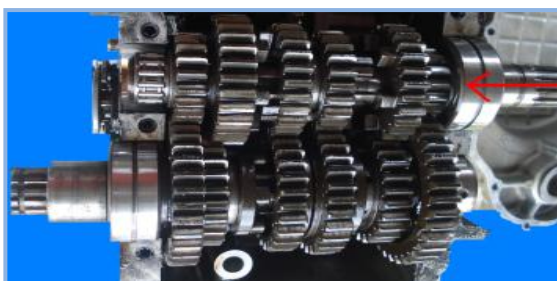


**FIGURA 3.9 Operación de la Transmisión Kawasaki KZ550.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Junto a cada engranaje de rotación libre existe un tercer engranaje que esta acanalado al mismo eje girando siempre con el. El tercer engranaje puede deslizarse de lado a lado por las ranuras del eje. El lado del engranaje deslizante y el engranaje de libre rotación tiene sistemas de acoplamiento. Cuando el engranaje deslizante se junta con el engranaje de libre rotación, los sistemas de acoplamiento de los dos engranajes se juntan, asegurando de esta manera al engranaje de libre rotación a su eje. Como ambos mecanismos engranados de entrada y de salida quedan asegurados a sus ejes, la energía es transmitida de un eje a otro a esa relación de transmisión

### **Neutro**



**FIGURA 3.10 Funcionamiento de la Caja de Cambios en Neutro**

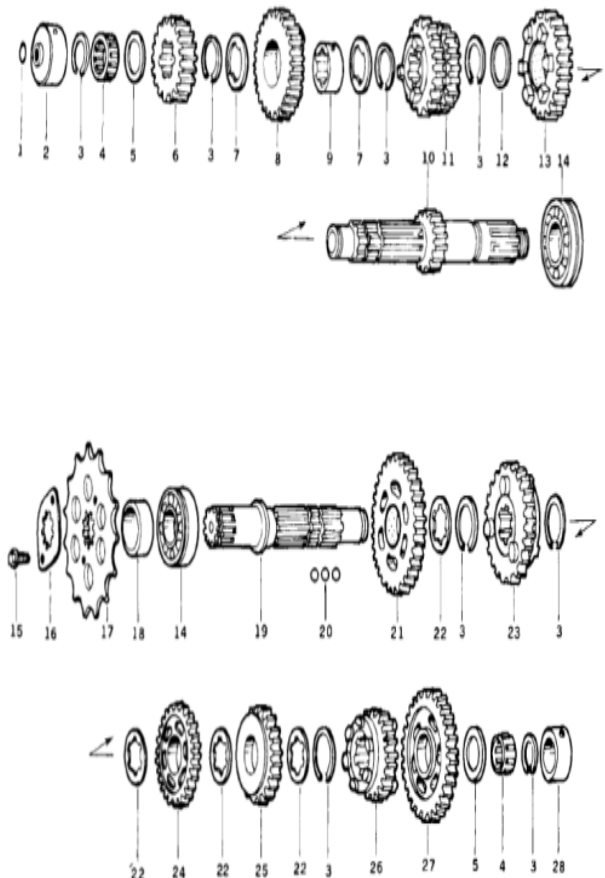
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

En el 5to engranaje existen 3 esferas de acero en el eje de salida las cuales están separadas por una distancia de 120 grados, lo cual ayuda a mantener a la transmisión que esta no salte a 2da marcha cuando el conductor desea pasar de 1ra a NEUTRO cuando la motocicleta está detenida. Siempre y cuando la motocicleta se mueva y el eje de salida este girando, las esferas son expulsadas del eje y permitirán que se cambie a 2da marcha. Cuando la motocicleta se detiene, la esfera en la parte superior cae dentro de un canal en el eje y evita que el engranaje se deslice a una posición de marchas superiores.

### 3.8 EL PROCESO DEL MONTAJE/DESMONTAJE DE LA TRANSMISIÓN.

#### 3.8.1 DESMONTAJE.

1. Aro circular
2. Pieza de Porte
3. Clip Circular
4. Porte de Agujas
5. Arandela de empuje
6. Entrada del 2do engranaje
7. Arandela Dentada
8. Entrada del 6to Engranaje
9. Bujes
10. Eje de Entrada
11. Entrada del 3er/4to Engranaje
12. Arandela de Empuje
13. Entrada del 5to Engranaje
14. Rulimán
15. Perno (2)
16. Retenedor de Piñón
17. Piñón de Motor
18. Espaciador
19. Eje de Salida
20. Esferas Neutrales (3), 5/35 pulgadas
21. Salida de 2do Engranaje
22. Arandela de Ranura
23. Salida del 6to Engranaje
24. Salida del 4to Engranaje
25. Salida del 3er Engranaje
26. Salida del 5to Engranaje
27. Salida del 1er Engranaje
28. Porte externo



**FIGURA 3.11 Engranajes de Transmisión.**

**FUENTE: Manual Kawasaki GPZ**

### **3.9 INSPECCIÓN DE LA TRANSMISIÓN.**

Daños a la transmisión o al mecanismo de cambios externo, que provoca que la transmisión suba, baje, o salte de marcha por sí misma, pueden causar daños más profundos a la transmisión y al motor. Un funcionamiento inapropiado de la transmisión o del mecanismo externo de cambios puede ser causado por lo siguiente:

1. Un acople de resorte de retorno flojo.
2. La rotura o debilitamiento del resorte de retorno o del resorte del perno de posicionamiento del tambor de cambios.
3. Rotura o debilitamiento del resorte del gatillo de cambios.
4. Un brazo de cambios dañado o avería del limitador de cambios.
5. Un perno guía del tambor de cambios flojo.
6. Separador de cambio torcidas o desgastadas.
7. Surcos de bifurcación de cambio desgastados en los engranajes D3/4, O5, y/o O6.
8. Pernos de guía de separación de cambios desgastados.
9. Surcos del tambor de cambios desgastados.
10. Cuando el perno de posicionamiento del tambor de cambios se empalma en el perno de tuerca de posicionamiento.
11. Acoples de engranaje desgastados o dañados, huecos en los acoples de engranaje y/o interrupciones en los acoples de engranaje.
12. Un embrague o una liberación de embrague funcionando mal.

### 13. Montaje mal hecho o piezas faltantes.

El ruido en la transmisión es producto del desgaste o el daño de ejes, portes, cubos de engranaje o dientes.

Luego de realizar la inspección correspondiente se encontró con que los pernos de guía de separación estaban desgastados. Por lo que se tuvo que reemplazar por unos nuevos que cumplan los parámetros de funcionamiento.

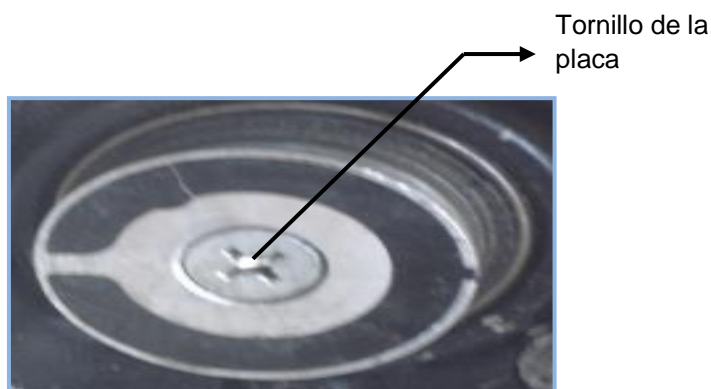
### **3.10 INSPECCIÓN DE MECANISMO DE CAMBIOS EXTERNO.**

- ✓ Inspeccionar el resorte del gatillo de cambios, gatillos de cambios, y resorte de retorno. Reemplace cualquier pieza rota o dañada.
- ✓ Medir la distancia libre que queda en el resorte de perno de posicionamiento del tambor de cambios. Si es que es más corta que la especificada en el límite de servicio, reemplace el resorte con uno nuevo.
- ✓ Revisar que el perno del resorte de retorno no esté flojo. Si es que lo está, retírelo y aplique un agente de fijación no permanente, y vuélvalo a atornillar.

### **3.11 PROCESO PARA REMOVER EL PIÑÓN.**

El piñón del motor está ubicado en el lado izquierdo del eje de entrada de la transmisión, detrás de la cubierta del piñón. Para el proceso de instalación se debe inspeccionar el piñón del motor buscando señales de desgaste. Si los dientes se encuentran desgastados se debe instalar un nuevo piñón caso contrario un piñón extenuado desgastara rápidamente una cadena nueva.

- ✓ Retirar la cubierta de piñón de motor.
- ✓ Retirar el piñón del motor
- ✓ Retirar los 7 tornillos, después remover la cubierta del acoplamiento de cambios y empaque. Afloje la cubierta golpeándola ligeramente con un martillo liviano de ser necesario.
- ✓ Para sacar las clavijas del tambor de cambios, retire el tornillo de la placa de cubierta y retire la placa.



**FIGURA 3.12 Tornillo de la Placa.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### **3.11.1 INSPECCIÓN DEL ACOPLAMIENTO DE CAMBIOS.**

1. Inspeccionar los sellos en la cubierta del acoplamiento de cambios. Reemplazar cualquier sello dañado.
2. Si la transmisión no puede cambiar de marcha, revisar que no haya algún resorte roto, gatillos gastados o dañados, pernos del tambor de cambios desgastados, resorte de retorno roto, o un perno del resorte de retorno que este roto.

3. Si la transmisión hace cambios por encima o por debajo de lo normal, buscar que no haya muescas torcidas o rotas, un resorte de muesca débil, gatillos rotos o torcidos, pernos del tambor de cambio desgastados, un resorte de retorno flojo, o un resorte de retorno torcido o extenuado.
4. Si la transmisión salta fuera de marcha, busque que no haya muescas rotas, o un resorte de muesca débil.
5. Reemplace cualquier parte desgasta, torcida o rota, incluyendo los pernos del tambor de cambios.

### **3.12 LOS EJES DE TRANSMISIÓN Y ENGRANAJES.**

#### **3.12.1 MONTAJE Y DESMONTAJE**

1. Separar las mitades del Carter del motor.
2. Cuidadosamente levantar los conjuntos de engranaje del eje de entrada y de salida. Con mucha atención note el lugar de todas las arandelas de empuje o portes en los extremos de los ejes.
3. Para desarmar los ejes de transmisión, retirar los seguros circulares con tenazas. Cuidadosamente ordene sobre la mesa todos los seguros, arandelas y engranajes en el mismo orden en que se los va retirando.

#### **3.12.2 INSPECCIÓN DE LOS EJES DE TRANSMISIÓN.**

1. Inspeccionar los portes del eje de transmisión. Buscar asperezas, sonido o movimiento excesivo. Para reemplazar los portes use un tirador de engranaje.
2. Revisar cada engranaje buscando, dientes rotos, y desgaste excesivo de los surcos de los desacoples de cambios. Se debe verificar las

especificaciones del ancho máximo de los surcos de engranaje. Cuando un engranaje es reemplazado, inspeccione cuidadosamente el engranaje coincidente en el eje opuesto. Cualquier daño tiende a afectar a ambos engranajes.

3. Revisar que el sistema de engranaje coincidente estén en buenas condiciones.
4. Revisar que los engranajes se deslicen suavemente en las ranuras del eje.



**FIGURA 3.13 Verificación de Ejes y Engranajes.**

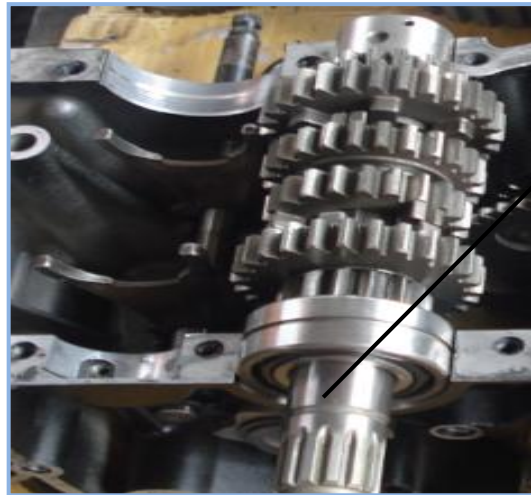
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### **3.12.3 MONTAJE/DESINSTALACIÓN.**

1. Aplicamos grasa a todas las piezas nuevas, engrase todas las partes antes del montaje.
  - ✓ Utilizar nuevos seguros circulares cuando sea posible, uno ya usado puede perder su tensión una vez que es retirado.
  - ✓ Cuando se instala seguros circulares en ejes con ranura, los posicionamos de tal manera que su abertura quede encima de un surco de ranura y no se alinee con un diente de corona como se muestra en la figura 3.14.







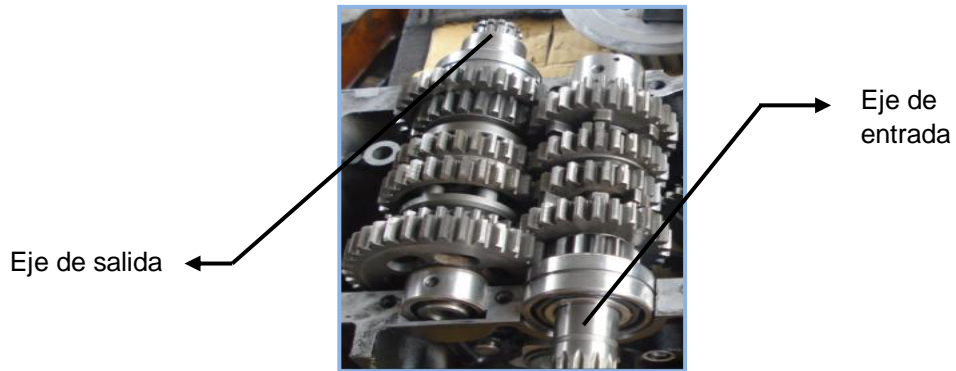
Eje de entrada.

**FIGURA 3.15 El Eje de Entrada.**

**FUENTE: Fernando Farinango- Investigador.**

3. La secuencia de montaje para el eje de salida es:

- ✓ 2do engranaje (cara plana hacia el porte), arandela, seguro circular.
- ✓ 6to engranaje (acoples hacia el 2do engrane), seguro circular, arandela de ranura, buje (cara chaflanada hacia el 6to engranaje).
- ✓ 4to engranaje (cara ensanchada hacia el 6to engranaje), arandela.
- ✓ 3er engranaje (cara plana hacia el 4to engranaje), arandela, seguro circular.
- ✓ 5to engranaje (cara cruzada hacia el 3er engranaje).
- ✓ 1er engranaje (cara plana opuesta al 5to engranaje), arandela, cojinete de agujas, seguro circular, pieza exterior.



**FIGURA 3.16 Eje de Entrada y Salida.**  
**FUENTE: Fernando Farinango- Investigador**

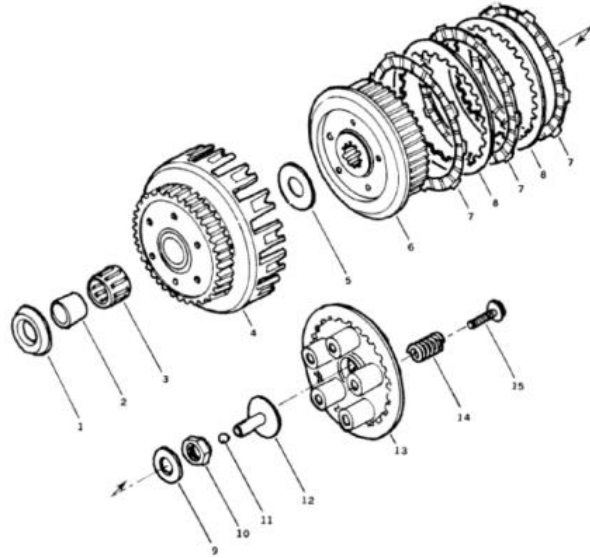
Instalar los conjuntos de engranajes en la mitad superior del Carter del motor engranando los extremos de los mecanismos de separación de cambios con las ranuras de engranaje. Rotamos los portes hasta que los pernos de pasador se asienten y asegúrese de que los sellos de alineamiento estén completamente asentados en los portes y ranuras.



**FIGURA 3.17 Caja de Cambios Asentada del Motor.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### 3.13 COMPONENTES DEL EMBRAGUE.

1. Espaciador
2. Tubo de Embrague
3. Cojinete de agujas
4. Alojamiento Exterior
5. Arandela de Empuje
6. Eje interno
7. Disco de Fricción
8. Discos de Metal
9. Washer
10. Tuerca
11. Esfera, 3/8 pulgadas
12. Barra de Empuje
13. Discos de Presión
14. Resorte (5)
15. Perno (5)



**FIGURA 3.18 El Embrague.**

**FUENTE:** [Manual](#) de reparación  
Kawasaki KZ 550.

#### 3.13.1 DESMONTAJE DEL EMBRAGUE.

- ✓ Se procedió a drenar el aceite bajo la cubierta del embrague.
- ✓ Se removió lo que es tornillos de la cubierta del embrague.
- ✓ Consecuentemente se retira la cubierta teniendo en cuenta de no dañar el empaque.
- ✓ Se procede a aflojar los 5 pernos del disco de presión embrague, esto se lo debe realizar gradual y de forma entrecruzada.



**FIGURA 3.19 Disco de Presión.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Retirar los pernos, resortes y discos de presión.
- ✓ Retirar el empujador de disco de presión y la esfera de acero que se encuentra en la parte posterior.



**FIGURA 3.20 Empujador de Disco.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Halar la barra de empuje de liberación de embrague sacándola del centro del eje de entrada de la transmisión.
- ✓ Retirar los discos de embrague del cubo.



**FIGURA 3.21 Discos de Embrague.**

**FUENTE: Fernando Farinango- Investigador.**

- ✓ Retirar la tuerca del cubo de entrada del eje de entrada.
- ✓ Retirar la arandela de resorte, cubo interno del embrague y la arandela de empuje.
- ✓ Finalmente retirar el tubo de embrague del eje de entrada, el cojinete de agujas y el espaciador.

### 3.13.2 INSPECCIÓN DE LOS DISCOS DE FRICCIÓN.

- ✓ Inspeccionar los discos de fricción buscando señales de sobrecalentamiento y olor a quemado.



**FIGURA 3.22 Los Discos de Fricción.**

**FUENTE:** Fernando Farinango- Investigador.

- ✓ Medir el espesor de cada disco de fricción. Cuando cualquier disco se encuentre desgastado se lo debe reemplazar en este caso no se encontró ningún desgaste en los discos de fricción.



**FIGURA 3.23 Medición de Discos de Fricción.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

**Tabla 12. Límites de desgaste del disco de fricción<sup>16</sup>.**

Limite del servicio	2.7 mm
---------------------	--------

- ✓ Acostar el disco de fricción en una superficie plana. Si existe alguna fisura entre cualquier parte del disco de embrague y la superficie plana se debe medir la deformidad, y si estuviera fuera de los límites especificados se debe reemplazar cualquier disco.



**FIGURA 3.24 Verificación de Cualquier Tipo de Deformación.  
FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

**Tabla 13. Límites de verificación de deformación del disco<sup>17</sup>.**

Limite de deformación de disco	0.4 mm
--------------------------------	--------

- ✓ Inspeccionar visualmente las ranuras exteriores que montan a los discos de embrague sobre el eje interno y el alojamiento externo, si las ranuras están muy desgastadas se debe reemplazar.

<sup>16</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

<sup>17</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).

- ✓ Inspeccionar los resortes de embrague. La tensión del resorte debe ser chequeada cuando el resorte esta comprimido en un probador de resorte. Se debe reemplazar todos los resortes si es que alguno ha cedido por debajo del límite.

**Tabla 14. Límite de desgaste del resorte<sup>18</sup>.**

Prueba de longitud	Limite de servicio
23.5mm	18.5 Kg.



**FIGURA 3.25 Verificación de Resorte Comprimido.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Rodar la barra de empuje del embrague sobre una superficie plana para verificar torceduras o daños. Examinamos los lados redondos de la barra de empuje. Se debe reemplazar si se encuentra torcida o dañada.
- ✓ Examinar el alojamiento de embrague y engranaje circular se debe buscar desgaste excesivo o remaches flojos. Si su condición es mala debemos reemplazar el alojamiento debido a que un fallo de embrague en RPM elevadas puede causar un costoso daño al motor.

<sup>18</sup> Manual de reparación Kawasaki KZ 550-GPZ (1985).



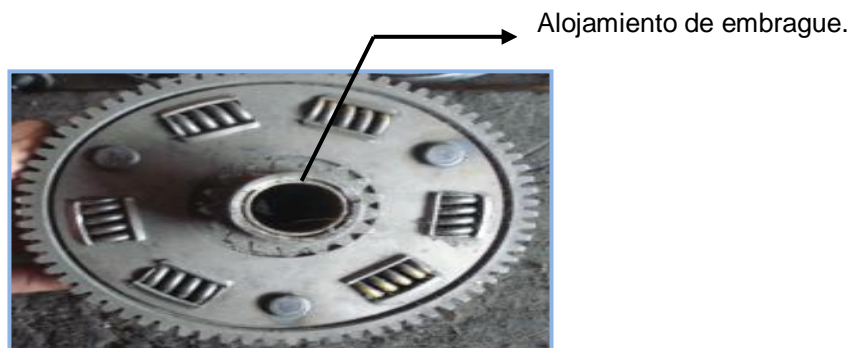
- ✓ Chequear el cojinete del eje de embrague, espaciadores y las arandelas de empuje. Se debe reemplazar cualquier pieza que presente algún tipo de fisura, desgastada o excesivamente floja.



**FIGURA 3.26 Verificación del Cojinete del Eje del Embrague.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Medir el diámetro interior (DI) del alojamiento de embrague con un calibrador. Si el diámetro interior es mayor que el límite, se debe reemplazar.



**FIGURA 3.27 Verificación del Alojamiento del Embrague.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

- ✓ Medir el diámetro exterior (DE) de la manga de embrague con un calibrador. Si el diámetro exterior del tubo de embrague es inferior al límite especificado, se debe instalar un nuevo tubo de embrague.

### 3.13.3 PRECAUCIONES Y PROBLEMAS DEL EMBRAGUE.

Las placas de fricción del embrague están bañadas en el mismo aceite que se usa para el motor. No usar aditivos de aceite porque pueden causar que el embrague se resbale.



**FIGURA 3.28 Embrague Instalado en el Motor.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Un embrague que no se embraga correctamente causara dificultad en los cambios y posible-mente un daño en la transmisión. De otra manera un embrague que resbala reducirá el eficiente poder de la transmisión y puede recalentarse y quemarse. Un embrague que no se usa correctamente puede causar:

1. Excesivo juego de la palanca de embrague.
2. los discos del embrague que son flexionados o demasiado duros.
3. desigual tensión de los resortes del embrague.
4. Deterioro del aceite del motor.
5. Viscosidad muy alta del aceite de motor.
6. Aceite de motor demasiado alto.
7. el embrague que almacena congelado sobre el árbol del motor.

8. Liberación del mecanismo de un embrague defectuoso. Para sacar las clavijas del tambor de cambios, retire el tornillo de la placa de cubierta y retire la placa. La placa estaba rota y se tuvo que hacer una nueva en un torno de medidas originales de diámetro 3 cm.
9. Alojamiento desigual de la caja de de embrague.
10. Partes omitidas.

Durante el proceso de montaje y desmontaje hubo un embrague defectuoso eso se debe a la falta de presión en la cuba de discos de embrague lo cual se soluciono incrementando un disco de presión adicional.

Embrague resbaloso puede ser causado por:

1. No existe juego de palancas del embrague.
2. Fricción de los platos.
3. Resortes de embrague débiles.
4. El cable del embrague no resbala suavemente.
5. Mecanismo bajo en un embrague defectuoso.
6. Alojamiento desigual de la caja de de embrague.

El sonido en el embrague puede ser causado por:

1. demasiado contragolpe entre el engranaje del eje secundario y el engranaje de embrague.
2. Dientes del engranaje dañados.

3. demasiado clearance entre el roce del plato y la caja de alojamiento del embrague.
4. Cojinetes dañados.
5. Caucho de apagado muy débil o dañado.
6. chips metálicas atestadas en el alojamiento que almacena los dientes de engranaje.

#### **3.13.4 MONTAJE DEL EMBRAGUE.**

- ✓ Instalar el espaciador de eje entrada con el lado plano hacia afuera e instalar el tubo de embrague.
- ✓ Instalar el cojinete de agujas.
- ✓ Instalar el alojamiento externo y la arandela de Empuje.
- ✓ Instalar el cubo interno de embrague con su respectiva arandela.
- ✓ Usar una nueva tuerca de fijación para el cubo de embrague si es posible.
- ✓ Instalar la barra de empuje de liberación de embrague a través del centro de eje de entrada de la transmisión.
- ✓ Aplicar grasa a la esfera de acero y al final del empuje del disco de presión.
- ✓ Instalar los discos de embrague teniendo en cuenta: disco de fricción, disco metálico, etc., empezando y terminando con un disco de fricción. Debemos tener cuidado de alinear las pestañas de disco cuidadosamente con los dientes de alojamiento. Si se esta instalando

discos nuevos y secos, se debe mojar primero en aceite para prevenir aferramiento de embrague.

- ✓ Instalar el disco de presión, alinear las ranuras del cubo de embrague. Instalamos 5 resortes y tuercas, ajustar los pernos gradualmente de forma entrecruzada.
- ✓ Finalmente instalar los tornillos de la cubierta.

### 3.14 ACOPLAMIENTO DE CAMBIOS A LA TRANSMISIÓN DEL MOTOR KAWASAKI KZ550.

1. Seguro circular
2. Cojinete de agujas
3. Tornillo
4. Disco de Tuerca
5. Pernos de Trinquete
6. Tambor de Cambios
7. Bincha
8. Separador de Cambios
9. Perno de pasador
10. Muesca de Leva
11. Perno de pasador
12. Seguro circular
13. Perno Guía
14. Placa de Cierre
15. Perno de Muesca
16. Resorte
17. Embolo de Muesca
18. Clip circular
19. Barra de Cambios
20. Separador de Cambios
21. Separador de Cambios
22. Acoplamiento de Cambios
23. Resorte de Acople
24. Resorte de Retorno
25. Perno del Resorte de Retorno

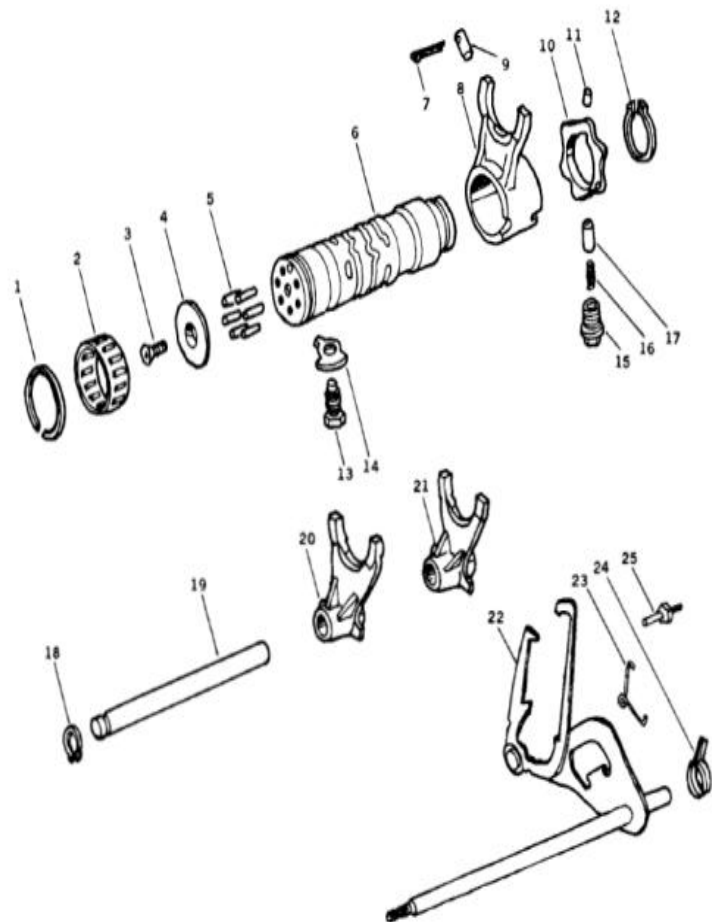
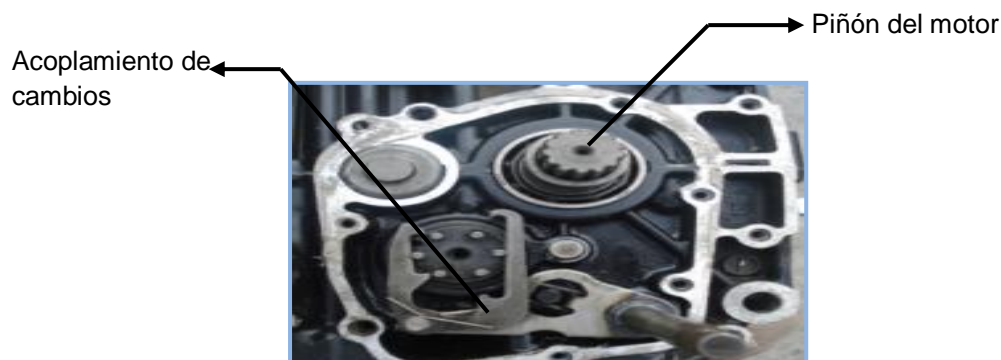


FIGURA 3.29 Acoplamiento de Cambios y Tambor.

FUENTE: Manual de reparación Kawasaki KZ 550.

El pedal de cambios está montado sobre el final del eje de cambios. Al otro lado del eje está un brazo de cambios y un limitador de cambios bajo el brazo. Los gatillos del brazo de cambios reposan sobre clavijas al final del tambor de cambios. Cuando el eje de cambios rota, los gatillos se hacen de las clavijas rotando el tambor de cambios. Los ganchos del limitador de cambios impiden que el tambor de cambios mueva más de un engranaje a la vez. Los dos soportes del resorte de retorno en el eje de cambios reposan sobre un pin central estacionario. Cuando el pedal de cambio es liberado, el resorte de retorno devuelve al eje de cambios a su posición central.

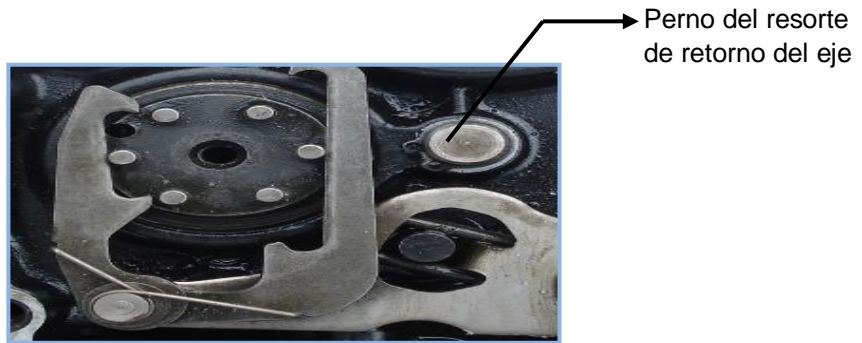


**FIGURA 3.30 Sistema de Acoplamiento de Cambios.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### **3.14.1 INSTALACIÓN DE ACOPLAMIENTO DE CAMBIOS.**

1. Verificar que los pernos del trinquete del tambor de cambios estén en buenas condiciones.
2. Revisar que el perno del resorte de retorno del eje de cambios este ajustado. Si esta flojo lo retiramos, aplicamos un agente de fijación y lo ajustamos con firmeza.



**FIGURA 3.31 Verificación de Acoplamiento de Cambios.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

3. Chequear que el resorte de retorno y los resortes de acople estén en su lugar sobre el acoplamiento de cambios, luego se debe ir separando los gatillos del acoplamiento de cambios mientras instala el acoplamiento en el Carter del motor, juntando los gatillos con el tambor de cambios.
4. Chequear que el resorte de retorno este posicionado correctamente sobre el perno.
5. Chequear que los pernos de pasador de la cubierta del acoplamiento estén en su lugar e instale la cubierta y su empaque. Instalamos los 7 tornillos.
6. Instalar el pin del indicador neutral.
7. Instalar el piñón del motor.
8. Finalmente colocar la cubierta del piñón del motor.

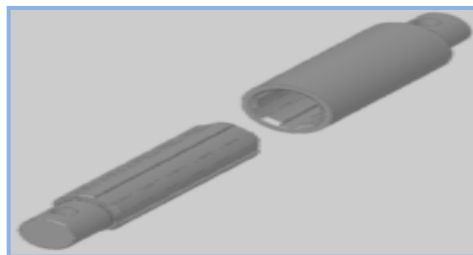
## **IV CAPÍTULO. ANÁLISIS, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL TREN DE POTENCIA AL CHASIS DEL PROTOTIPO.**

### **4.1 EJE DE POTENCIA.**

En el proceso de transmisión de potencia a una velocidad de rotación dada, el eje queda sujeto a un momento torsional (o torque) en forma inherente. En consecuencia, se produce un esfuerzo cortante torsional en el eje. También, un eje suele sostener elementos que transmiten potencia, como los engranes, las poleas para bandas o las catalina para cadenas, los cuales ejercen fuerzas sobre el eje en dirección transversal (es decir perpendicular al eje) Esas fuerzas transversales causan momentos flexionantes dentro del eje, por lo que requieren un análisis del esfuerzo debido a la flexión.

La geometría de un eje esta muy influida por elementos acoplados como los cojinetes, los acoplamientos, los engranajes, las catalinas u otros elementos de transmisión de potencia<sup>19</sup>.

### **4.2 EJES ESTRIADOS.**



**FIGURA 4.1 Transmisión por ejes estriados.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

---

<sup>19</sup> MOTT, Robert (1992), "Diseño De Elementos De Máquina", Prince Hall, México



Se denominan ejes estriados (splined shaft) a los ejes que se les mecanizan unas ranuras en la zona que tiene para acoplarse con un engranaje u otros componentes para dar mayor rigidez al acoplamiento que la que produce un simple chavetero. Estos ejes estriados no son en si un engranaje pero la forma de mecanizarlos es similar a la que se utilizan para mecanizar engranajes y por eso forman parte de este artículo. Los ejes estriados se acoplan a los agujeros de engranajes u otros componentes que han sido mecanizados en la fresadora para que el acoplamiento sea adecuado. Este sistema de fijación es muy robusto.

### **4.3 DISEÑO Y SELECCIÓN DEL EJE.**

El procedimiento general para el diseño de ejes y árboles de transmisión consiste en definir los parámetros de velocidad de giro y potencia de transmisión necesaria

#### **4.3.1 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL EJE.**

Designación de los elementos que irán montados sobre el eje para la transmisión de potencia deseada a los distintos elementos a los que se deba realizar tal transmisión. En este caso se tomará en cuenta elementos mecánicos tales como catalina, discos de frenos, bridas y finalmente las ruedas.

Designación del sistema de fijación de cada uno de estos elementos al eje. Precisar la posición de los cojinetes/rodamientos de soporte del eje.

Determinación de los esfuerzos sobre los distintos elementos que van montados sobre el eje.

- ✓ Cálculo de las reacciones sobre los soportes.
- ✓ Cálculo de las solicitaciones en cualquier sección.
- ✓ Selección del material del eje, y de su acabado.

- ✓ Comprobación de las deformaciones.

#### **4.3.2 PREVENCIÓNES DURANTE EL DISEÑO**

Se evitarán en la medida de lo posible las concentraciones de tensiones, en puntos críticos de los elementos mecánicos.

Los ejes han de ser tan cortos como sea posible para evitar sollicitaciones de flexión elevadas. Con la misma finalidad, los cojinetes y rodamientos de soporte se dispondrán lo más cerca posible de las cargas más elevadas.

La rigidez del eje, tanto a torsión como a flexión, debe asegurar el correcto funcionamiento de los elementos que van montados sobre él. Para ello debe atenderse a las especificaciones técnicas de los catálogos comerciales de dichos componentes.

#### **4.4 TIPOS DE ENGRANAJES.**

Los engranajes son sistemas mecánicos que transmiten el movimiento de rotación desde un eje hasta otro mediante el contacto sucesivo de pequeñas levas denominadas dientes. Los dientes de una rueda dentada pueden ser cilíndricos o helicoidales.

##### **4.4.1 LOS ENGRANAJES CILÍNDRICOS RECTOS.**

Poseen dientes paralelos al eje de rotación de la rueda y pueden transmitir potencia solamente entre ejes paralelos.

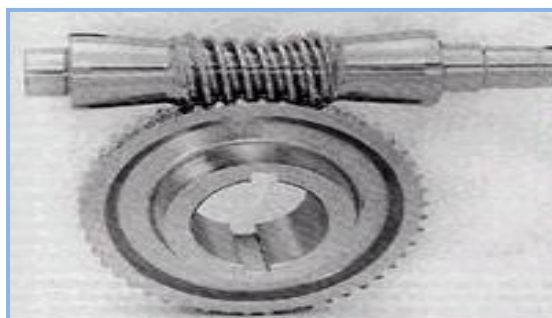


**FIGURA 4.2 Engranajes Cilíndricos Rectos.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

De las dos ruedas dentadas que componen el engranaje básico, la más pequeña recibe el nombre de piñón, mientras que la de mayor diámetro recibe el nombre genérico de rueda.

#### **4.4.2 CARACTERÍSTICAS COJINETES.**

Los rodamientos son piezas de acero aleado con cromo, manganeso y molibdeno, para facilitar la ejecución de rigurosos tratamientos térmicos y obtener piezas de gran resistencia al desgaste y a la fatiga. En la selección de los materiales, deben tomarse en consideración las temperaturas de operación y una adecuada resistencia a la corrosión.



**FIGURA 4.3 Rodamiento.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Otra característica de los rodamientos es la exactitud de sus dimensiones cada parte de tener tolerancias muy estrechas para un satisfactorio funcionamiento del conjunto. Existen rodamientos de muy variados tipos para adecuarse a las diversas aplicaciones, es muy importante escoger el rodamiento preciso, tomando la decisión en base a criterios tales como: costo, facilidad de montaje, vida útil, dimensiones generales, simpleza del conjunto, disponibilidad de repuestos y tipo de lubricación<sup>20</sup>.

Básicamente hay tres formas de clasificar los rodamientos:

✓ Según la dirección de la carga que mejor soportan:

### **1. Rodamientos Radiales.**

Son aquellos que están diseñados para resistir cargas en dirección perpendicular al eje.

### **2. Rodamientos Axiales.**

Son aquellos que están diseñados para resistir cargas en la misma dirección del eje.

### **3. Rodamientos de Contacto Angular.**

Son una mezcla de los casos anteriores, se basan en un rodamiento similar al radial con un diseño especial de los aros exterior e interior para soportar cargas axiales mayores que un rodamiento radial simple

---

<sup>20</sup> Fuente: Catálogo General SKF

#### **4. Rodamientos Rígidos.**

Son aquellos que no aceptan desalineamientos del eje. Ante un desalineamiento se generan cargas que pueden dañar definitivamente el rodamiento.

#### **4.5 COJINETES PARA CARGAS RADIALES.**

##### **4.5.1 RODAMIENTOS RADIALES UTILIZADOS PARA EL PROTOTIPO.**

Son aquellos que están diseñados para resistir cargas en dirección perpendicular al eje. Constan en forma general de tres piezas: Un aro exterior, un aro interior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo o jaula. Por ejemplo, las ruedas de un automóvil se apoyan en el suelo y reciben la carga en el eje, de esta forma los rodamientos de las ruedas trabajan bajo carga radial.



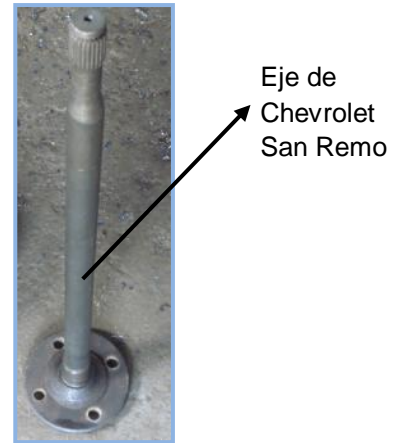
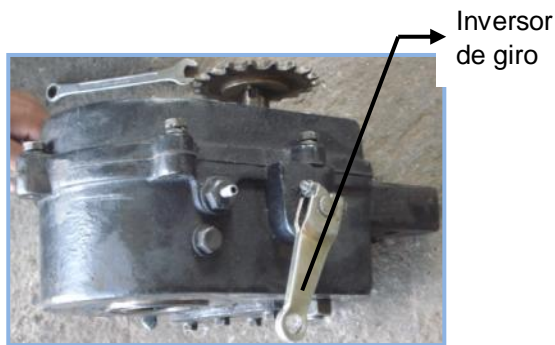
**FIGURA 4.4 Tipos de Rodamientos Utilizados para el Buggy.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

#### **4.6 PRUEBAS PREVIAS AL DISEÑO DEL PROTOTIPO.**

Se encontraron dificultades para la elaboración del eje de potencia por lo que se utilizaron otros recursos de resistencia y materiales distintos. A continuación se detalla observaciones que surgieron en las pruebas.

Para la elaboración del eje de Potencia se trato de añadir un inversor de giro adaptado con los ejes del vehículo San Remo.



**FIGURA. 4.5 Grafica de Inversos de Giro.**  
**FUENTE: Fernando Farinango.**

**FIGURA. 4.6 Eje de Chevrolet San Remo.**  
**FUENTE: Fernando Farinango**

Pero al momento de despiece del inversor de giro se encontró con piñones rotos lo cual se tuvo como conclusión que ese inversor de giro no estaba diseñado para soportar mucho torque del motor. Y se necesitaba un inversor de giro que sea capaz de soportar el alto torque del motor que genera la Kawasaki KZ 550, además en el reglamento de la Formula Automovilística Universitaria descarta cualquier tipo de diferencial o inversor de giro.



**FIGURA. 4.7 Despiece del inversor de giro.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

En la siguiente grafica podemos observar los altos grados de desgaste del eje por la fricción adquirida.

Ejes desgastados



**FIGURA. 4.8 Eje en mal estado.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Aquí tenemos el inversor de giro despiezado completamente y observamos su desgaste por lo cual se tuvo que optar por el sistema de transmisión de Eje rígido.



**FIGURA. 4.9 Piñones desgastados y rotos.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

## 4.7 CÁLCULOS PREVIOS A LA ELABORACIÓN DEL EJE DE POTENCIA.

Diseño del Eje

Material Utilizado.-

ASTM 4140

Debido a que es un material utilizado para la fabricación de piezas automotrices tales como cigüeñales, flechas, para eje trasero.

Su análisis químico es el siguiente.

C	0.40
Si	0.23
Mn	0.88
Cr	0.95
Mo	0.20

Propiedades

- Resistencia a la tensión (Su)	95 ksi (655MPa)
- Resistencia de Fluencia (Sy)	30 ksi (207MPa)
- Ductibilidad	26 (Porcentaje de Elongación en 2 plg.)
- Dureza Brinell	197 HB

$S_u = 95\ 000\ \text{psi}$

$S_y = 30\ 000\ \text{psi}$

Análisis de la Catalina

Donde:

Fc = Fuerza de la Cadena

TA = Par torsional que ejerce el motor sobre el piñón.

TB = Par torsional de reacción que ejerce el eje sobre la catalina.



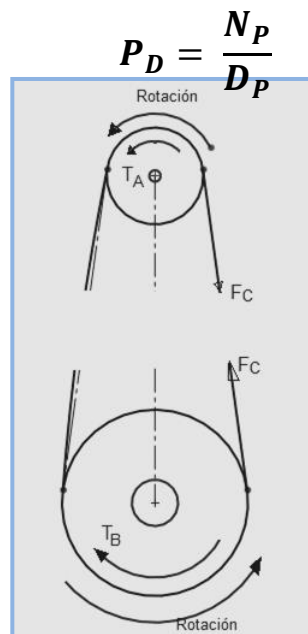
$\emptyset$  = Angulo de inclinación lado flojo de la cadena =  $20^\circ$

$D_A, D_B$  = Diámetro de Paso.

$P_d$  = Paso Diametral Catalina = 4 dientes / pulg.

$N_p$  = Número de Dientes

$$F_c = \frac{T_A}{D_A/2} = \frac{T_B}{D_B/2}$$



Diámetro Paso Piñón

$$D_P = \frac{N_P}{P_D} = \frac{16 \text{ dientes}}{5 \text{ dientes/plg}} = 3.2 \text{ pulg.} = D_A$$

Diámetro Paso Catalina

$$D_P = \frac{N_P}{P_D} = \frac{42 \text{ dientes}}{5 \text{ dientes/plg}} = 8.5 \text{ pulg.} = D_B$$

Fuerza en la Cadena

$T_A = 4.9 \text{ kg-m} = 424.4 \text{ lb-plg.}$

$$F_c = \frac{T_A}{D_A/2} = \frac{424.4 \text{ lb} - \text{plg.}}{3.2/2} = 265.25 \text{ lb}$$

$$F_c = \frac{T_B}{D_B/2} = \text{Fuerza en la catalina}$$

$$T_B = F_c \times \frac{D_B}{2} = 1127.3125 \text{ lb pulg. Par torsional en la catalina}$$

✓ Fuerzas sobre la catalina.

$$F_C = 265.25 \text{ lb}$$

$$F_{Cx} = F_C \sin(20^\circ) = 265.25 \sin(20^\circ) = 90.72 \text{ lb}$$

$$F_{Cy} = F_C \cos(20^\circ) = 265.25 \cos(20^\circ) = 249.25 \text{ lb}$$

✓ Fuerzas sobre la rueda.

$$\text{Fuerza en la Catalina} = 265.25 \text{ lb}$$

$$\text{Diámetro total de la Rueda} = 27.5 \text{ pulg.}$$

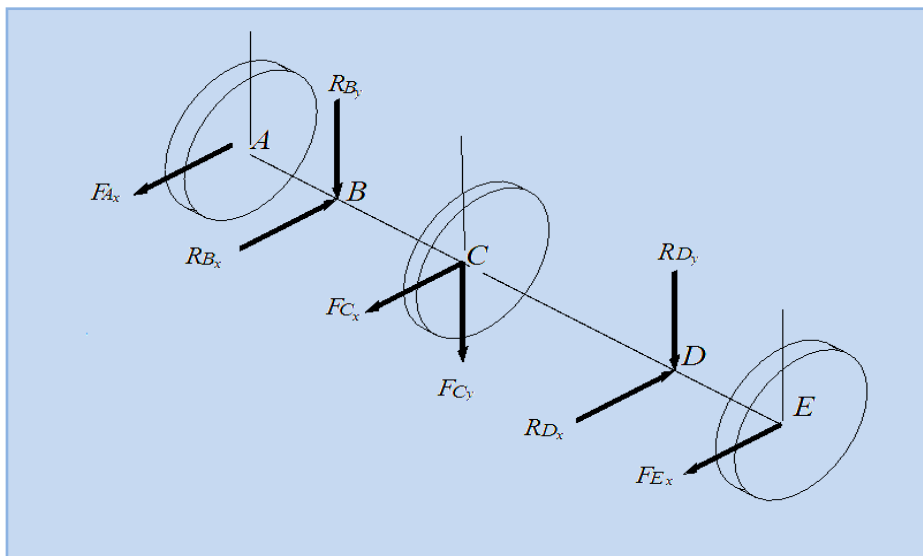
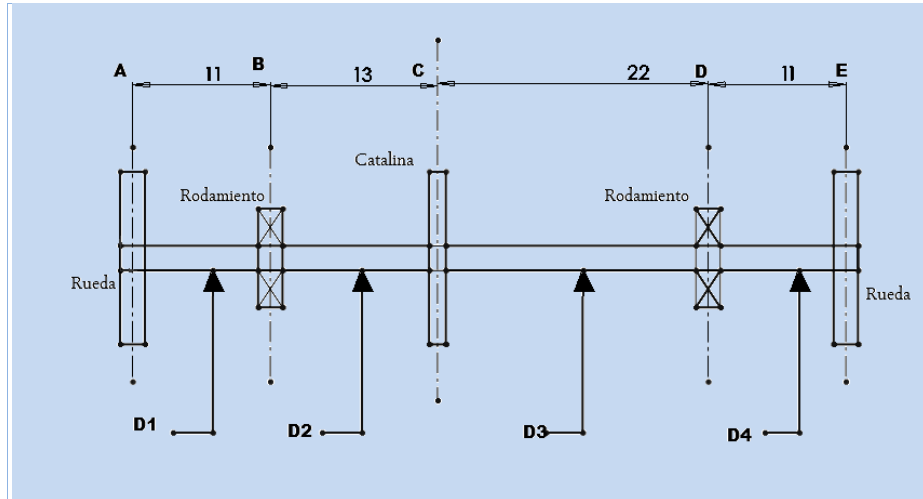
$$T_B = F_c \times \frac{D_B}{2} = 265.25 \times \frac{27.5}{2} = 3647.18 \text{ lb pulg.}$$

Donde dicho valor es el torque total en las ruedas, por lo tanto el valor en cada rueda será de 1823.6 lb- pulg.

$$F_R = \frac{T_B}{D_R/2} = \frac{1823.6}{27.5/2} = 132.62 \text{ lb} = \text{Fuerza en la rueda}$$

$$F_{Rx} = 132.62 \text{ lb}$$

$$F_{Ry} = 0 \text{ lb}$$



Resumiendo y utilizando las abreviaturas del gráfico anterior en cada punto tenemos:

Punto A (llanta)

$$F_{Ax} = 132.62 \text{ lb}$$

TA= 1823.6 lb- pulg.

Punto B (rodamiento)

RBx

RBy

Por determinarse

Punto C (Catalina)

$$F_{Cx} = 90.72 \text{ lb}$$

$$F_{Cy} = 249.25 \text{ lb}$$

$$TC = 1127.3125 \text{ lb pulg}$$

Punto D (Rodamiento)

RDx

RDy

Por determinarse

Punto E (Llanta)

$$F_{Ex} = 132.62 \text{ lb}$$

$$TE = 1823.6 \text{ lb-pulg.}$$

✓ Reacciones en los Rodamientos

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_{Ax} - R_{Bx} + F_{Cx} - R_{Dx} + F_{Ex} = 0$$

$$132.62 \text{ lb} - R_{Bx} + 90.72 \text{ lb} - R_{Dx} + 132.62 \text{ lb} = 0$$

$$R_{Bx} + R_{Dx} = 355.96 \text{ lb}$$

$$\Sigma M_{Bx} = 0$$

$$(132.62 \text{ lb})(11 \text{ pulg}) - (96.72 \text{ lb})(13 \text{ pulg}) + R_{Dx}(35 \text{ pulg}) - (132.62 \text{ lb})(46 \text{ pulg}) = 0$$

$$1458.82 - 1179.36 + 35 R_{Dx} - 6100.52 = 0$$

$$R_{Dx} = 166.316 \text{ lb}$$

$$R_{Bx} = 189.64 \text{ lb}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-R_{By} + F_{Cy} - R_{Dy} = 0$$

$$-R_{Bx} + 249.25 \text{ lb} - R_{Dx} \text{ lb} = 0$$

$$R_{Bx} + R_{Dx} = 249.25 \text{ lb}$$

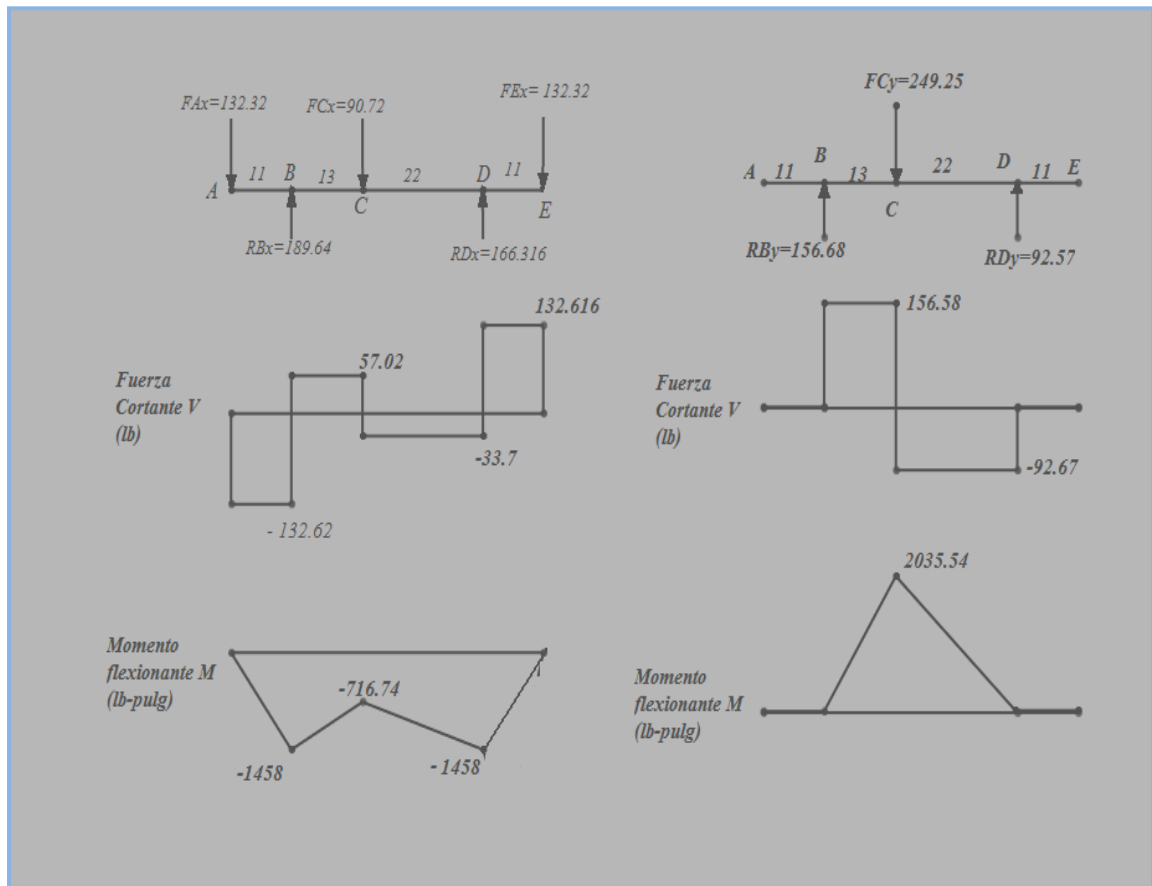
$$\Sigma M_{By} = 0$$

$$- (249.25 \text{ lb})(13 \text{ pulg}) + R_{Dy}(35 \text{ pulg}) = 0$$

$$- 3240.25 + 35 R_{Dy} = 0$$

$$R_{Dy} = 92.57 \text{ lb}$$

$$R_{By} = 156.68 \text{ lb}$$



$$M_B = \sqrt{M_{Bx}^2 + M_{By}^2} = \sqrt{-1458^2} = 1458 \text{ lb-pulg}$$

$$M_C = \sqrt{M_{Cx}^2 + M_{Cy}^2} = \sqrt{-716.74^2 + 2035^2} = 2157.53 \text{ lb-pulg}$$

$$M_D = \sqrt{M_{Dx}^2 + M_{Dy}^2} = \sqrt{-1458^2} = 1458 \text{ lb-pulg}$$

✓ Diseño del Eje

$S_n = 30\,000$  psi

CR= 0.81

Cs= 0.85

N= 2 factor de confiabilidad

$$S_n'' = S_n C_s C_R = 30000 \times 0.85 \times 0.81 = 20650 \text{ psi}$$

Punto A

Par= 1823.6 lb- pulg.

Momento de Flexión= 0

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{S_n''}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{1/3}$$

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4}\left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4}\left(\frac{1823.6}{30000}\right)^2} \right]^{1/3} = \mathbf{1.0235 \text{ pulg.}}$$

Punto B

Momento de Flexión = 1458 lb-pulg

Kt= 2

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{S_n''}\right)^2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2(1458)}{20650}\right)^2} \right]^{1/3} = \mathbf{1.422 \text{ pulg}}$$

Punto C

Par= 1127.3125 lb pulg

Momento de Flexión= 2157.53 lb – pulg

Kt = 3

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{S_n}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{3(2157.53)}{20650}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{1127.3125}{30000}\right)^2} \right]^{1/3}$$

D= 1.35 pulg

Punto D

Momento de Flexión = 1458 lb-pulg

Kt= 2

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{S_n}\right)^2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\left(\frac{2(1458)}{20650}\right)^2} \right]^{1/3} = \mathbf{1.422 \text{ pulg}}$$

Punto E

Par= 1823.6 lb- pulg.

Momento de Flexión= 0

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{S_n}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{1/3}$$

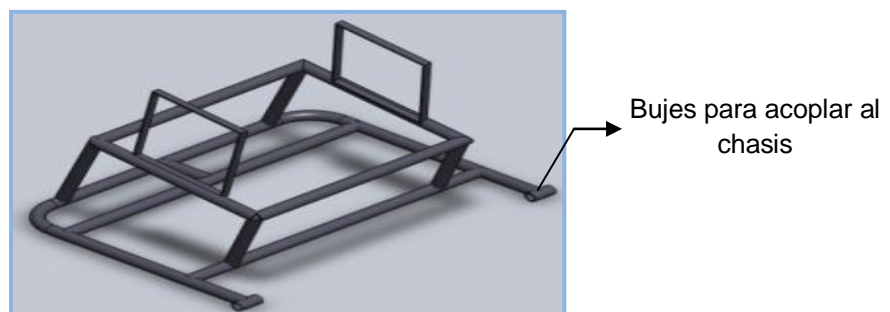
$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left( \frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{1/3} = \left[ \frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left( \frac{1823.6}{30000} \right)^2} \right]^{1/3} = 1.0235 \text{ pulg.}$$

- ✓ **Nota.** Con motivo de simplificar la construcción del eje se realizó un promedio de todos estos diámetros para luego elegir rodamientos de 1.50 pulg con lo cual se aumenta la confiabilidad del eje, ya que el máximo valor fue de 1.422 pulg.

#### 4.8 EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL TREN DE POTENCIA DEL PROTOTIPO.

Se diseñó el bastidor para el motor el cual se realizó en el programa de elementos finitos Solid Works.

Este bastidor fue diseñado en función a las medidas y peso del motor para que no tenga ningún problema en la adaptación al chasis del prototipo en construcción como se muestra en la siguiente figura 4.10.



**FIGURA. 4.10** Diseño del Bastidor.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Utilizando tubo de 1 pulgadas de diámetro se procede a la elaboración del Bastidor. Como siguiente paso se acopló el motor en el bastidor para tener un solo conjunto motor y bastidor como se muestra en la figura 4.11.





**FIGURA. 4.11 El bastidor Completo.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

#### **4.8.1 CONSTRUCCIÓN DEL EJE DE POTENCIA.**

Para la elaboración del eje de potencia se utilizo en eje de 1.50 cm de largo por 35mm de diámetro compuesto de (acero de transmisión) el cual se efectúo un estriado en los extremos para añadir las bridas o manzanas que sujeten al aro de la llanta respectivamente. Como se muestra en la figura 4.12.



**FIGURA. 4.12 Eje de Potencia.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Para sujetar el eje de potencia con los aros de la llanta utilizamos 2 manzanas de un Chevrolet San Remo y las colocamos en los extremos del eje después de realizar su respectivo estriado para este tipo de manzanas.



Tuerca de seguridad  
Para las Bidas

**FIGURA. 4.13 Bidas de Sujeción de la Rueda.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

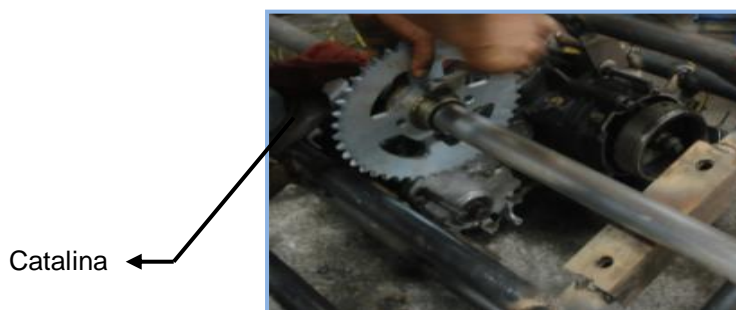
Se procede a colocar 3 bridas en el interior del eje la primera tiene como función sujetar la catalina y las otras dos para sujetar los discos de freno adaptados.



Brida

**FIGURA. 4.14 Bidas de Sujeción del freno.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

La función de la catalina es transmitir la potencia del piñón motriz al eje de potencia por medio de una cadena de transmisión. La catalina que se utilizó es de una motocicleta Honda RFVC 600 enduro con 42 piñones.



Catalina

**FIGURA. 4.15 Bidas de Sujeción de la Catalina.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Seguidamente se implemento 2 chumaceras en el interior del eje las cuales sujetaran al eje de potencia con el bastidor. Se tiene en cuenta que estas chumaceras deben permanecer lubricadas para su optimo funcionamiento las chumaceras son fabricadas con acero moldeado, hierro colado o acero colado, con orificios o ranuras para su fijación durante el ensamblado, en cuyo momento se ajusta el alineamiento de la chumacera.



**FIGURA. 4.16 Chumaceras.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Una vez que se tiene todos los elementos mecánicos en el interior y ubicados en la posición que se diseño se procede a su respectiva fijación.



**FIGURA. 4.17 Fijación de Elementos Mecánicos.**

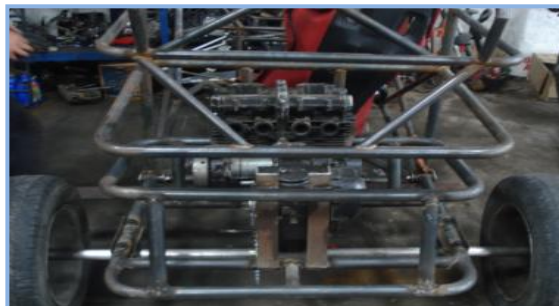
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Se observa el sistema compacto Bastidor – Eje de potencia para el prototipo en construcción.



**FIGURA. 4.18 Bastidor y Eje de Potencia.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Después de fijar el eje de potencia al bastidor se procede a unir con el chasis del prototipo en ejecución.



**FIGURA. 4.19 Adaptación del Bastidor al Chasis del Prototipo.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

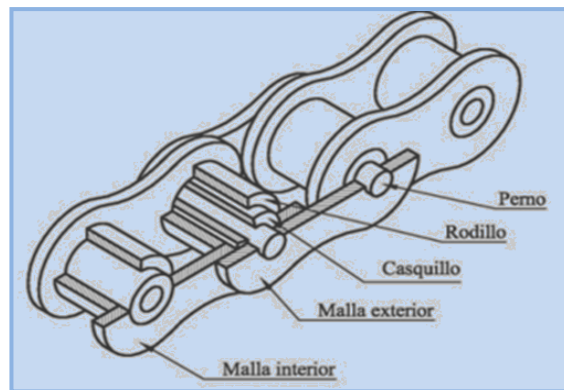
#### **4.8.2 TRANSMISIÓN POR CADENA.**

Las características básicas de las transmisiones por cadena son una relación de velocidad constante (puesto que no hay deslizamiento ni distensión), larga duración o vida útil, y la aptitud de impulsar varios ejes desde una misma fuente de potencia.

Una cadena es un sistema formado por un número elevado de piezas iguales, denominados eslabones, conectados entre sí por articulaciones. Las

cadenas se emplean, junto con dos o más piñones dentados, para constituir un sistema de transmisión entre ejes, denominado transmisión por cadena. El material más habitual para las cadenas es el acero, aunque también existen cadenas de material plástico.

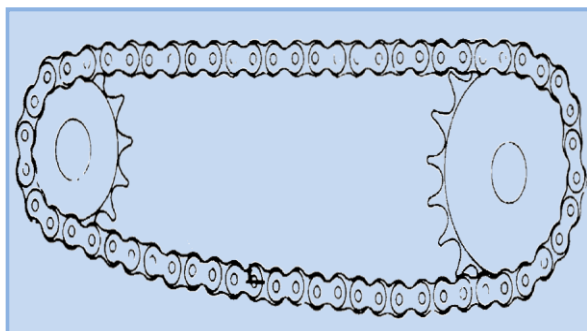
Las figuras muestran una foto y una imagen de un tramo de una cadena de rodillos, las más habituales, observándose las partes que lo componen.



**FIGURA. 4.20 Tramo de Cadena.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

#### **4.8.2.1 Piñón de Cadena.**

Un piñón de cadena es una rueda dentada en la que engrana una cadena, configurando, con otro piñón o rueda dentada, una transmisión por cadena. El número de dientes mínimo en un piñón se recomienda que no sea inferior a 17 si se quiere conseguir una buena uniformidad en la velocidad lineal de la cadena, debido al efecto de variación cordal de la velocidad. La imagen muestra un piñón de cadena, similar al utilizado en la transmisión de potencia en el buggy.



**FIGURA. 4.21 Piñón de la Motocicleta Kawasaki KZ550.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Para conseguir la transmisión del piñón motriz al eje de Potencia Fijo utilizamos una cadena con lo que conseguimos la transmisión total.

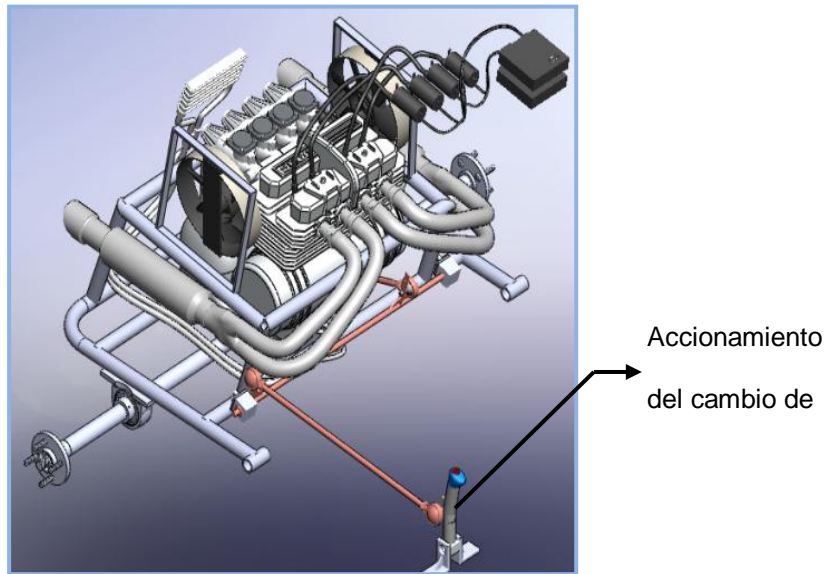


**FIGURA. 4.22 Transmisión por Cadena.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

#### **4.9 DISEÑO DEL MECANISMO DE CAMBIOS DE MARCHA.**

Todo este conjunto de eslabones están diseñados para que el piloto pueda seleccionar la marcha que desee de manera segura, cómoda y efectiva. Para comenzar la elaboración del sistema de cambio de marchas primeramente se diseño en el programa Solid Works para verificar de qué manera queda mejor ubicada y no tenga inconvenientes con los otros sistemas del prototipo como se muestra en la siguiente figura.



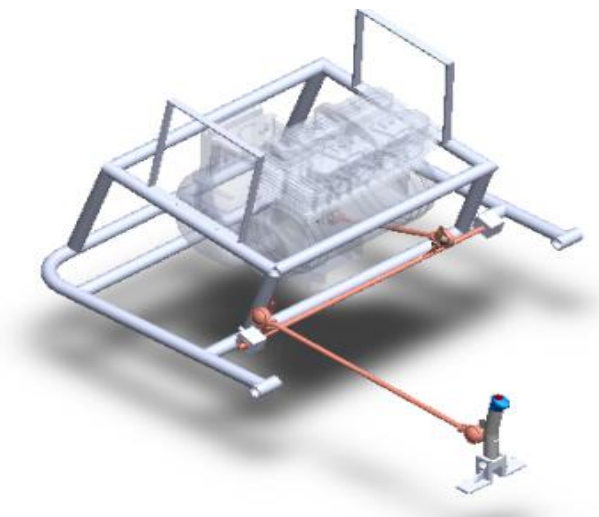
**FIGURA. 4.23** Diseño de Motor Completo.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Se procede a construir el sistema de accionamiento de cambios para lo cual se utilizo 4 terminales de dirección de cuadrón 250 cc con sus respectivas barras de acero de transmisión de ½ pulgada y tuercas de seguridad.



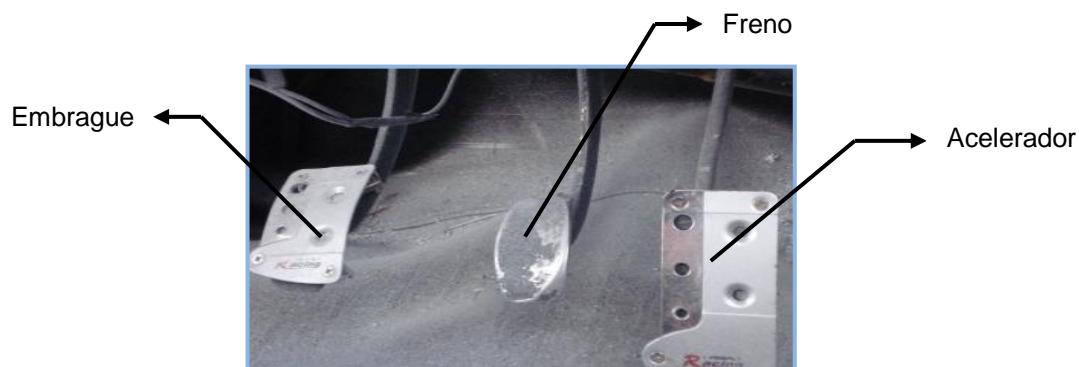
**FIGURA. 4.24** Terminal de la Dirección.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Con un equipo de soldadura adecuado se procede a elaborar el sistema de accionamiento de acuerdo a los parámetros del diseño.



**FIGURA. 4.25 Gráfica Palanca de Cambios.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

El mecanismo de accionamiento del embrague y acelerador se lo realizo por medio de cable el cual atraviesa por el lado izquierdo del motor para llevarlo a los pies del piloto para su fácil manejo y confiabilidad como se muestra en la figura 4.26.



**FIGURA. 4.26 Gráfica Pedales de Accionamiento.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Para el final se utiliza un selector de cambio de marchas de una moto Suzuki 200 la cual va sujeta al terminal de la barra y al selector de marchas de la moto Kawasaki KZ550 como se muestra en la figura 4.27.



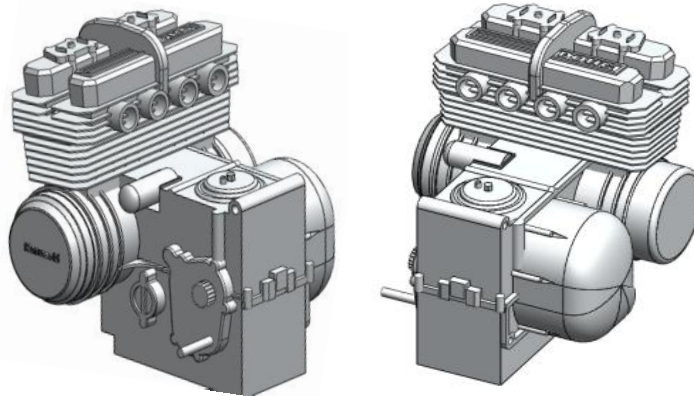
Selector de  
Marchas



**FIGURA. 4.27 Mecanismos de Cambios Completo.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

#### **4. 10 APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE DISEÑO DE ELEMENTOS FINITOS SOLID WORKS**

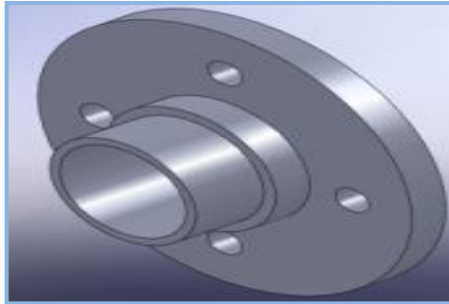
- ✓ Vistas isométricas del Motor



**FIGURA. 4.28 Motor.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Este motor se diseño en base a los parámetros de la formula automovilística Universitaria que detalla que debe ser un motor de 600 centímetros cúbicos de cilindrada como tope máximo.

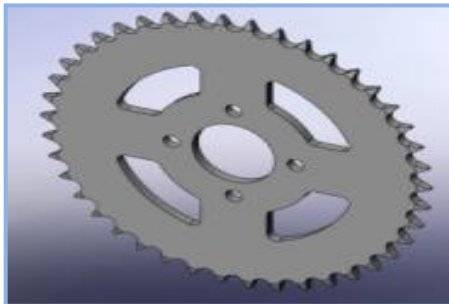
- ✓ Brida de Catalina



**FIGURA. 4.29** Brida de Catalina.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Esta brida de diámetro interior de 35 milímetros interior se ajusta con cuatro pernos a la catalina. Además de esta hecha de un materiales que cumplen normas internacionales de dureza.

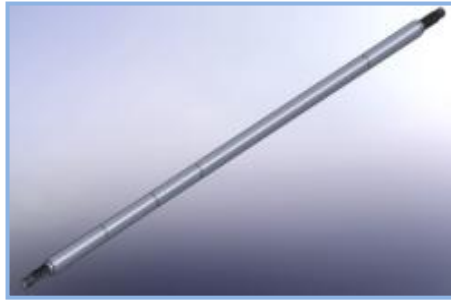
- ✓ Catalina



**FIGURA. 4.30** Catalina.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Esta catalina con 42 piñones o dientes se diseño porque se ajusta al eje con mayor facilidad y es la apropiada para la relación de transmisión final con el piñón motriz.

- ✓ Eje de 1.50m de largo y 35mm de diámetro

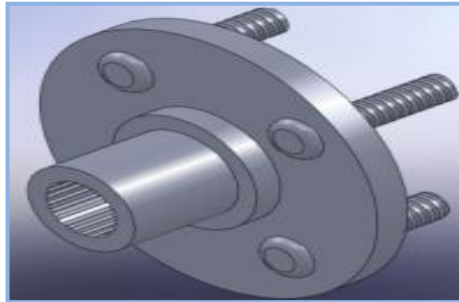


**FIGURA. 4.31 Eje.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Este eje de .50m de largo y 35mm de diámetro selecciono con este diseño porque compacta de manera rígida y segura con las piezas anteriormente mencionadas.

- ✓ Brida de Sujeción de la Rueda (Manzana)



**FIGURA. 4.32 Manzana.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Las bridas de sujeción de la rueda tienen diseños similares para cualquier tipo de vehículo.

✓ Piñón Motriz

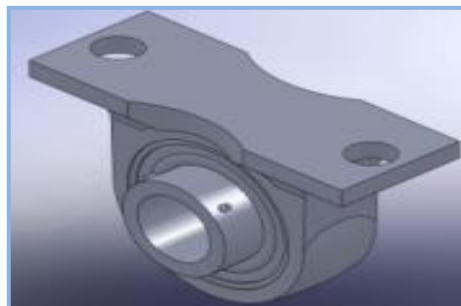


**FIGURA. 4.33 Piñón Motriz.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Este diseño se realizó en base a la relación de transmisión que se aspiró obtener para este caso 16 dientes obteniendo una relación de transmisión final de 2.63 que es conveniente para competencia de pista.

✓ Chumacera

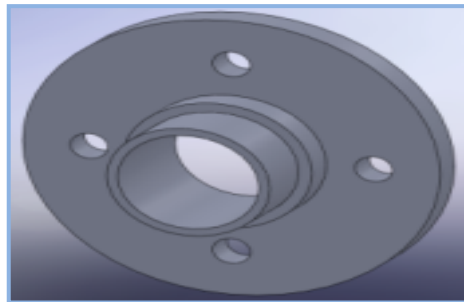


**FIGURA. 4.34 Chumacera.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Se diseñaron las chumaceras del eje en función del diámetro interior el cual debe medir 35 milímetros y además cumplir con las especificaciones de rigidez según el programa Solid Works.

- ✓ Brida de freno

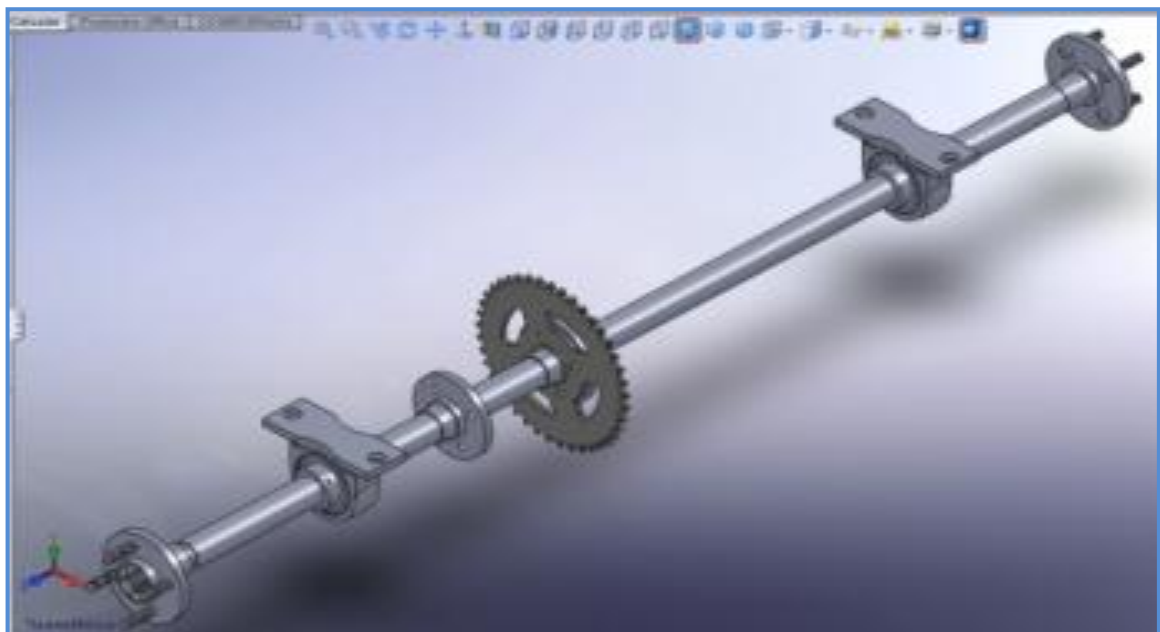


**FIGURA. 4.35 Brida de Freno.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Este tipo de brida sirve para sujetar el disco de freno se diseña en función de la resistencia de la potencia de frenado y la dureza del disco.

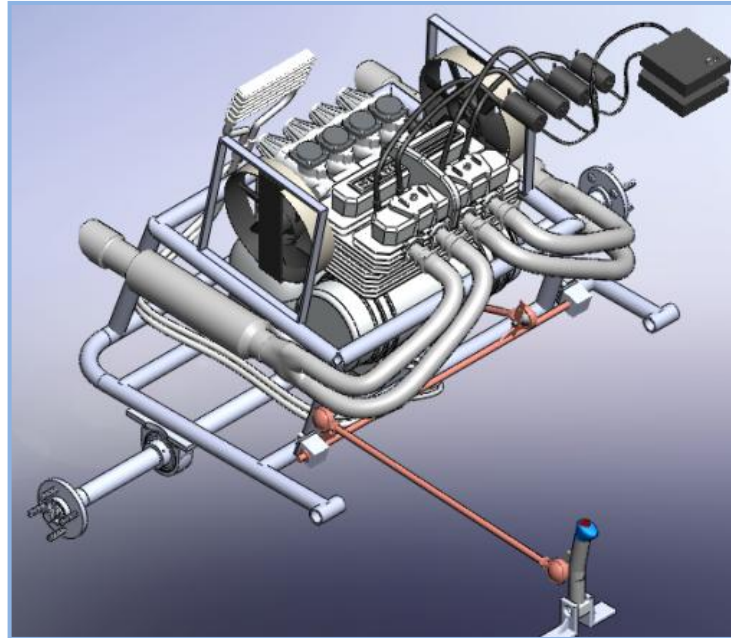
- ✓ Ensamble final



**FIGURA. 4.36 Ensamble Final.**

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Luego del diseño de cada una de las piezas detalladas se llega al ensamble final del tren de potencia del motor listo para adaptar al prototipo.



**FIGURA. 4.37** Diseño de Motor Completo.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

Tenemos el tren de potencia completo e instalado al chasis del prototipo en ejecución.



**FIGURA. 4.38** Tren de Potencia Adaptado a Prototipo.  
**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

## V CAPÍTULO. PRUEBAS Y AVERÍAS DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR.

### 5.1 FALLAS Y AVERIAS DE LA BOBINA DE ENCENDIDO.



**FIGURA. 5.1 Bobina Principal.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

Una bobina de encendido puede fallar en cualquiera de las 3 formas. Esto puede desarrollar un circuito abierto (cables rotos) en el bobinado primario o en el bobinado secundario, en cualquiera de los casos no funcionara del todo o esta puede producir un cortocircuito parcial. Si esto ocurre, la bobina generara chispas débiles en los electrodos de las bujías.

Si las condiciones de la bobina son dudosas hay varios chequeos que se pueden realizar.

- ✓ Desconectar el cable de la bobina antes de probar.
- ✓ Medir la resistencia del primario de la bobina, usando un óhmetro fijado en Rx1. La resistencia debe ser alrededor de 1.5 ohms.
- ✓ Medir la resistencia de la bobina secundaria, retirar los cobertores del conector tipo resistor de los terminales y medir entre los terminales

secundarios. La resistencia debe ser alrededor de 13.000 ohms. cuando la bobina esta fría (temperatura ambiente).

- ✓ Medir la resistencia de la bobina primaria entre los cables de alimentación y tierra (núcleo de bobina) y entre los terminales de la bobina secundaria y tierra (núcleo de bobina). La resistencia debe ser infinita. Una lectura baja indica un cortocircuito.
- ✓ Si una bobina no cumple los valores de resistencia debe ser reemplazada.



**FIGURA. 5.2 Bobinas Independientes.**  
**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

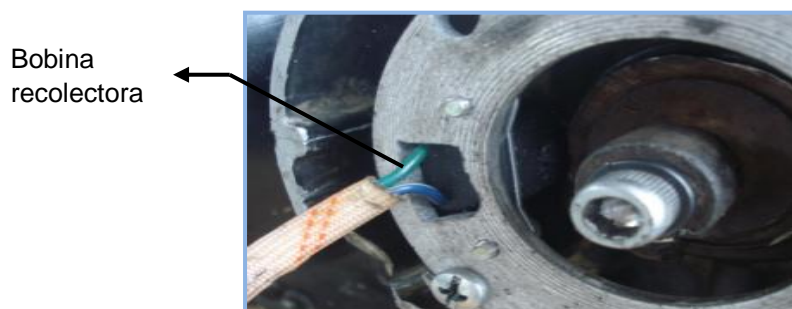
- ✓ Si una bobina está generando débiles chispas, sustituya con la otra bobina en el circuito y chequee la chispa nuevamente. Si la otra bobina genera chispas demasiado intensas en los electrodos de la bujía, existe un cortocircuito en el bobinado secundario de la bobina original, instalar una nueva bobina.

## **5.2 PRUEBAS Y AVERIAS DE LAS BOBINAS RECOLECTORAS.**

- ✓ Con un óhmetro fijado en Rx100, mida la resistencia entre los dos pares de terminales. La resistencia debería ser 400 – 500 ohms.



- ✓ Fijado el óhmetro en su escala más elevada chequee la resistencia entre cualquiera de los terminales para cada par de cilindros y haciendo masa al chasis. La lectura debe ser infinita.
- ✓ La bobina recolectora falla en cualquiera de estas pruebas, chequee el cableado de la bobina. Reemplace la bobina si el cableado está bien.



**FIGURA. 5.3 Bobina Recolectora.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

### **5.3 COMPROBACIÓN DEL MÓDULO DE ENCENDIDO (CDI).**



**FIGURA. 5.4 Encendido Transistorizado.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

El funcionamiento del modulo puede ser revisado simplemente retirando una de cada par de bujías, y haciendo masa está en contra de la cabeza del cilindro mientras el terminal del conector está conectado, ponga en ON el encendido y con un destornillador ponga en contacto con el núcleo de la bobina recolectora.

- ✓ Si el modulo está bien el enlacé chispeará.
- ✓ Si la batería está agotada el modulo de encendido (CDI) no funcionará.

### **5.3.1 PRUEBAS DE MÓDULO DE ENCENDIDO (CDI).**

- ✓ Retirar una de cada par de bujías y haga masa en contra de la cabeza del cilindro mientras su cable del acoplé es conectado.
- ✓ Desconectar el conector de 4 polos de las bobinas recolectoras.
- ✓ Prenda el encendido y conecte una fuente de voltaje positiva (+)12 al terminal negro y una fuente de voltaje negativa (-)12 al terminal azul.
- ✓ Mientras el voltaje está conectado, el conector debería chispear.
- ✓ Repita la prueba para el otro par de enchufes, positivo (+) al terminal amarillo desde el (CDI) y negativo (-) al terminal rojo.
- ✓ Si el (CDI) falla estas pruebas, instale uno nuevo. Si el modulo pasa estas pruebas, pero existe problemas de encendido que no puede ser localizado a cualquier otra parte del sistema de encendido, sustituya un modulo de encendido (CDI) que tu conozcas que está bien y verifique si resuelve el problema.



**FIGURA. 5.5 Pruebas del Modulo.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

## **5.4 PRUEBAS DE SISTEMA DE CARGA.**

Primeramente se debe asegurar que la batería este en buenas condiciones. El voltaje de la batería debería ser sobre los 12 voltios. Si la batería está bien y todas las conexiones están limpias y ajustadas, inspeccione el sistema de carga.

### **5.4.1 INSPECCIÓN INICIAL.**

- ✓ Arrancar el motor y dejar que alcance una temperatura normal de operación.
- ✓ Conecte un voltímetro con escala de 0-20 DC a la batería, lleve el motor a una velocidad de 4000 rpm. Estando detenido, observe el voltaje que alcanza.
- ✓ Prenda y apague las luces de los faros, observando el voltaje.
- ✓ El voltaje debería estar en o cerca del voltaje de la batería en estado inactivo y debería incrementar con la velocidad del motor, aproximadamente sobre 14.5 voltios. Si la lectura es mucho más alta (mayor que 16 voltios) el regulador/ rectificador esta defectuoso y debería ser reemplazado. Si la lectura es menor que lo especificado o no incrementa con las rpm, se debe revisar la salida, la resistencia del alternador y la resistencia del regulador/rectificador.



**FIGURA. 5.6 Regulador/Rectificador.**

**FUENTE: Fernando Farinango - Investigador.**

## **5.5 PRUEBA DE SALIDA DEL ALTERNADOR.**

- ✓ Desconecte los terminales amarillos del alternador.
- ✓ En modelos con dos terminales amarillos desde el alternador. Arranque el motor y conecte un voltímetro de AC (0 – 250 voltios) para cada par de terminales amarillos. El medidor debería leer aproximadamente 50 voltios AC. Si es mucho menor el alternador esta defectuoso. Revise la resistencia de la bobina del estator.

### **5.5.1 RESISTENCIA DE LA BOBINA DEL ESTATOR**

- ✓ Con el motor apagado y un óhmetro fijado en escala de 1 ohm. Verifique la resistencia entre cada par de terminales amarillos. La resistencia debería estar entre 0.5 y 0.7 ohms.
- ✓ En la escala más alta del óhmetro verifique la resistencia entre cada par de terminales amarillos y tierra. La resistencia debería ser infinita.
- ✓ Si la resistencia de la bobina del estator esta correcta, pero la salida del alternador esta baja, el rotor ha sido probablemente desmagnetizado. Reemplace el rotor.

### **5.5.2 RESISTENCIA DEL REGULADOR / RECTIFICADOR**

- ✓ Con un óhmetro fijado en Rx10 o Rx100, mida la resistencia entre cada terminal amarillo y el terminal blanco/rojo, luego entre cada terminal amarillo y el terminal negro. Conserve la misma medida con los terminales blanco/ rojo y el negro. Anote las lecturas.
- ✓ Ahora invierta la polaridad del medidor (use las puntas de pruebas contrarias para hacer las conexiones) y repita las pruebas. Debería ser la resistencia 10 veces mayor en una dirección que en la otra. Si cualquiera de los dos terminales muestran la misma resistencia en

ambas direcciones, el regulador/ rectificador está fallando y debería ser reemplazando.

### 5.5.3 ROTOR DEL ALTERNADOR.

El reemplazo del rotor es únicamente necesario si los imanes del rotor han sido dañados por impacto mecánico o por calor.

### 5.5.4 COMPROBACIONES AL MOTOR DE ARRANQUE.



**FIGURA. 5.7** Motor de arranque.

**FUENTE:** Fernando Farinango - Investigador.

1. Retire los tornillos largos de la carcasa del motor de arranque y sepárelos de la carcasa.
  2. Limpie toda la grasa, suciedad y polvo de carbón de la armadura, carcasa etc.
- **Nota: No sumerja las escobillas o bobinados de alambre en solventes porque el aislamiento puede dañarse. Limpie los bobinados con un trapo ligeramente humedecido con solvente y seque minuciosamente.**
3. Mida la longitud de las escobillas. Si una escobilla es más pequeña que  $\frac{1}{4}$  de pulgada (6mm) debe ser reemplazada.

4. Inspeccione la condición del conmutador, la mica en un conmutador normal tiene corte bajo el cobre. Un conmutador usado es cuando el cobre esta usado hasta el nivel de la mica. Un conmutador usado puede ser recortado pero requiere un especialista.
5. Inspeccione las barras del conmutador por decoloración. Si un par de barras están descoloridas indica que las bobinas de la armadura están en mala ubicación.
6. Conecte los terminales de un óhmetro o probador de luces entre pares de barras de conmutador debería dar continuidad. Conecte los terminales de prueba entre las barras del conmutador y el árbol, no debe haber continuidad. Si la armadura falla de cualquier forma en la prueba, se debe reemplazar.
7. Inspeccione la bobina de campo, chequeando la continuidad desde el terminal del cable hacia el cable de la escobilla. Si esta en corto o abierto, la carcasa debe ser reemplazada.
8. Inspeccione las pistas de los rodamientos por delante y por detrás por si existe algún daño. Reemplace si encuentra algún usado o dañado.

#### **5.5.5 COMPROBACIÓN DEL EMBRAGUE ARRANCADOR.**

El embrague del arrancador bloquea el arranque de los cambios del embrague al eje secundario cuando el motor de arranque está girando al motor por acoplamiento de los engranajes entre la marcha embragada y el rotor.

##### **5.5.5.1 Inspección.**

Para verificar la operación del embrague del motor de arranque, retire el motor de arranque. Empuje el arrancador en marcha neutro en ambas direcciones manualmente. La marcha no debería girar totalmente hacia atrás. Este debería

girar libremente y discretamente hacia delante. Si la marcha falla al operar de esta manera, el ensamble del embrague no está funcionando correctamente.

#### **5.5.5.2 Comprobaciones del Solenoide**

Si el solenoide no se energiza, se debe verificar el voltaje de la batería en el cable negro al solenoide cuando el botón del arrancador está presionado. Si hay voltaje en la batería pero el solenoide no energiza y todas las conexiones están bien, el solenoide está malo y debe ser reemplazado. Si el voltaje de la batería no está disponible en el cable negro, existe una apertura en algún lugar del circuito.

## VI CAPÍTULO.

### CONCLUSIONES.

- ✓ La selección del motor Kawasaki KZ 550 de 4 tiempos con una cilindrada de 553cc, cumple perfectamente con los parámetros establecidos para la elaboración de este proyecto, aquí tuvo mucho que ver lo que es la relación Peso / Potencia El peso de la estructura del buggy esta de acuerdo con la potencia del motor para conseguir buenos resultados en las pruebas.
- ✓ En lo que respecta a lo que es calibración de válvulas (admisión y escape) después de las pruebas realizadas en ruta se obtiene mejores resultados dejando 8 milésimas de pulgadas tanto como para las de admisión como para las de escape.
- ✓ Después de realizar las pruebas de ruta se llegó a la conclusión que de manera permanente se debe utilizar gasolina Súper para un buen desempeño del motor .Con esto ayuda a la combustión del motor mejora su rendimiento y disminuye la contaminación al ambiente.
- ✓ El sistema de enfriamiento del motor generado por 2 electros ventiladores ubicados en puntos estratégicos, cumple a cabalidad con el propósito establecido refrigerar al motor y evita sufrir sobrecalentamientos que nos pueden traer dificultades.
- ✓ El motor después de su respectiva preparación se logro conseguir que tenga un rendimiento muy bueno debido a su nuevo sistema de encendido transistorizado con bobinas independientes para cada cilindro.



- ✓ El sistema de transmisión por cadena desempeña de excelente manera su función ya que después de su análisis de confiabilidad se utilizó los elementos de alta calidad.
- ✓ El eje de potencia con su respectivo análisis de diseño y estructura cumple con los objetivos de Resistencia a la tensión y la ductibilidad ejercida por el motor. Cumpliendo de esta manera con los objetivos propuestos en el diseño.
- ✓ La construcción del eje se realizó en base a un promedio de todos los diámetros calculados y se llega a la conclusión que se debe utilizar rodamientos de 1.50 in con lo que se incrementa la confiabilidad del eje.
- ✓ Se obtuvo que el tren de potencia; motor, transmisión y ejes del prototipo soportan las condiciones de manejo a las que va a ser sometido.
- ✓ El sistema de accionamiento del motor como mecanismos de cambio de marchas, embrague, freno y acelerador brindan confiabilidad, comodidad y facilidad cuando el piloto lo requiera ya que se utilizó material adecuado para dicha elaboración.
- ✓ Al prototipo se le equipó con un Header con dos silenciadores al final para evitar que sobrepasen el nivel de ruido (120 dBA) y de esta manera se facilita el pase de los gases salientes ocasionados por la combustión para que estos se encuentren al final del header, al encontrarse estos gases crearán un impulso más fuerte y una presión altísima expulsando los gases hacia fuera con mayor velocidad, permitiendo el mejor desplazamiento del vehículo en altas revoluciones.

- ✓ Este tipo de proyectos da la iniciativa para realizar prototipos de competencias con base científico-técnicas para el desarrollo de la ingeniería automotriz en nuestro país.

## **RECOMENDACIONES**

- ✓ Se debe tener muy pendiente en el momento de encender el motor de manera inmediata se debe prender los ventiladores ya que es fundamental para su funcionamiento y evitar complicaciones y danos al motor.
- ✓ Para su mejor funcionamiento del motor se recomienda utilizar gasolina super sin ningún tipo de aditivos.
- ✓ Tener muy en cuenta los tipos de fusibles que se utilizan para cada circuito eléctrico ya que una selección de fusible puede acarrear un cortocircuito.
- ✓ El factor económico es muy importante, ya que en base a el se realizan las decisiones de elección de los diseños, por lo que se recomienda un estudio económico para continuar con el análisis de proyectos a futuro.
- ✓ Para el mejor funcionamiento del eje de potencia se recomienda adaptar juntas homocinéticas a los extremos del eje y un sistema de suspensión independiente para obtener mejores resultados de suspensión y adherencia al piso ya que en nuestro caso no se lo pudo realizar por regirnos al reglamento de la Formula Automovilística Universitaria (FAU).
- ✓ Se debe realizar un mantenimiento preventivo al motor para evitar complicaciones a futuro.

- ✓ Utilizar un aceite adecuado de 4 tiempos que debe ser cambiado cada 3 meses o 4000 km. clase 10W40, 10W50 ó 20W40 20W50, o se recomienda Shell SAE 40 Capacidad 3 litros.
- ✓ Cambiar las bujías cada 10000 km. Se recomienda NGK D8EA o ND X24ES-U. Con su respectiva calibración. Utilizar la tabla para calibrar las bujías.
- ✓ Realizar un mantenimiento a los carburadores cada 5000 km. O prepararlo antes de cada competencia, se debe utilizar un producto adecuado para dicho trabajo (limpiador de carburadores)
- ✓ Para la transmisión como es el mismo aceite del motor el que lubrica y refrigera la caja de cambios entonces se lo realiza cuando se cambie el aceite del motor con su respectivo filtro de aceite.
- ✓ Los sistemas de fijación del eje como las chumaceras y demás elementos de rodadura se deben mantener lubricados para su óptimo funcionamiento.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- ✓ ORTHWEIN, William (1996), "Diseño de Componentes de máquinas" Editorial Continental SA, México.
- ✓ MANUAL DE LA TEORIA DEL AUTOMOVIL (2004), Bosh Editorial Reverte, SA, España.
- ✓ MANUAL DE MANTENIMIENTO SERVICIO Y REPARACION DE LA MOTO KAWASAKI KZ 550-GPZ (1985)
- ✓ MOTT, Robert (1992), "Diseño De Elementos De Máquina", Prince Hall, México
- ✓ PEREZ ALONSO, José Manuel (1999) "Técnicas de automóvil – MOTORES", Paraninfo, Madrid
- ✓ SHIGLEY, Joseph (2002), "Diseño de Ingeniería Mecánica", McGraw Hill, México
- ✓ (2002) "Resistencia De Materiales", McGraw Hill, México

## **PAGINAS WEB DE CONSULTAS:**

- ✓ [www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec\\_10.html](http://www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_10.html).
- ✓ [www.taringa.net/posts/autos-motos/2652866/Motores-combustion-interna.html](http://www.taringa.net/posts/autos-motos/2652866/Motores-combustion-interna.html).
- ✓ [bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html).
- ✓ [www.uamerica.edu.co/motores/d1/alimentacion/sist\\_alim/sist\\_alim.htm](http://www.uamerica.edu.co/motores/d1/alimentacion/sist_alim/sist_alim.htm).
- ✓ Catálogo General SKF

Latacunga, Julio del 2009

**AUTOR:**

---

**Farinango Cisneros Luis Fernando**

**EL DIRECTOR DE CARRERA:**

---

**Ing. Juan Castro Clavijo**

**UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO:**

---

**Dr. Rodrigo Vaca Corrales**