



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO.**

**FACULTAD DE MECÁNICA.
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.**

**“APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
FLUJÓMETRO PARA LA PREPARACIÓN DE VEHÍCULOS
DE COMPETICIÓN EN EL LABORATORIO
ESPECIALIZADO DE AUTOMOTRIZ”.**

LÓPEZ REYES MARIO ANDRÉS.

TESIS DE GRADO.

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ.

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2016 – 11 -17

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MARIO ANDRÉS LÓPEZ REYES

Titulada:

**“APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN FLUJÓMETRO PARA LA
PREPARACIÓN DE VEHÍCULOS DE COMPETICIÓN EN EL LABORATORIO
ESPECIALIZADO DE AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Padilla
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ramiro Cepeda
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Javier Villagrán
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MARIO ANDRÉS LÓPEZ REYES

TÍTULO DE LA TESIS: “APLICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN FLUJÓMETRO PARA LA PREPARACIÓN DE VEHÍCULOS DE COMPETICIÓN EN EL LABORATORIO ESPECIALIZADO DE AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2016 – 11- 17.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Cellin Padilla. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ramiro Cepeda DIRECTOR DE TESIS.			
Ing. Javier Villagrán ASESOR DE TESIS.			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El (La) Presidente (a) del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptaciones tecnológicas establecidas en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y en base a experiencias personales adquiridas a lo largo de mi vida como estudiante en la misma. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Mario Andrés López Reyes.

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa más de mi vida.

A mi familia por darme su ayuda y apoyo en cada momento de mi vida, porque soy un reflejo de lo que ellos proyectan en mí.

A Dios porque sin Él nada es posible. “Yo soy la vid y ustedes son las ramas. El que permanece en mí, como yo en él, dará mucho fruto; separados de mí no pueden ustedes hacer nada.” Juan 15:5

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a Dios porque él me ha dado la sabiduría para culminar con éxito mis estudios, y me ha dado las fuerzas necesarias para seguir en el día a día.

A mis padres por ser el apoyo fundamental que me han brindado para poder alcanzar mis metas, por la educación que con tanto esmero me dieron, por todos aquellos momentos que han hecho de mí el hombre que ahora soy.

A mi esposa e hija que han sido las musas que me han inspirado para seguir batallando en aquellos momentos de debilidad.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme dado la oportunidad de haber cursado por sus aulas.

A los ingenieros, que antes de ser maestros fueron amigos, en especial a mi director y asesor de tesis.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.	3
1.3.2 Objetivos específicos.	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1 Historia de las competencias automovilísticas.....	4
2.2 Caminos para el aumento de potencia de un motor.....	5
2.2.1 Por el aumento de la cilindrada.....	6
2.2.2 Por el aumento de la presión media efectiva.....	7
2.2.3 Por el aumento del régimen de giro.	7
2.3 Sistema de alimentación.....	8
2.4 Flujómetro.	9
2.4.1 Función.....	9
2.4.2 Mantenimiento	9
2.4.3 El flujómetro en el motor de competencia.	10
2.5 Filtro de aire.	10
2.5.1 Función.....	10
2.5.2 Mantenimiento.....	11
2.5.3 El filtro en el motor de competencia.	12
2.6 El múltiple de admisión.....	13
2.6.1 Función.....	13
2.6.2 Mantenimiento.....	14
2.6.3 El múltiple de admisión en el motor de competencia.	14
2.7 Combustión.....	15
2.8 Cámara de combustión.....	15
2.8.1 Función.....	16
2.8.2 Mantenimiento.....	16
2.8.3 La cámara de combustión en el motor de competencia.....	17

2.9	Válvulas.....	18
2.9.1	Función.....	18
2.9.2	Mantenimiento.....	19
2.9.3	Las válvulas en el motor de competencia.....	20
2.10	Culata.....	21
2.10.1	Función.....	21
2.10.2	Mantenimiento.....	22
2.10.3	La culata en el motor de competencia.....	23
2.11	Sistema de escape.....	24
2.12	El múltiple de escape.....	24
2.12.1	Función.....	25
2.12.2	Mantenimiento.....	25
2.12.3	El múltiple de escape en el motor de competencia.....	26
2.13	El catalizador.....	27
2.13.1	Función.....	27
2.13.2	Mantenimiento.....	28
2.13.3	El catalizador en el motor de competencia.....	29
2.14	El tubo de escape.....	29
2.14.1	Función.....	29
2.14.2	Mantenimiento.....	30
2.14.3	El tubo de escape en el motor de competencia.....	30
CAPÍTULO III: MODELACIÓN Y VALIDACIÓN DEL FLUJÓMETRO.....		32
3.1.	Modelación de la válvula principal.....	32
3.1.1.	Modelación de la base de la válvula.....	32
3.1.2.	Modelación de la válvula.....	33
3.1.3.	Modelación de las tapas de válvulas.....	34
3.1.4.	Tapa de válvula orificio 1.....	34
3.1.5.	Tapa de válvula orificio 2.....	34
3.1.6.	Tapa de válvula orificio 3.....	35
3.1.7.	Tapa de válvula orificio 4.....	35
3.1.8.	Tapa de válvula orificio 5.....	36

3.1.9	Modelación de la turbina.....	36
3.1.10	Modelación de soporte de la tapa de cilindros.....	37
3.1.11	Modelación del cajón principal.....	37
4	CAPÍTULO IV: CONSTRUCCIÓN.....	40
4.1	Materiales de construcción.....	40
4.1.9	Mangueras.....	40
4.1.10	Abrazaderas.....	41
4.1.11	Tornillos.....	41
4.2	Materiales eléctricos.....	42
4.2.9	Cables.....	42
4.2.10	Contactora.....	42
4.3	Varios.....	44
4.3.9	Escala.....	44
4.3.10	Mangueras de plástico.....	44
4.3.11	Cierres rápidos.....	44
4.3.12	Pernos.....	44
4.3.13	Arandelas.....	45
4.4	Maderas.....	45
4.5	Acople de la estructura exterior.....	47
4.5.1	Montaje de la caja principal.....	47
4.5.2	Ensamblado del cajón inferior.....	49
4.6	Ensamble de la turbina.....	50
4.7	Acople circuito.....	52
4.7.9	Ensamble del circuito.....	52
	CAPÍTULO V: PRUEBAS Y RESULTADOS.....	53
5.1	Pruebas del motor.....	53
5.2	Pruebas conjunto motor-turbina.....	54
5.3	Pruebas en circuito eléctrico.....	55
5.4	Pruebas generales.....	55
5.5	Pruebas de los manómetros.....	56
5.6	Prueba de funcionamiento.....	56

5.7	Ejemplo.....	57
	CONCLUSIONES.....	60
	RECOMENDACIONES.....	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	62
	ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mecánico trabajando en culata	5
Figura 2. Fluviómetro.	9
Figura 3: Filtro de aire.	10
Figura 4: Filtro de competencia.	12
Figura 5: Colector de admisión.	13
Figura 6: Colector de admisión modificado.	14
Figura 7: Combustión en el motor	15
Figura 8: Mecánico trabajando en cámara de combustión	17
Figura 9: Válvulas de admisión y escape.	18
Figura 10: Válvulas de competencia.	20
Figura 11: Culata.	21
Figura 12: Culata modificada.	23
Figura 13: Múltiple de escape.	24
Figura 14: Múltiple de escape modificado.	26
Figura 15: Catalizador.	27
Figura 16: Tubo de escape.	29
Figura 17: Tubos de escape modificados.	30
Figura 18: Vista frontal e isométrica base válvula.	32
Figura 19: Vista posterior e isométrica válvula.	33
Figura 20: Vista lateral válvula.	33
Figura 21: Vista frontal e isométrica tapa 1.	34
Figura 22: Vista frontal e isométrica tapa 2.	34
Figura 23: Vista frontal e isométrica tapa 3.	35
Figura 24: Vista frontal e isométrica tapa 4.	35
Figura 25: Vista frontal e isométrica tapa5.	36
Figura 26: Vista frontal e isométrica turbina.	36
Figura 27: Vista frontal e isométrica tapa de cilindros.	37
Figura 28: Vista superior e isométrica cajón principal.	37
Figura 29: Vista frontal e isométrica guía de válvula.	38
Figura 30: Vista frontal e isométrica contratuerca.	38
Figura 31: Vista isométrica del fluviómetro.	39

Figura 32: Corte del flujómetro.....	39
Figura 33: Manguera corrugada.	40
Figura 34: Lateral de manguera corrugada.	41
Figura 35: Abrazadera.....	41
Figura 36: Tornillos para madera.	42
Figura 37: Cable multifilar verde # 12.....	42
Figura 38: Contactor.	43
Figura 39: Testigo luminoso amarillo.	43
Figura 40: Manguera plástica.....	44
Figura 41: Pernos para base turbina y base motor.	45
Figura 42: Arandelas.....	45
Figura 43: Pulsador monolítico momentáneo.	46
Figura 44: Interruptor tipo hongo.....	46
Figura 45: Madera para ensamblado.	48
Figura 46: Cajón principal.	48
Figura 47: Tapa cajón principal.	48
Figura 48: Tapa y laterales cajón inferior.	49
Figura 49: Cajón inferior (vista posterior e isométrica).....	49
Figura 50: Proceso Ensamble de la turbina.....	51
Figura 51: Ensamble de Circuito.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Prueba de funcionamiento 1.....	53
Tabla 2: Prueba de funcionamiento 2.....	53
Tabla 3: Prueba de funcionamiento 3.....	54
Tabla 4: Prueba de funcionamiento 4.....	54
Tabla 5: Prueba de funcionamiento turbina.....	54
Tabla 6: Pruebas en circuito eléctrico.....	55
Tabla 7: Pruebas generales.....	56

RESUMEN

En el Laboratorio Especializado de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se procede con la implementación de un flujómetro, el cual se construyó en la ciudad de Riobamba. Este flujómetro fue construido con materiales de fácil acceso, para su construcción se utilizó madera, elementos de sujeción, elementos de control, se adquirió un motor eléctrico y se construyó una turbina con su carcasa a partir de una placa de acero de 8mm siguiendo los planos sugeridos del modelo de flujómetro CF-185. El flujómetro es una herramienta que brinda a los ingenieros automotrices y a los estudiantes datos primordiales para con ellos realizar las modificaciones en las piezas tanto del sistema de alimentación, combustión y escape del vehículo, dicho flujómetro consta con todos los requerimientos para que quien se encuentre al frente pueda operarlo sin ningún inconveniente y con todas las medidas de seguridad. El flujómetro se implementó con el propósito de incitar y reforzar los conocimientos de las siguientes generaciones de estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz, contribuyendo a la coalición de las instrucciones teóricas con las instrucciones prácticas, de tal manera que sirva como una herramienta al docente para incrementar el desarrollo de las habilidades y destrezas de los estudiantes para que de esta manera puedan responder a las competencias requeridas del mundo laboral actual. Con este trabajo se logró la construcción e implementación de una máquina capaz de mantener un control de las modificaciones a las piezas que formen parte fundamental del sistema de alimentación, combustión y escape de un motor de combustión interna. Se recomienda usar el flujómetro como herramienta base para propuestas de rediseño de los componentes del sistema de alimentación, combustión y escape del motor.

PALABRAS CLAVE: <FLUJÓMETRO (HERRAMIENTA)>, <POTENCIA DEL MOTOR>, <PIE CUBICO SOBRE MINUTO (CFM)>, <MODIFICACIÓN Y REDISEÑO>, <SOLID WORKS (SOFTWARE)>, <EFICIENCIA DE LA COMBUSTIÓN>, <COMPETENCIAS (AUTOMOVILISMO)>, <PERFORMANCE>.

SUMMARY

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

El flujómetro es una herramienta de inigualable ayuda para los mecánicos y preparadores de motores, con él se pueden realizar diferentes pruebas en tapa de cilindro, carburador, múltiple de admisión, tubos de escape, etc. Cabe aclarar que como cualquier instrumento de medición, este por sí solo no hace nada, siendo fundamental tener en claro lo que se está buscando, de lo contrario se corre el riesgo de que las mejoras obtenidas en una medición de flujo, no correspondan con la mejora de performance esperada en el motor.

El paso del aire a través del motor del automóvil comienza cuando el aire entra por un conducto en la parte delantera del auto que lo lleva a el filtro de aire que evita el paso de partículas; luego de pasar por este el aire es dirigido hacia el carburador (en el caso de vehículos a carburador) o hacia el múltiple de admisión (donde la inyección del combustible puede ser mono punto o multipunto) para que este se mezcle con el combustible antes de ingresar a la cámara de combustión; al ingresar la mezcla a la cámara de combustión esta es comprimida en ese momento salta una chispa para su combustión; los gases formados salen de la cámara hacia el múltiple de escape para luego pasar a él tubo de escape y salir a la atmósfera.

El flujómetro nos sirve para medir la resistencia a la circulación del aire que se genera en todo el sistema de alimentación del motor. Para probar múltiples o conductos de admisión de la tapa de cilindros, el aire es aspirado a través de esta hacia el interior del aparato, por medio de una válvula que regula la presión de prueba, dicho aire es expulsado al exterior a través de unos orificios calibrados que miden el caudal de flujo pies cúbicos por minuto (CFM).

1.2. Justificación

Desde que el automóvil fue inventado se han realizado innumerables modificaciones en ellos para lograr alcanzar un mayor rendimiento en los vehículos que salen de fábrica es por eso que el mundo de las modificaciones e intercambio de piezas de un vehículo también han venido actualizándose a lo largo de los años, en un esfuerzo de mejorar el rendimiento y la potencia de los vehículos hay que tener en cuenta que mientras mayor sea la cantidad de aire que ingrese a la cámara de combustión existirá una mejor combustión para producir una mayor potencia y por ende un mejor rendimiento y aprovechamiento del motor de nuestro automóvil, ahora si bien es cierto no todos disponemos del dinero suficiente para comprar las piezas de recambio para mejorar dicha potencia, es por eso que un flujómetro nos es de gran utilidad ya que nos permite mejorar las piezas originales del automóvil para obtener una potencia y rendimiento mucho mayor a un precio menor.

Gracias a los avances que han existido en el automovilismo se han venido dando a nivel mundial ciertas restricciones en cuanto a cambio de piezas de los vehículos, es allí donde nos es de gran ayuda el flujómetro por cuanto nos permite trabajar con las piezas originales del vehículo y lograr que todas las piezas se acoplen de una mejor manera.

La necesidad de implementar esta valiosa herramienta en el laboratorio de la escuela de ingeniería automotriz de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, se hace necesaria tomando en cuenta que para un docente servirá como un método de enseñanza debido a que a la hora de preparar un auto es de mucha ayuda, ya que podemos decidir las modificaciones a realizar. Para el estudiante es muy importante tener a la mano una herramienta como el flujómetro ya que nos da los datos precisos de cómo se encuentra nuestro motor, el mejoramiento de las piezas estándares y la ventaja más importante sería poder concretar de una manera más práctica los estudios desarrollados en el aula.

1.3. Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Aplicar e implementar un flujómetro para la preparación de vehículos de competición en el laboratorio especializado de automotriz.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros de flujo fundamentales que permitan la mayor eficiencia de un motor de combustión interna y las diferencias del flujo de aire a través del sistema.
- Construir una máquina capaz de controlar al momento de mejorar la eficacia de las modificaciones a las piezas del sistema de alimentación, motor y escape.
- Implementar una máquina en el laboratorio de la escuela de Ingeniería Automotriz que permita a los estudiantes un mejor aprendizaje.
- Verificar la variación en el flujo de una pieza de control.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de las competencias automovilísticas.

Los datos de la primera carrera automovilística nos llevan a 1894, cuando el diario “Le PetitJournal” de Francia convocó a una competencia cuyo reto era recorrer los 126 kilómetros que separan a París la capital francesa con la ciudad de Rouen. Para ese entonces Europa presentó un gran avance en el sector automotriz lo que impulsó a este diario a poner en juego cual de esos autos era el mejor, y así nació en Francia la idea de crear una competencia donde se ponga a prueba a los autos y a sus ingenieros, este sería el inicio de lo que hoy sería uno de los más grandes deportes del mundo donde intervienen no solo los tripulantes, sino también todo un grupo de personas que llevan al límite a los autos y sus componentes.

Esta competencia reunió a 21 hombres que se colocaron en la línea de partida el 22 de julio de 1894. En esta competencia tan solo 17 autos llegaron a cubrir la distancia entre las dos ciudades, no obstante solo diez de los autos finalistas fueron impulsados con motores de gasolina. Sin embargo el coche ganador fue uno con motor de vapor manejado por “El marqués de Dion” y su mecánico Georges Bouton, si bien ellos fueron los ganadores de la primera competencia automovilística, y a pesar de que les tomó más de seis horas en cubrir los casi 126 kilómetros con una velocidad media de 19 km/h de una forma inexplicable fueron desclasificados” (Alcanis, 2010), pero eso no fue motivo para que la gente dejara de hablar de esa competencia, por el contrario la competencia dio tanto de que hablar que los organizadores se vieron obligados a repetir la convocatoria al año siguiente.

Un año más tarde la historia en cierta forma se volvió a repetir ya que el ganador de esta nueva carrera Emile Levassor también fue desclasificado sin explicaciones, esta vez el recorrido de la carrera ya no fue la misma, esta vez la carrera recorrió casi 1200 kilómetros cubriendo las ciudades de París-Burdeos-París. Es así como poco a poco se hacen populares las carreras que unían ciudades, a pesar de los peligros que conllevaban estas competencias se las seguía realizando de tal manera que para el año de 1900 en Francia se organiza el Primer Campeonato Internacional de Automovilismo, es cuando el gran deporte del

automovilismo surgió, las competencias cada vez se profesionalizaban más y los fabricantes se dan cuenta de que en estas carreras está el medio perfecto de probar que auto es mejor que otro, ven en ello más que un simple deporte un medio de publicidad y el futuro de los carros de serie poniendo a prueba y al mismo tiempo al límite los nuevos avances que se realizaban en los autos de carreras.

2.2 Caminos para el aumento de potencia de un motor.

El mundo de la preparación de motores para competición es muy extenso, pero considerando que el motor lo que hace es convertir la energía calorífica que posee un líquido combustible en energía mecánica, y que para ello debe de mezclar el combustible con una cantidad importante de oxígeno dentro de la cámara de combustión; para una excelente combustión y para alcanzar el mejor aprovechamiento de la energía proporcionada del combustible, la mezcla de aire combustible debe ser de 14,7 kg de aire por cada kg de combustible.

Figura 1: Mecánico trabajando en culata



Fuente: Gillieri, S. (2007). Preparación de motores de serie para competición. Barcelona: CEAC.

Teniendo en cuenta esto diremos que para alcanzar aumentar la potencia de un motor existen tres caminos principales por donde seguir:

- Por el aumento de la cilindrada.
- Por el aumento de la presión media efectiva.
- Por el aumento del régimen de giro.

Pero en todos estos casos se hace evidente que para ello es necesario un aumento en el consumo de aire, por ello haremos una breve descripción de cada uno de estos caminos.

2.2.1 Por el aumento de la cilindrada

Para conocer esto primero ¿Qué es la cilindrada? La cilindrada es la cantidad de centímetros cúbicos que determina la capacidad del conjunto de los cilindros de un motor.

Haciendo referencia a la definición de la cilindrada, nos damos cuenta de que si aumentamos este volumen, la cantidad de mezcla aire-combustible evidentemente deberá ser mayor para ocupar el espacio de la cámara de combustión. Es por ello que cuanto mayor es la capacidad de un motor mayor es su consumo de mezcla de aire-combustible, y por ende mayor el consumo de aire.

Para lograr aumentar el volumen de la cámara de combustión podríamos tomar en cuenta los siguientes puntos de vista:

- Aumentar el número de cilindros.
- Aumentar la carrera del pistón.
- Aumentar el diámetro del cilindro.

Teniendo en cuenta estos tres puntos, nos podemos dar cuenta de que a igual régimen de giro del motor se va a lograr un aumento de aire, de modo que en todos ellos podemos esperar también el consiguiente aumento de potencia con respecto al motor de que se partió, cabe recalcar que cualquier aumento en el consumo de aire conlleva un aumento en el consumo de combustible.

Hay que tener muy en cuenta de que el aumento de la cilindrada no siempre se la va a poder realizar de la manera deseada, ya que los reglamentos imposibilitan a los preparadores sobrepasar ciertas cilindradas preestablecidas para cada categoría, además no es aconsejable puesto que si lo hacemos nos veremos obligados a competir con motores más robustos que con mayor facilidad y seguridad llegaran al límite de la cilindrada de la categoría, por consiguiente, mejor preparados que los nuestros, por lo que nuestras posibilidades de éxito se verían muy mermadas.

Sin embargo, el mecánico no debe perder nunca de vista la importancia de los posibles aumentos de cilindrada para aumentar la potencia del motor, pero ello dentro de las técnicas de trucaje de motores, que no es el tema que nos interesa en esta tesis.

2.2.2 Por el aumento de la presión media efectiva.

Antes que nada concretemos que es presión media efectiva. La presión media efectiva puede definirse como el valor promedio de las presiones que se establecen en el interior de la cámara de combustión mientras ésta se está produciendo.

La realidad es que, dadas las características básicas que establecen el trabajo de un motor de explosión, la cantidad de energía calorífica liberada en el momento de la explosión es tanto mayor cuanto mayor es la temperatura absoluta alcanzada en el momento del encendido de la mezcla. Por lo tanto, si logramos un importante incremento de los valores de la presión dentro de la cámara de combustión, vamos a lograr un aumento considerable de la potencia del motor.

Para llegar a obtener dicho aumento de la presión media efectiva, los procedimientos más usuales son los tres siguientes:

- Aumentando la entrada de aire y mezcla.
- Mejorando las condiciones de funcionamiento de las válvulas.
- Aumentando la relación de compresión.

Siguiendo cautelosamente estos caminos podemos alcanzar un aumento muy significativo.

2.2.3 Por el aumento del régimen de giro.

Para lograr mejorar el régimen de giro de un motor latáctica mas acostumbradaradica en el aligeramiento de las piezas que se hallan en movimiento durante el funcionamiento del motor, es decir, válvulas, árbol de levas, pistones, bielas y cigüeñal.

Al realizar el aumento de régimen de giro estamos sometiendo al motor a un régimen de giro superior al cual el motor fue diseñado, este modo de potenciar a nuestro motor nos dará como resultado un mayor consumo de aire y por lo tanto un mayor consumo de mezcla, puesto que en un tiempo determinado es capaz de girar a un mayor número de

veces de las que normalmente las haría, es decir girar a ciertas RPM más rápido de lo determinado, y así con la misma cilindrada podremos obtener una notable mejora en los valores de potencia entregada. Sin embargo esto es muy complicado ya que al aligerar las piezas también estamos debilitando las mismas y entramos en un grave peligro ya que no solo los componentes van a quedar mas débiles, sino que además estamos sometendolas a mayores esfuerzos en virtud del aumento de la potencia y otros parámetros.

2.3 Sistema de alimentación.

Hablando del sistema de alimentacion nos estamos refiriendo al conjunto de elementos que permiten que ingrese el aire comburente hasta las cámaras de combustión del motor. Las funciones más importantes que un sistema de alimentación de aire debe de cumplir son:

- Filtrar el aire de forma que llegue limpio al motor.
- Medir y calcular la cantidad de aire necesaria para formar una mezcla correcta.
- Hacer llegar la cantidad de aire o mezcla necesaria a las cámaras de combustión.

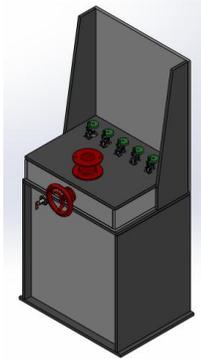
Un sistema de alimentacion efectivo suministra aire limpio con una limitación mínima al motor, separandola de los materiales más finos como el polvo, arena, etc. Un sistema de alimentación ineficiente en especial en el filtrado afectará de manera desfavorable el desempeño, las emisiones y la vida útil del motor.

Mucho depende del sistema de alimentación para el desempeño del motor, es por ello que el diseño de este es muy importante, el largo y la forma de este afecta en gran medida a la potencia que llegue a desarrollar un motor.

Al llegar el ducto de la admisión a la cámara de combustión y utilizando fenómenos naturales, cuando un gas se desplaza velozmente dentro de un tubo, este ayuda a homogeneizar la mezcla que llega al cilindro. Un múltiple se puede modificar para lograr un mejor rendimiento según nuestro requerimiento es así que un múltiple de admisión de poco diámetro permite generar una alta potencia de motor a un número de revoluciones de motor bajas, en cambio, si al mismo motor se le coloca un múltiple de mayor diámetro la misma potencia se la obtendrá a un mayor número de revoluciones.

2.4 Fluómetro.

Figura 2. Fluómetro.



Fuente: Autor

2.4.1 Función.

El flujómetro es un aparato que mide la cantidad de flujo a través de un paso o ducto, para el sector automotriz el flujómetro es quien nos ayuda a determinar el paso de aire a través del sistema de alimentación del vehículo, tomando en cuenta este principio se puede determinar si cuando se realiza un rediseño a un conducto en el motor este llega a ser una mejora a la potencia del auto o si este rediseño nos resulta en una pérdida de la misma.

El flujómetro integrado en el vehículo moderno es el conocido como sensor MAF (Mass Air Flow), este sensor es uno de los determinantes al momento que la pc del vehículo tome la decisión de cuanto combustible va a necesitar para una correcta estequiometria en la combustión, elemento que es determinante para un correcto aprovechamiento y eficiencia del motor a la hora de su desempeño.

2.4.2 Mantenimiento

El flujómetro o sensor MAF de los vehículos modernos son libres de mantenimiento ya que por su material de fabricación (hilo de platino) que es un compuesto muy vulnerable si se lo limpia puede verse afectado y nos puede dar mediciones erróneas, lo que causaría que el PCM determine erróneamente la cantidad necesaria de combustible y nos provoque un motor con baja eficiencia.

2.4.3 El flujómetro en el motor de competencia.

En la actualidad se está empezando a trabajar con PCM modificables lo cual nos permite al momento de modificar un motor cambiar los parámetros en los cuales van trabajar los sensores, de esta manera se logra un mejor performance de la máquina. El flujómetro descrito en este trabajo nos va a ayudar al momento de realizar el rediseño en especial de los ductos de admisión y el tapa válvulas para lograr un mejor flujo de aire y de esta manera aprovechar de mejor manera los otros elementos del motor, el flujómetro nos va a ayudar a aprovechar de mejor manera los canales de admisión para lograr tener una mejor potencia con los mismos componentes del motor estándar.

2.5 Filtro de aire.

Figura 3: Filtro de aire.



Fuente: <http://www.uniflux-filters.eu/filtros-de-aire/?lang=es>

2.5.1 Función.

El filtro de aire tiene como propósito el permitir la entrada de aire necesario para una combustión completa y a su vez el de purificar el aire, también hay que tener bien claro que las partículas más dañinas son tan pequeñas que debemos de juntar unas 5 solo para poder verlas.

Por lo general el filtro de aire está ubicado por el frente del motor ya que necesita de aire frío, de esta manera aspira un aire más fresco con el cual se puede lograr un incremento (aunque ligero) de la potencia del motor.

Se ha demostrado varias veces que para reducir las reparaciones del motor se debe de mantener limpio el sistema de filtración, todo el aire contiene pequeñas partículas de

material abrasivo y de suciedad y debemos de tratar de conservar en buen estado este elemento por que el buen funcionamiento de un motor no lo hace una sola pieza sino un conjunto de piezas y mecanismos que nos ayudan a que el motor trabaje en óptimas condiciones.

Si de una u otra manera el filtro de aire no está trabajando de forma eficaz nos podremos enfrentar a varios problemas al momento de tratar de alcanzar la máxima potencia de nuestro motor, ya que las partículas llegan a dañar la película protectora de lubricante que se forma en el cilindro y estos llegan a causar un desgaste excesivo en pistones, anillos, camisas, válvulas, y muchas otras partes, lo que nos lleva a tener una pérdida de potencia.

Por otro lado si no realizamos un buen mantenimiento de este elemento filtrante se va a producir un taponamiento en este lo cual va a causar que el aire que ingrese no sea el necesario para obtener un rendimiento óptimo para nuestro motor.

2.5.2 Mantenimiento.

Para realizar un correcto mantenimiento del filtro debemos de tener muy en cuenta la ficha técnica del fabricante porque la mayoría de los fabricantes no aprueban la práctica de la limpieza del mismo, pues se agranda los orificios que realizan la filtración; ciertos fabricantes permiten un limpiado del filtro siguiendo ciertos pasos y con productos avalados por ellos y permiten una limpieza con soplete hasta cierta presión de aire para que el elemento filtrante sufra el menor daño posible.

De todas maneras no se puede abusar de la limpieza del filtro porque por más de que se lo realice con cuidado siempre se deteriora un poco el elemento filtrante y esto aumenta el desgaste del motor, es por eso que varios de los fabricantes aconsejan que una vez terminada la vida útil del filtro se lo remplace.

2.5.3 El filtro en el motor de competencia.

Figura 4: Filtro de competencia.



Fuente: <http://aiaespecialparts.webnode.com.ar/oferta/productos/filtros-de-aire-biconicos/>

En el auto de carreras este elemento por lo general se lo sobredimensiona ya que de por si en las carreras los autos se ven forzados a estar bajo condiciones adversas, por ejemplo en un auto de pista el auto va a succionar un poco del aire que es expulsado por el escape del auto que va delante suyo; en cambio en auto de rally se ve forzado a andar por caminos que no prestan las mejores condiciones para los motores.

Para el motor de competencia hay que tener muy en cuenta varios puntos, en este caso hay que ver para que tipo de competencia se está preparando el auto, ya que dependiendo del tipo de competición se debe seleccionar las mejores opciones, incluso se puede variar la ubicación del mismo, por ejemplo para un vehículo de competencias de 4x4 se puede ubicar el filtro en la parte superior, no solo del capo sino de la cabina tomando en cuenta de que el vehículo va a tener muchos obstáculos como charcos , ríos, lodo, etc.

2.6 El múltiple de admisión.

Figura 5: Colector de admisión.



Fuente: Autor

2.6.1 Función.

El múltiple de admisión llamado también colector de admisión es el encargado de dirigir al aire o a la mezcla aire-combustible hacia cada una de las cámaras de combustión pasando por las válvulas.

Anteriormente a este elemento no se le daba la importancia que ha llegado a tomar en la actualidad, pero gracias a los avances tecnológicos y a las pruebas que hoy en día se realizan se ha determinado que este componente se ve involucrado directamente en la eficiencia volumétrica gracias a las características que hace tomar al flujo antes del ingreso a la cámara, lo que implica en el funcionamiento completo del motor, sobre todo en lo que estamos tratando que es la potencia.

Además de canalizar el aire o la mezcla aire-combustible hacia las válvulas, el múltiple o el colector de la admisión genera fenómenos vibratorios y acústicos, estas vibraciones afectan de forma directa a la admisión de la mezcla en el cilindro y en consecuencia a la potencia máxima que el motor puede llegar a desarrollar.

El material y el diseño del múltiple hacen que el comportamiento del fluido que está en su interior varíe, otro punto a tener en cuenta es el acabado superficial que este posee, ya que estos elementos son el resultado de una fundición pero luego se les puede realizar un acabado el maquinas o a mano.

2.6.2 Mantenimiento.

En realidad al colector se lo puede considerar libre de mantenimiento, ya que no presenta un mantenimiento específico, sin embargo eso no quita que a este elemento se lo pueda verificar y dar una limpieza a manera de mantenimiento.

Con esto lograremos evidenciar cualquier anomalía o daño como pequeñas fisuras o cavitaciones que puedan llegar a ocurrir, para tomar medidas correctivas a tiempo y lograr un óptimo funcionamiento y acoplamiento entre las piezas que conforman el motor.

2.6.3 El múltiple de admisión en el motor de competencia.

Figura 6: Colector de admisión modificado.



Fuente: http://www.ec2atm.com/IMAGENES/Carburador_06.jpg

Al contrario de lo que se piensa, si el múltiple posee sus superficies extremadamente lisas y pulidas no van a favorecer a la distribución de la mezcla porque el combustible líquido suele adherirse con más fuerza a este tipo de superficies.

Además en el radio de curvatura de los múltiples es aconsejable que no sea menor al 75% del diámetro del ducto, si no se cumple esto se ve aumentada la presión del combustible en el exterior de la curva lo que genera una acumulación excesiva del combustible, causando ligeras pérdidas que aunque no sean muy significativas lo que queremos lograr en un motor de alta eficiencia es el máximo aprovechamiento y las mínimas pérdidas.

2.7 Combustión.

En los motores, la potencia la obtenemos gracias a la combustión de la mezcla de aire-combustible, esta combustión se la realiza dentro de una cámara de combustión nombrada así gracias a la función que desempeña.

Pero el rendimiento de un motor es muy reducido, pues la repartición de la energía química contenida en el combustible, al momento de transformarse, la mayor parte de esta se convierte en calor perdido, y se logra aprovechar solo un 24% en forma de potencia disponible en el cigüeñal, que es la potencia indicada en las características dadas por los fabricantes, según las normas americanas SAE.

Para tener una mejor idea, se habla de que del 100% de la energía liberada de la combustión un 37% es pérdida como calor en los gases de escape, el 33% es pérdida como calor en el agua de refrigeración del motor, el 6% es pérdida por la resistencia de frotamiento interno del motor y tan solo el 24% restante, es el que resulta como potencia o trabajo útil.

Para indicar el poder antidetonante de un combustible, se emplea un número llamado índice de octano, mientras más alto es este número, más alta es la compresión, por tanto, se obtiene más potencia para la misma cilindrada de motor y cantidad de combustible empleado. Además, los combustibles de elevado número de octano apenas producen carbonilla, y el motor se mantiene limpio durante mucho más tiempo que con las corrientes.

2.8 Cámara de combustión.

Figura 7: Combustión en el motor



Fuente: <http://1.bp.blogspot.com/-CRIJKn2Iogg/Ty77efx3mYI/AAAAAAAAABw/ngPY436CxEO/s1600/octanaje.jpg>

2.8.1 Función.

La cámara de combustión, va en conjunto con el cilindro, dentro del cual se realiza la combustión de la mezcla aire-combustible, en este se desplaza un pistón que es empujado por la fuerza que produce la combustión de la mezcla, y por el extremo superior el cilindro es cerrado por la culata o tapa de cilindros y sus respectivas válvulas. Además una cámara de combustión debe ser capaz de permitir que el combustible se queme eficazmente sobre una amplia gama de condiciones operacionales sin incurrir en una gran pérdida de presión.

La cámara de combustión ha evolucionado con el tiempo, de modo que está en permanente cambio siempre tendiendo a mejorar su rendimiento, como la tecnología presente en cada fabricante de vehículos es diferente, cada uno ha seguido caminos diferentes, por lo que en la actualidad se han adoptado numerosas formas. La forma de la cámara de combustión es un factor de vital importancia, puesto que influye en la performance y potencia del motor.

Las cámaras más comunes son las cilíndricas, las cámaras de bañera y/o cuña, y las hemisférica, siendo su forma determinada por las necesidades de alojamiento y tamaño en el motor, y requerimientos de posición de válvulas y bujías.

2.8.2 Mantenimiento.

En la cámara de combustión se puede llegar a acumular hollín (Sustancia negra, muy fina y grasienta, que forma el humo y queda adherida a la superficie por donde este sale) que puede conseguir reducir la transferencia de calor y, por lo tanto, reducir la eficiencia.

Para eliminar este hollín existen varios métodos, entre ellos y gracias a las nuevas tecnologías actualmente hay en el mercado varios aditivos químicos que nos ayudan a limpiar la cámara de combustión.

Otra forma de mantener la cámara de combustión limpia es la utilización de un buen aceite conjuntamente con una adecuada calibración de válvulas y un buen juego de bujías, esto para garantizar una buena combustión de la mezcla, de tal modo que el aceite cree una fina capa la cual proteja las paredes del cilindro no solo del hollín, sino que disminuya la fricción que se genera por el desplazamiento del pistón a lo largo del cilindro, con esto alargaremos la vida útil de la cámara de combustión por desgastes y además reduciremos la pérdida de presión por el desgaste generado.

2.8.3 La cámara de combustión en el motor de competencia.

Figura 8: Mecánico trabajando en cámara de combustión



Fuente: <http://www.forocoches.com/foro/showthread.php?s=b3c2b7cf8c3a36d858a26b6be77435bb&t=1323591&page=3>

Cuando nos referimos a la cámara de combustión al momento de realizar una modificación, se puede decir que es la parte más importante del motor, de manera que, así se encuentre cualquier otro mecanismo, dispositivo eléctrico o mecánico en perfectas condiciones, si esta no se encuentra en condiciones de trabajo no va a realizar la combustión de la mezcla de una forma adecuada y así invalidar cualquier trabajo anteriormente realizado en el motor.

Es por eso que es de vital importancia la manera de cómo y cuánto de la mezcla ingresa a la cámara de combustión. Como ya lo he mencionado, mientras más combustible se logra ingresar a esta, se va a obtener una mayor fuerza, lo que representa una mayor potencia y un motor mucho más eficiente. Por tanto, debe de hallarse precedido de un buen sistema de carburación, buen sistema de encendido para que realice un quemado completo de la mezcla.

El camino que se decida seguir con la modificación de la cámara de combustión va a depender de muchos factores, entre ellos el reglamento de las competencias, la compresión de la misma, el combustible utilizado, entre otros, es por eso que hay muchas alternativas a seguir.

2.9 Válvulas.

Figura 9: Válvulas de admisión y escape.



Fuente: <http://1.bp.blogspot.com/-eFj0ckT7-Z8/UUWTDceIzI/AAAAAAAAAC38/9dvl7r3h5d0/s400/valvulas+admisi%25C3%25B3n-escape.jpg>

2.9.1 Función.

Las válvulas son un elemento mecánico que varían su posición haciendo que se hermetice la cámara de combustión, y permiten el paso del aire hacia y desde la cámara de combustión, las válvulas son por lo general de forma redonda u ovalada y poseen en un extremo de una varilla conocida también como “vástago de la válvula” un tapón cónico, por lo general en forma de disco, este vástago guía a la válvula a través de una guía, para que el tapón cónico permita o no el paso de un lugar a otro.

En los motores de 4 tiempos tenemos que:

- En el tiempo de admisión, la o las válvulas de admisión se encuentra abiertas para permitir el llenado de la mezcla en la cámara de combustión, mientras que la o las válvulas de escape se encuentran cerradas. El pistón genera un vacío en su carrera descendente ayudando de esta forma al llenado.
- En el tiempo de compresión y el de combustión (mal llamado explosión) todas las válvulas se encuentran cerradas, asegurando una buena hermeticidad de la cámara de combustión para un mejor aprovechamiento.
- En el tiempo de escape, la o las válvulas de admisión se encuentran cerradas, y la o las de escape se encuentran abiertas, permitiendo que el gas resultado de la combustión

salga de la cámara para dar paso a una mezcla limpia para una nueva combustión. El pistón en su carrera ascendente va generando un barrido de los gases para una mejor evacuación de los mismos, lo que se pretende es sacar en un 100% los gases quemados para un mejor llenado y un mejor performance del motor.

Cabe destacar que lo mencionado anteriormente es un caso ideal, pero en la práctica no se lo puede hacer ya que a las velocidades que esto ocurre en un motor en funcionamiento, es casi imposible que en el momento exacto en que el pistón se encuentre en el PMS o PMI se abran o cierren las válvulas. Por eso existe el cruce de válvulas. Otro punto a destacar es que en la actualidad las PCM de los autos ayudan a corregir estos valores.

Las diferencias de presiones causadas dentro de la cámara de combustión también ayudan a que las válvulas se abran o cierren.

2.9.2 Mantenimiento.

Ya que las válvulas no son elementos de fácil y rápido acceso, y ya que por lo general es una sola pieza, no requiere de un mantenimiento especializado, sin embargo si hay varias acciones preventivas que podemos realizar para evitar varios problemas que se pueden generar en este valioso elemento.

Lo primero y lo más fundamental es que la válvula se encuentre bien lubricada, de lo contrario la válvula puede sufrir de un atascamiento, aunque este no es el único motivo para un atascamiento de esta, además de la mala lubricación otra causa probable es una mala calidad del lubricante, una mala tolerancia entre el vástago de la válvula y la guía. Con los mismos errores antes mencionados también podemos tener una válvula que tenga una gran acumulación de carbón.

Otra de las fallas más comunes en las válvulas son las rupturas, estas pueden ser principalmente por fatiga o por impacto, en el primer caso las causas pueden ser una sobre velocidad, por un juego excesivo entre el vástago y la guía, resortes de válvulas débiles o rotos, entre otros; en el caso de una ruptura por impacto las causas pueden ser resortes por excesiva presión, excesivo juego en el tren de balancines y válvulas, cuñeros desgastados, entre otro.

Como podemos darnos cuenta existen muchos factores externos que influyen en el mal funcionamiento de este elemento, pero como mantenimiento del mismo lo primordial es como ya lo he dicho, el uso de un lubricante de buena calidad, asegurarnos de que reciba un buen nivel de lubricación y su regulación.

2.9.3 Las válvulas en el motor de competencia.

Figura 10: Válvulas de competencia.



Fuente: <http://www.ibanezcompeticion.cl/documents/66.html>

Anteriormente a los motores de competencia se las cambiaba del tradicional dos válvulas por cilindro (una de admisión y otra de escape), a las culatas multiválvulas (con dos de admisión y dos de escape, o dos de admisión y una de escape, por cilindro) para lograr una mayor optimización en la entrada de gases frescos y en la evacuación de los gases quemados, en la actualidad esta modificación se ha hecho presente en los vehículos de fabricación en serie, ya que se incrementa la potencia en un porcentaje muy representativo.

En el motor de competición el empleo del doble de válvulas tiene dos ventajas principales.

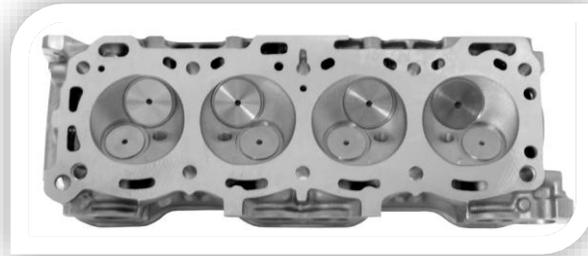
- El incremento de la superficie válida para el flujo de gases, con lo que se puede aumentar la capacidad del cilindro para admitir y expulsar los mismos.
- La posibilidad de colocar la bujía en el centro geométrico de la cámara de combustión, con lo que se consigue una uniformidad en el desplazamiento del frente de llama, que favorece el buen quemado de la mezcla.

En las válvulas también se pueden hacer modificaciones ligeras de peso y ciertos elementos externos como los resortes, para una optimización de recursos, en los motores de

competencia gracias al flujómetro se pueden determinar la alzada de válvula para que entre la cantidad óptima de mezcla.

2.10 Culata.

Figura 11: Culata.



Fuente: <http://www.culata.com/images/910610.jpg>

2.10.1 Función.

La culata o también conocida como tapa de válvulas es la parte superior del motor, y su función es alojar las válvulas y sus conductos, por lo tanto esta pieza interviene directamente en la entrada, control y salida de los gases, además de permitir el cierre hermético de los cilindros.

Antiguamente las culatas eran hechas de fundición, pero hoy en día las culatas se hacen de aleaciones a base de aluminio. Las ventajas que nos ofrece este tipo de aleaciones es que es mucho más manejable y nos da más garantías que las antiguas, además gracias a la buena conductividad térmica de la aleación esta puede llegar rápidamente la temperatura de funcionamiento, pero también facilita su propia refrigeración cuando se produce exceso de calor durante el funcionamiento normal del motor.

La tapa de cilindros puede tener diferentes formas dependiendo del motor y tipo de motor, de tipo lateral, con balancines, o con árbol de levas; esta culata recubre un cilindro, un grupo de cilindros o todos los cilindros. Se fija al plano superior del bloque por medio de espárragos con tuercas.

En la culata también se encuentra colocada la bujía, y la ubicación de ella es muy importante para que salte la chispa rápidamente a las partes más alejadas, para protección

de la bujía en la culata existe una pequeña cámara de compresión o explosión, que es como un vaciado de la misma y su forma tiene gran influencia en el rendimiento del motor, esta debe ser compacta y con escasos bordes para evitar pérdida de calor.

2.10.2 Mantenimiento.

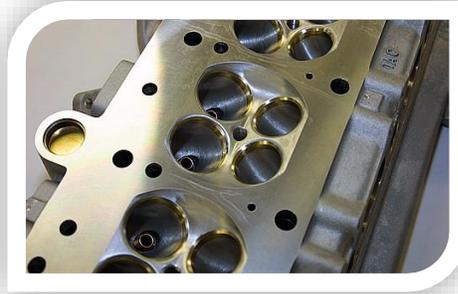
En realidad no se suele hacer un mantenimiento preventivo, ya que no es una pieza que se la pueda desmontar y montar muy seguido, además no suelen presentar daños muy seguidos, por lo cual se considera como una pieza libre de mantenimiento, sin embargo cuando existe un problema se debe hacer un mantenimiento correctivo.

Los problemas que pueden ocasionarse aunque no en la culata misma, sino en el empaque de la culata, esta falla es la más común cuando un motor comienza a botar humo azul o blanco por el escape, también nos podemos dar cuenta porque se siente una ligera pérdida de potencia.

Estos problemas se pueden minimizar teniendo muy en cuenta que el problema se origina mayormente por un sobrecalentamiento, esto podemos evitarlo si mantenemos el sistema de refrigeración en óptimas condiciones. Siempre debemos de asegurarnos que el sistema de refrigeración posea una cantidad adecuada de líquido refrigerante, debemos darnos cuenta de que el ventilador se esté funcional, la prevención es la clave ya que una junta de la culata muy rara vez se va a estropear simplemente debido a su tiempo o por su desgaste normal o uso.

2.10.3 La culata en el motor de competencia.

Figura 12: Culata modificada.



Fuente: <http://www.rush-works.com/wp-content/uploads/2009/05/culata-cosworth52.jpg>

Este elemento ha sido motivo de estudio de grandes autores y grandes preparadores de motores a nivel mundial, en esta pieza es donde podemos hacer varias cosas en las cuales los otros elementos van a tener que estar inmersas. Es la unión de las diferentes cámaras de combustión en una sola pieza.

El trabajo realizado en una tapa de cilindros, es una de las fases más importantes en la preparación de un motor de explosión.

En esta pieza, en la que se produce la entrada, control y salida de los gases, es donde podemos hacer más cosas y con mayor efectividad para obtener un considerable aumento de potencia.

En la tapa de cilindros se pueden hacer modificaciones en:

- La cámara de combustión
- Las válvulas
- Los conductos de admisión y escape

Pero hay que tener mucho cuidado de no sobrepasarse en las modificaciones ya que esto puede debilitar en exceso a la culata y en lugar de beneficiarnos nos podría llevar a un fracaso en las competencias.

2.11 Sistema de escape.

Cuando hablamos del sistema de escape estamos hablando de por dónde se dirige los gases una vez estos hayan pasado por la cámara de combustión, es decir todos los elementos que intervienen para que los gases sean dirigidos de una manera adecuada de vuelta a la atmósfera.

A este sistema se lo ha dejado de lado durante mucho tiempo antiguamente no se realizaba estudios para ver los beneficios que presenta el motor al tener un cambio en su diseño, además a este sistema solo se lo consideraba de poca importancia, ya que todo el interés se centraba en el sistema de alimentación y la combustión.

El sistema de escape de los gases, no solo se encarga de evacuar los gases, sino también este sistema se encarga de reducir el ruido generado por el motor durante la combustión, reducir la temperatura y contaminación generada por los humos expulsados, y de asegurar el mayor rendimiento del motor.

Está constituido por el colector o múltiple de escape, que es similar al colector de admisión que lo tratamos anteriormente, un catalizador para los motores de coches de fábrica, y del tubo de escape.

2.12 El múltiple de escape.

Figura 13: Múltiple de escape.



Fuente: <http://tlanepantla-de-baz.doplim.com.mx/multiple-de-escape-para-chevy-corsa-nuevo-original-id-43951.html>

2.12.1 Función.

El múltiple de escape es la pieza que se encarga de reagrupar los gases producidos en cada uno de los cilindros para dirigirlos hacia la atmósfera por un solo ducto, existen diferentes diseños de esta pieza, su funcionamiento es casi a la inversa del múltiple o colector de admisión, pues mientras el de admisión de un solo flujo dirige hacia cada uno de los cilindros, el colector de escape recolecta los diferentes flujos de cada cilindro y los junta en un solo flujo.

Su diseño se ve influenciado en la potencia que el fabricante quiera darle a su vehículo puesto que según el diseño los gases saldrán con una mayor o menor velocidad, provocando una mayor o menor potencia, pero también hay que tomar en cuenta los costos de fabricación y diseño ya que de lo contrario todos los vehículos de serie tendrían instalados un colector de escape que desempeñe el mejor papel, pero como cada motor y cada modelo de vehículo tiene un diseño diferente y para abaratar costos de investigación los fabricantes se limitan a colocar un colector estándar.

2.12.2 Mantenimiento.

El mantenimiento del colector de escape al igual que del colector de admisión se ve muy limitado, sin embargo es muy importante que de tanto en tanto nos fijemos en el estado de esta pieza, más aun cuando un motor esta con una temperatura superior a la normal, ya que a pesar de que la pieza está diseñada para soportar grandes temperaturas si la temperatura excede la normal puede llegar a causar un mal funcionamiento en el catalizador.

2.12.3 El múltiple de escape en el motor de competencia.

Figura 14: Múltiple de escape modificado.



Fuente: <http://www.power-car.cl/stock/index.php?cPath=33>

El múltiple de escape presta una ventaja, que a pesar de que no sea mucha a la hora del aumento de la potencia, si es de gran importancia ya que esos pequeños aumentos pueden llegar a ser decisivos al momento de una competencia, puesto que ese pequeño aumento a pesar de no ser muy grande si es muy notorio, y llega a ser un detalle crucial entre el ganar y perder una carrera o inclusive un campeonato.

Aunque en esta pieza no se realiza mayores cambios, los efectos de su diseño cambian de manera radical el comportamiento del motor, el colector del escape al juntar los gases resultado de la combustión debe tener muy en cuenta que el motor al estar preparado se ve sometido a una temperatura mayor, así que hay que tener muy en cuenta el material que va a ser utilizado.

En cuanto a la forma que se utiliza para juntar el flujo proveniente de cada cilindro el múltiple o colector suele hacerlo de dos maneras para los vehículos de 4 cilindros, que son los motores más comunes en nuestro medio. Suelen hacerlo de 4 a 1 o de 4 a 2 a 1. Esto quiere decir que en el primer caso las salidas de los 4 cilindros se fusionan directamente en un solo tubo, y en el caso de 4 a 2 a 1 se fusionan para formar de dos cilindros una sola salida y luego esas dos salidas que se formaron se fusionan para tener una sola salida.

Otra forma de diseño del múltiple aunque no muy usado es el 4 a 2, teniendo como resultado 2 salidas de escape, este diseño no es muy usado ya que el espacio disponible hace que su utilización sea muy difícil, a pesar de que las ganancias sean un poco mayores

no representa mucho respecto a los gastos a los que hay que someterse para poder hacer un espacio para el mismo.

Según el diseño que este posea se va a ver afectada la velocidad de salida del aire y por consiguiente un mejor y más rápido vaciado de los gases de la cámara, con lo que ganamos un mejor rendimiento del motor y un aumento de la potencia, que repito aunque no sea muy elevado si es un aumento representativo. En el diseño también se contempla su diámetro y distancia.

2.13 El catalizador.

Figura 15: Catalizador.



Fuente: http://www.diariomotor.com/imagenes/2009/09/03_G_Katalysator.jpg

2.13.1 Función.

El catalizador es un elemento que nos ayuda a limpiar los gases producidos en el motor, tratando de formar más dióxido de carbono en lugar de monóxido de carbono ya que este último es más nocivos para la salud.

Este catalizador en su interior produce modificaciones químicas en los gases antes de liberarlos a la atmosfera, los automóviles modernos controlan con gran precisión los elementos producidos en la combustión para a través de la inyección electrónica regular la mezcla y poder garantizar la menor contaminación posible.

El catalizador en los últimos años ha venido cobrando una gran importancia en los vehículos de serie, ya que a pesar de que hoy en día este elemento del sistema de escape es obligatorio, los fabricantes se encuentran en grandes campañas para demostrar que sus vehículos no solo pueden ser potentes y económicos sino que también llegan a ser muy

amigables con el medio ambiente que se ha visto muy afectado por la industria automotriz a lo largo de los años desde su aparición, por otro lado las personas en la actualidad hemos cobrado una conciencia más ecológica, por lo que todo el mercado se ha visto obligado a mejorar sus productos en este aspecto, con lo cual los fabricantes automotrices no quieren perder su segmento del mercado y en su lugar ganar más campo en los segmentos ecológicos más crecientes del mercado.

2.13.2 Mantenimiento.

Lo más importante al momento de realizar el mantenimiento del catalizador es que este elemento depende en gran manera de como este el motor, es decir si nuestro motor está realizando una buena mezcla aire-combustible, esté debe de realizar una buena combustión y por consiguiente el catalizador va a realizar un buen trabajo y no va a necesitar un mantenimiento exhaustivo, bastara con realizar una revisión de la emisión de gases de vez en cuando.

Otro consejo de mantenimiento para el catalizador es que hay que evitar los golpes, pues estos impactos terminan con la vida útil del catalizador de inmediato, ya que estos al ser sensibles se llegan a romper causando un malfuncionamiento, taponamiento, recalentamiento y acortando en general la vida útil de este. Además, la avería del dispositivo puede causar pérdida de potencia, ya que al verse limitado el paso de los gases el motor se ahoga de inmediato.

Existe una manera sencilla de comprobar si el catalizador está en mal estado, simplemente con el vehículo frio, hay que realizar unos pequeños golpeteos en el catalizador para determinar si sus componentes internos se encuentran dañados, ya que si lo están provocarían un sonido como de chinesco. En tal caso se recomienda llevarlo a un taller especializado para su reparación. Pero la manera más efectiva de comprobar su funcionamiento es realizar una prueba de banco de emisión de gases.

2.13.3 El catalizador en el motor de competencia.

El catalizador a pesar de ser una parte muy importante en los vehículos de serie no se lo toma en cuenta en el motor de competencia ya que este al ser un elemento que en cierto modo restringe la salida de los gases, esto nos produce una pérdida de la potencia.

Se recomienda que en el sistema de escape de un motor de competencias se busque que los gases sean evacuados de la manera más pronta y eficaz, a pesar de que el diseño de este elemento ha venido variando con el paso de los años, en un motor de competencia, no nos da un buen resultado.

No cabe la menor duda de que en estos mismos instantes se están desarrollando estudios y pruebas para lograr controlar la contaminación a través de este elemento en los coches de competencias, y que no produzca una pérdida de potencia, pero por el momento el catalizador se lo elimina para llegar a tener una expulsión de los gases más pronta. Cabe resaltar que es necesario tratar de incluir este elemento para que exista menos contaminación ambiental.

2.14 El tubo de escape.

Figura 16: Tubo de escape.



Fuente: <http://desenchufados.net/tag/contaminacion/page/3/>

2.14.1 Función.

El tubo de escape es la pieza encargada de dirigir los gases hacia la atmosfera, luego de que estos hayan pasado por el catalizador, es como lo dice su nombre un tubo pero de este también depende un poco la reducción del ruido, su longitud y diámetro están diseñados para asegurar una evacuación óptima de los gases.

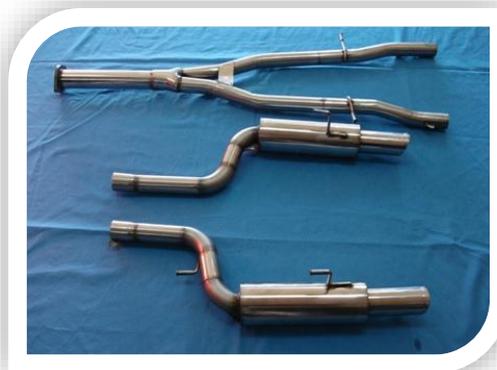
2.14.2 Mantenimiento.

Para realizar el mantenimiento del tubo de escape podemos realizar un limpiado del óxido, el hollín, y la suciedad que se acumula en él, páralo cual vamos a tener que realizar una limpieza no muy exhaustiva del interior del tubo en el extremo de este, esta limpieza se la puede realizar unas dos veces por año.

También se puede realizar una limpieza exterior del tubo con un pulidor de aluminio, esto alargara un poca la vida del tubo, ya que está muy expuesto a la humedad, al oxido y a los gases, por lo cual tiende a deteriorarse, pero si realizamos este pequeño mantenimiento podemos conseguir no solo alargar su vida útil, sino también una optimización del elemento.

2.14.3 El tubo de escape en el motor de competencia.

Figura 17: Tubos de escape modificados.



Fuente: <http://www.vimesasport.com/images/NISSAN%20INFINITI%20013%20WEB%20P.jpg>

En el motor de competición lo que procuramos es que el motor queme la mayor cantidad de mezcla aire-combustible, pero para eso debemos expulsarlos gases producidos por la combustión, es donde juega un papel muy importante el tubo de escape, pues este nos ayuda a evacuar de manera más rápida y eficaz los gases producidos en el interior de la cámara.

En los vehículos de competencia las exigencias que se presentan son muchas y es por eso de que se trata de aprovechar hasta en la pieza que parece no tener importancia, de tal

manera que podamos obtener un excelente rendimiento dentro y fuera de la pista, el tubo de escape ha sido una de las piezas que no han sido tomadas muy en cuenta, pero si realizamos un buen rediseño en esta pieza lograremos un aumento considerable de la potencia del auto.

CAPÍTULO III: MODELACIÓN Y VALIDACIÓN DEL FLUJÓMETRO.

Para la modelación del flujómetro y de cada uno de los componentes del mismo he utilizado el software de SolidWorks que es un programa asistido por computadora que sirve para el modelado mecánico y es desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp.

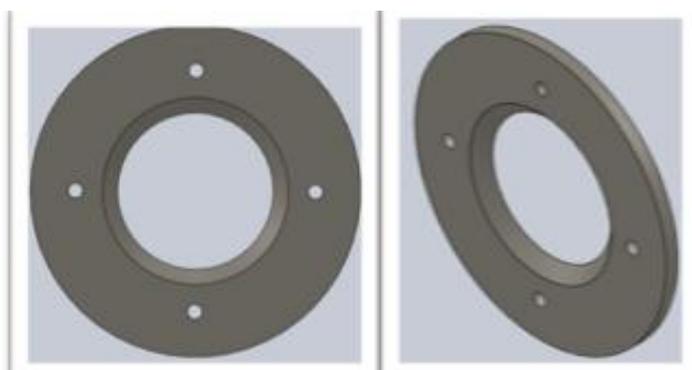
Cabe destacar que para la modelación de los componentes del flujómetro se ha tomado los planos del flujómetro MOD. CF-185, dichos planos se encuentran en la sección de anexos a este trabajo.

3.1. Modelación de la válvula principal.

3.1.1. Modelación de la base de la válvula.

Esta es la base donde sellara la cámara principal del flujómetro para dar la presión de prueba.

Figura 18: Vista frontal e isométrica base válvula.

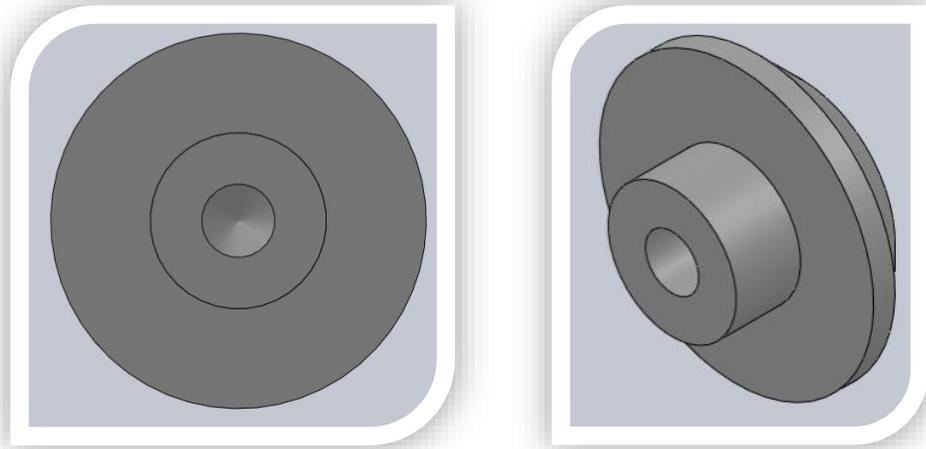


Fuente: Autor

3.1.2. Modelación de la válvula.

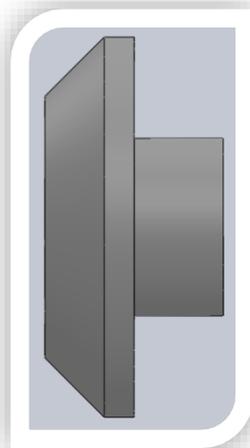
Esta es la válvula principal, va unida mediante un perno roscado a la manivela principal del flujómetro.

Figura 19: Vista posterior e isométrica válvula.



Fuente: Autor

Figura 20: Vista lateral válvula.



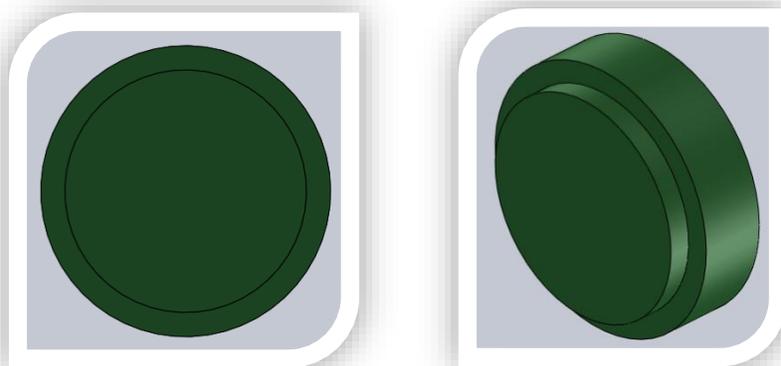
Fuente: Autor

3.1.3. Modelación de las tapas de válvulas.

Estas tapas son las que nos ayudan a controlar la medición del caudal, según cuantas de estas tapas se encuentren colocadas en el medidor podremos verificar cuanto caudal está circulando ese momento.

3.1.4. Tapa de válvula orificio 1.

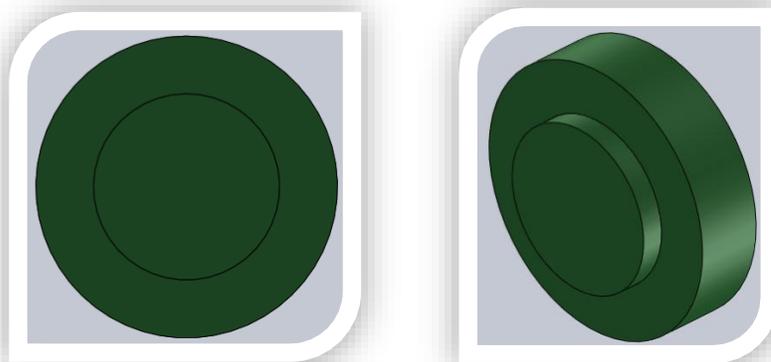
Figura 21: Vista frontal e isométrica tapa 1.



Fuente: Autor

3.1.5. Tapa de válvula orificio 2.

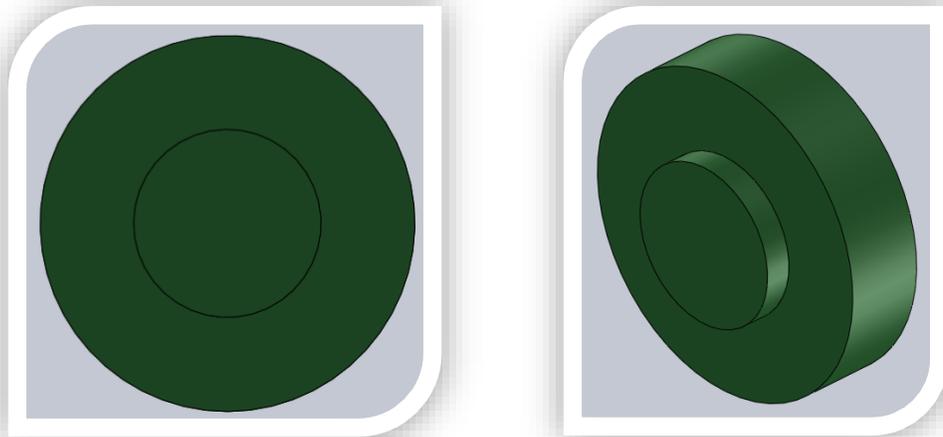
Figura 22: Vista frontal e isométrica tapa 2.



Fuente: Autor

3.1.6. Tapa de válvula orificio 3.

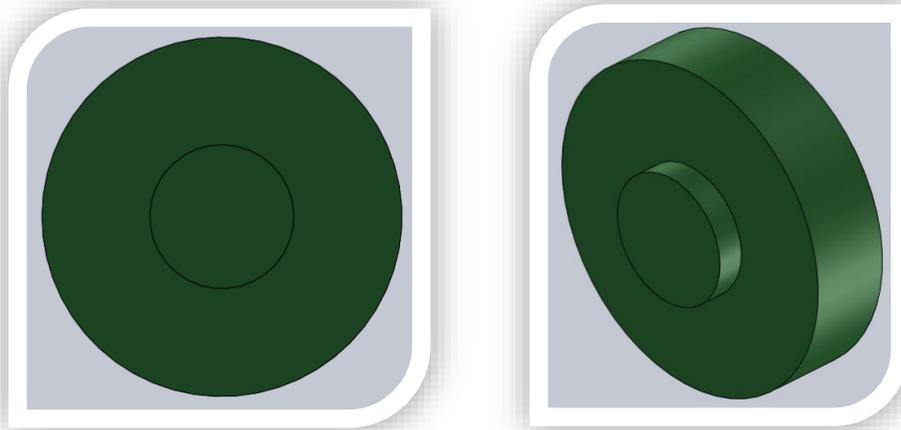
Figura 23: Vista frontal e isométrica tapa 3.



Fuente: Autor

3.1.7. Tapa de válvula orificio 4.

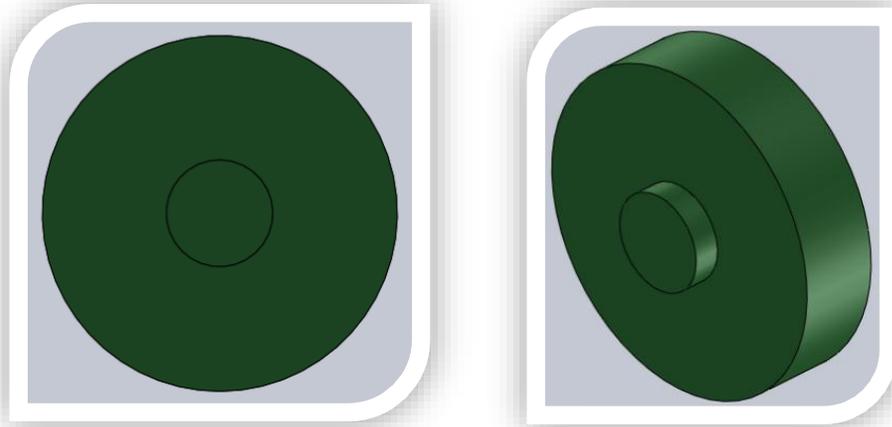
Figura 24: Vista frontal e isométrica tapa 4.



Fuente: Autor

3.1.8. Tapa de válvula orificio 5.

Figura 25: Vista frontal e isométrica tapa5.

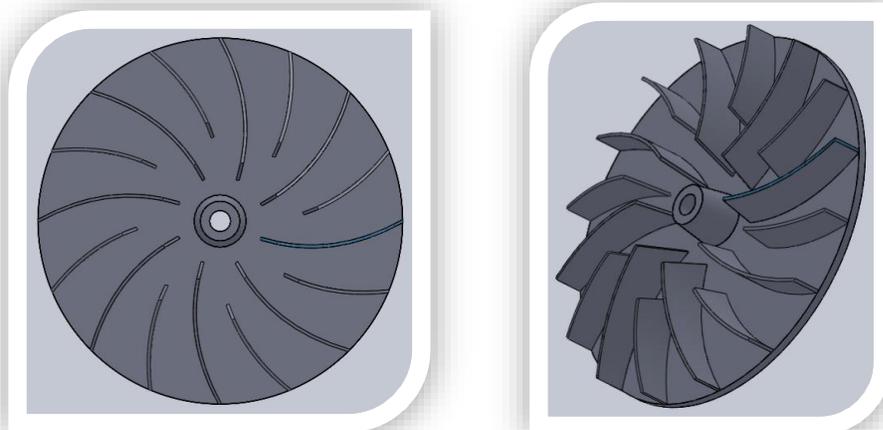


Fuente: Autor

3.1.9 Modelación de la turbina.

La turbina es fundamental para lograr llegar a tener la presión de prueba que necesitamos, si la turbina no logra llegar a darnos esa presión debemos de modificar ya sea la disposición de las aspas o las revoluciones

Figura 26: Vista frontal e isométrica turbina.

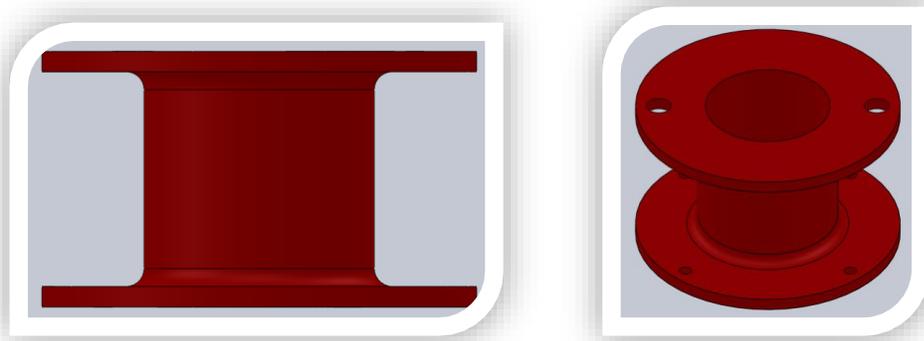


Fuente: Autor

3.1.10 Modelación de soporte de la tapa de cilindros.

Sobre de este componente se colocaran las piezas a ser sometidas a una prueba de flujo.

Figura 27: Vista frontal e isométrica tapa de cilindros.

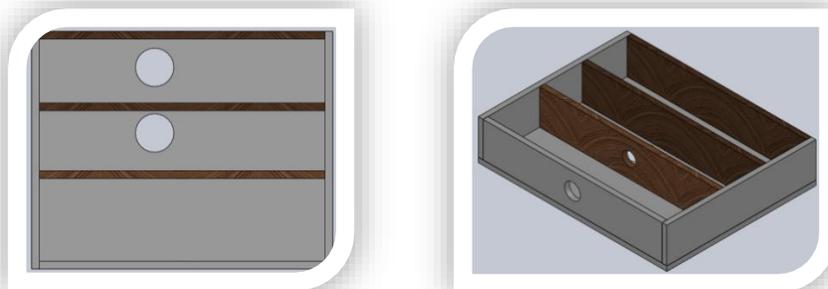


Fuente: Autor

3.1.11 Modelación del cajón principal.

El cajón principal va a tener tres compartimientos, por el primero vamos a ser capaces de obtener una variación de la presión de prueba mediante la apertura o cierre de una válvula principal. En el segundo compartimento es por donde el aire es succionado a la turbina, y en el tercer compartimento es por donde el aire es expulsado a través de los orificios en la tapa.

Figura 28: Vista superior e isométrica cajón principal.

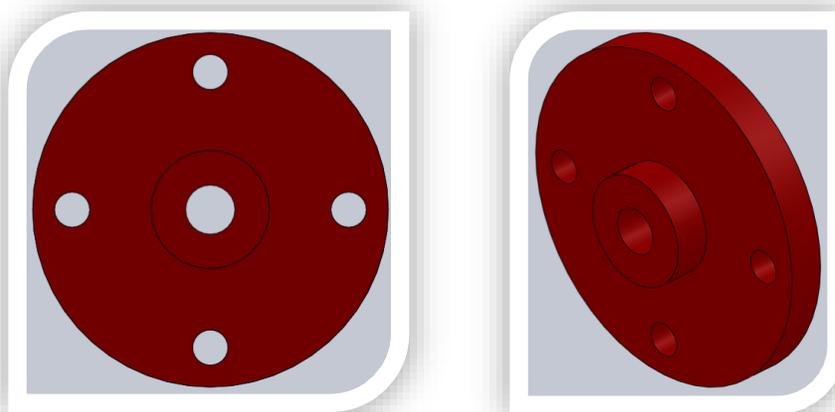


Fuente: Autor

3.2 Modelación de la guía de la válvula.

Este componente nos sirve para abrir y cerrar la válvula principal, ya que posee un roscado en el cual se acopla una varilla roscada que en un extremo posee una manivela y en el otro extremo está ubicada la válvula principal. Además este componente es tope para una contratuerca.

Figura 29: Vista frontal e isométrica guía de válvula.

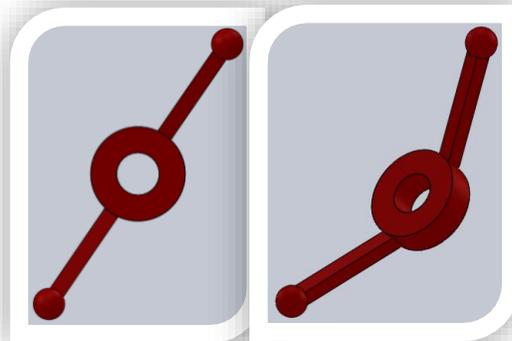


Fuente: Autor

3.3 Modelación de la contratuerca.

Esta contratuerca nos sirve para atrancar la válvula principal en una posición donde logremos obtener la presión de prueba deseada.

Figura 30: Vista frontal e isométrica contratuerca.

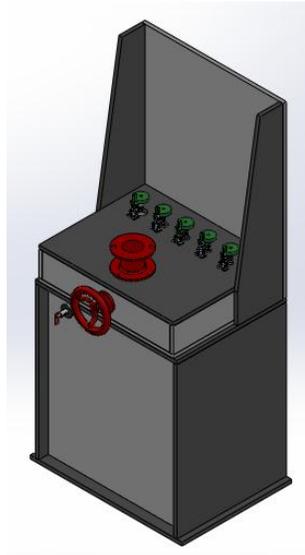


Fuente: Autor

3.4 Modelación de todo el conjunto.

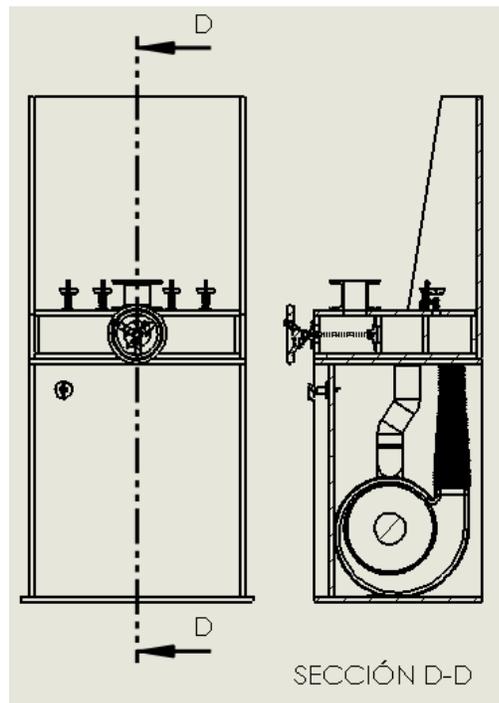
Esta es la imagen de todos los elementos acoplados para tener una idea más clara de hacia a donde tenemos que llegar.

Figura 31: Vista isométrica del flujómetro.



Fuente: Autor

Figura 32: Corte del flujómetro.



Fuente: Autor

CAPÍTULO IV:CONSTRUCCIÓN

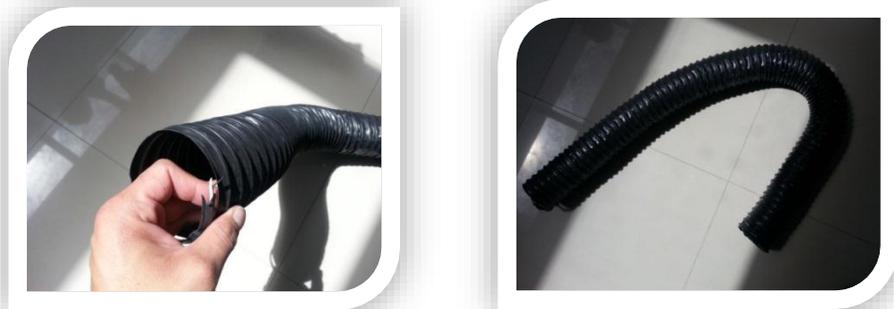
4.1 Materiales de construcción.

Para la realización del flujómetro me permití seleccionar un tipo de material que fuera de fácil acceso a nuestro mediopero al mismo tiempo que cumpla con las características que se necesita para un buen funcionamiento del mismo, según lo especificado en la lista de materiales obtenida a partir del diseño original del flujómetro adquirido por mi parte al preparador de autos Argentino Carlos Funes.

4.1.9 Mangueras.

Las mangueras seleccionadas son de un caucho con una espiral de aluminio lo que permite que no se deforme con la presión, pero a la misma vez que sea fácil de maniobrar, a pesar de que una vez colocadas no se deberían de mover, solo en caso de mantenimiento.

Figura 33:Manguera corrugada.



Fuente: Autor

Figura 34:Lateral de manguera corrugada.



Fuente: Autor

4.1.10 Abrazaderas.

La selección de las abrazaderas para este proyecto fue basada en que las uniones no van a soportar esfuerzo es por eso que solo nos van a prestar su función de asegurar la manguera al ducto, he seleccionado una abrazadera de tornillo que son fácilmente desmontables y además pueden ser reutilizadas.

Figura 35: Abrazadera.



Fuente: Autor

4.1.11 Tornillos.

Para la unión entre las maderas del flujómetro he seleccionado un tornillo para madera de cabeza plana en cruz, de una longitud de dos pulgadas para asegurar la hermeticidad de las cámaras.

Figura 36: Tornillos para madera.



Fuente: Autor

4.2 Materiales eléctricos.

4.2.9 Cables.

Los cables empleados para el circuito eléctrico del flujómetro fueron los recomendados por el diseñador, los cuales vienen descritos en la lista de materiales proporcionada que se encuentra en la sección de anexos al trabajo.

Figura 37: Cable multifilar verde # 12.



Fuente: Autor

4.2.10 Contactor.

Un contactor es un elemento eléctrico cuya función es muy similar a la de un relé, cuando por este llega una señal eléctrica hace que conecte una placa para que circule corriente por un determinado elemento como por ejemplo un motor eléctrico. El contactor que se ocupó para este proyecto es un contactor CNC para 220 V.

Figura 38: Contactor.



Fuente: Autor

4.2.11 Testigos luminosos.

Los testigos luminosos que he seleccionado para el tablero del flujómetro son los de tipo ojo de buey con luz led, he seleccionado de los colores amarillo y verde, el amarillo que nos indica que el sistema se encuentra energizado el sistema, y el verde que es el que nos indica que la maquina se encuentra en funcionamiento.

Figura 39: Testigo luminoso amarillo.



Fuente: Autor

4.3 Varios.

4.3.9 Escala.

Las escala que se han utilizado en el flujómetro es de 1:1 y se encuentra en pulgadas que corresponde al sistema inglés, ya que se va a trabajar con agua y se va a tomar en cuenta una presión de prueba sugerida en 10 pulgadas de agua.

4.3.10 Mangueras de plástico.

La manguera utilizada debe resistir un vacío de por lo menos 7 PSI esta nos servirá para medir la presión en un punto específico del elemento probado, es una manguera que sea de fácil manipulación.

Figura 40: Manguera plástica.



Fuente: Autor

4.3.11 Cierres rápidos.

Los cierres que se utilizaron para proteger las tapas del desfogue se los obtuvo por su fácil adquisición en el mercado y cumplen la función de mantener las tapas en su lugar y no permitir que se desprendan de su posición.

4.3.12 Pernos.

Los pernos utilizados para la sujeción del motor y de la turbina son unos pernos de acero SAE GRADO 8 el cual por su tipo de fabricación (acero de medio carbono aleado tratado térmicamente), este tipo de perno es recomendado en lugares donde exista movimiento y vibración, por lo cual es perfecto para este proyecto.

Figura 41: Pernos para base turbina y base motor.



Fuente: Autor

4.3.13 Arandelas.

Las arandelas son para que al momento de sujetar la base del motor en la base del cajón inferior y por el movimiento y vibración del motor preservar la madera, es por ello que la superficie de contacto debe de ser amplia.

Figura 422: Arandelas.



Fuente: Autor

4.4 Maderas.

La madera que utilice para la construcción del flujómetro es un aglomerado de 18 milímetros, ya que esta nos presta las ventajas de su rigidez, su superficie es uniforme, no suele torcerse, y tiene una mejor tracción con los tornillos gracias a su superficie, además gracias a su espesor y forma de fabricación nos ayuda a que el cajón sea hermético.

4.5 Pulsador.

El botón pulsador que se selecciona para el tablero electrónico del flujómetro es un pulsador monolítico momentáneo, este cumple la función de dejar pasar la corriente para que el motor empiece a trabajar, las ventajas que presenta ante otro tipo de pulsadores es por su fácil adquisición, fácil instalación.

Figura 43: Pulsador monolítico momentáneo.



Fuente: Autor

4.6 Cortador interruptor.

El interruptor que use para energizar y des energizar el circuito ha sido un operador tipo hongo de 3 posiciones, se ha tomado mucho en cuenta para la selección de este elemento la seguridad, este particular elemento nos presta la seguridad de que por cualquier motivo se deba detener el funcionamiento de inmediato funciona como botón de emergencia, ya que al girarlo energiza el sistema y al presionarlo corta toda la tensión del sistema.

Figura 44: Interruptor tipo hongo.



Fuente: Autor

4.5 Acople de la estructura exterior.

4.5.1 Montaje de la caja principal.

En primer lugar las maderas al ser en su mayoría de un corte rectangular, al momento de adquirir las mismas en la empresa distribuidora se pidió las medidas deseadas, con lo cual en el momento de su adquisición y con todas las normas de seguridad y garantías que presto la distribuidora se logró obtener las piezas ya listas para su armado.

Al momento del ensamblado procedí al armado de la caja principal del flujómetro, teniendo en cuenta y siguiendo cuidadosamente los planos, los cuales se encuentran anexos al proyecto.

Para ello arme el exterior de la caja teniendo en cuenta que en el frente del cajón va ubicado un elemento de plástico que nos sirve como guía para la varilla roscada que contiene la válvula principal, y por lo cual debí hacer un agujero en la madera que iba a ser utilizada como frente del flujómetro, el agujero debe ser en la mitad de la madera. Todas estas medidas se encuentran en los planos en la sección de anexos.

Una vez que arme el exterior del cajón principal, continué con las separaciones que debe tener en su interior, para lo cual una de ellas, la más próxima al frente debe contener un orificio concéntrico al del frente ya que en este va ubicado la base de la válvula que permite al paso del aire para que sea aspirado por la turbina.

Con eso daría por terminado el ensamblado del cajón con sus compartimentos, para a continuación realizar el dibujo y posterior perforado de los agujeros de la tapa del cajón principal, para ello se siguió cautelosamente con el diseño y los planos para lograr una tapa adecuada para el propósito de este proyecto.

Figura 45: Madera para ensablado.



Fuente: Autor

Figura 46: Cajón principal.



Fuente: Autor

Figura 47: Tapa cajón principal.



Fuente: Autor

4.5.2 Ensamblado del cajón inferior.

Para el ensamblado del cajón inferior requerí de cinco rectángulos de la madera, tres para los laterales y los otros dos para la base y la tapa, las medidas están detalladas en los anexos.

Figura 48: Tapa y laterales cajón inferior.



Fuente: Autor

Figura 49: Cajón inferior (vista posterior e isométrica).



Fuente: Autor

4.6 Ensamble de la turbina.

Para lograr ensamblar la turbina se la realizo en un torno para que esta logre tener el balance apropiado para que no exista ningún problema en el momento de ponerlo en funcionamiento, los planos dimensionales y el diseño de la turbina fue tomada de los planos, los cuales se encuentran en la sección de anexos.

Primero se recortó de la plancha un círculo que serviría como base para seguir con el resto de la turbina.

Se colocó un tubo en el centro que servirá de eje, una vez obtenido esto se realizó las aspas de la turbina según los planos.

Una vez que la plancha circular y el eje estaban sujetos mediante suelda, se comenzó el trabajo de balanceado, trabajo que se lo realizo en el torno, dejando ya con las medidas que se requerían para este elemento, siendo este un trabajo de mucha precisión.

Luego procedí a fijar las aspas en su lugar teniendo especial cuidado ya que si solo una de estas se encuentra colocada de una manera incorrecta la turbina no trabajaría de manera adecuada.

Con la turbina lista procedí al armado de la carcasa de la misma con las medidas previstas en los planos de la máquina.

Figura 500: Proceso Ensamble de la turbina.



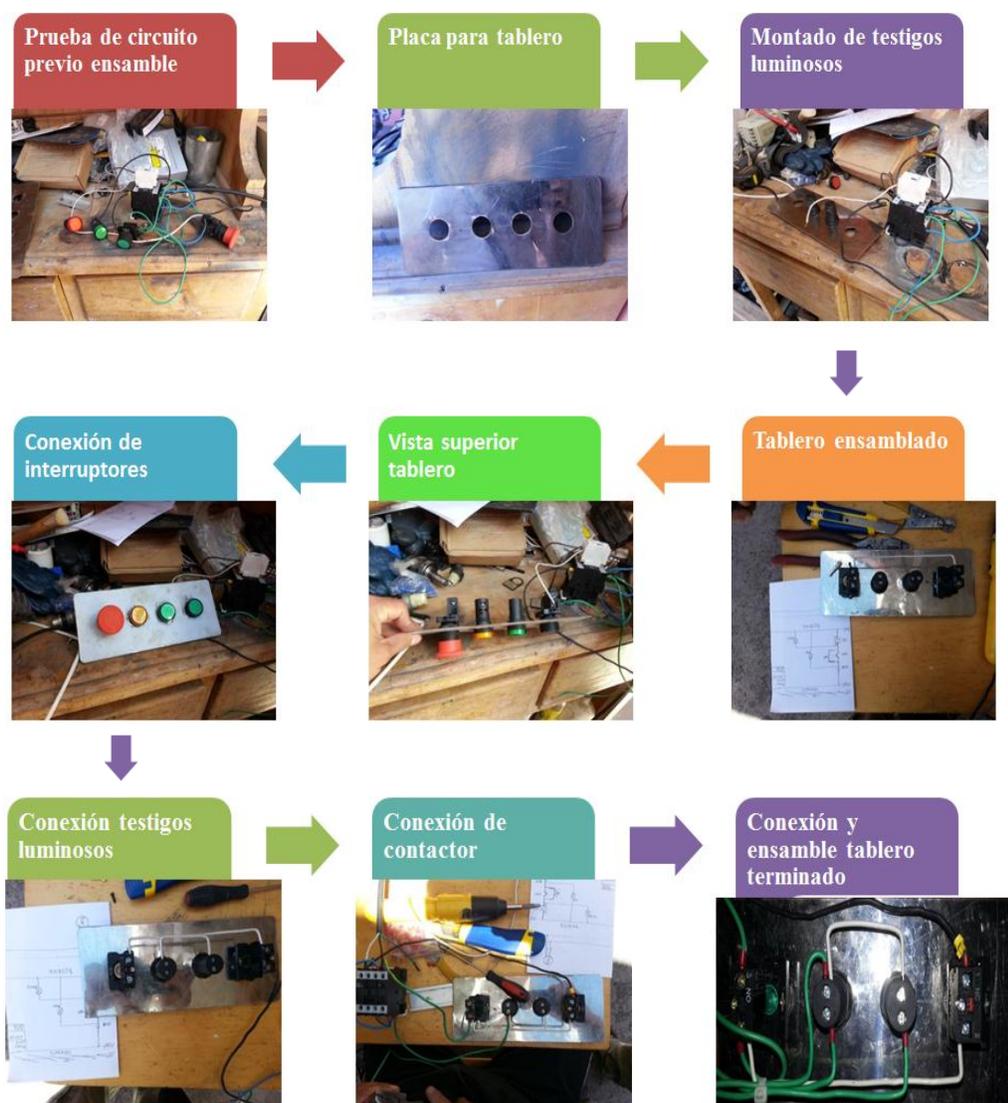
Fuente: Autor

4.7 Acople circuito.

4.7.9 Ensamble del circuito.

El circuito del flujómetro primero se lo armo aparte para poder corregir de una forma más fácil cualquier error que se pudiera presentar, pero al realizar varias pruebas del funcionamiento con un resultado positivo procedí a instalarlo en el cajón inferior del flujómetro.

Figura 51: Ensamble de Circuito



Fuente; Autor

CAPÍTULO V: PRUEBAS Y RESULTADOS.

Antes del montaje de todos los conjuntos del flujómetro se realizaron varias pruebas, ya que de esta manera, con los conjuntos por separado y no unidos permanente a la carcasa se pueden hacer con mayor facilidad cambios o rectificaciones necesarias para corregir o reparar cualquier tipo de fallo que pueda ocurrir, esto para garantizar un óptimo y correcto funcionamiento de los componentes una vez conectados todos en un solo conjunto.

5.1 Pruebas del motor

El motor cumple con todas las normas NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes de Equipos Eléctricos) que son las normas nacionales de los Estados Unidos, que es aplicada casi en toda Sudamérica, y con las normas IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) acogida por la gran mayoría de países en especial los europeos.

En el motor se realizó una prueba de funcionamiento, se lo mantuvo en funcionamiento en sentido horario por 10 minutos, y luego en sentido anti horario por 10 minutos continuos, terminado este lapso de tiempo se verifico que la temperatura del motor no sobrepase los 30 grados centígrados por sobre la temperatura ambiente, lo cual nos demostró que el motor está en perfectas condiciones para realizar el trabajo.

Tabla 1: Prueba de funcionamiento 1

Prueba de funcionamiento 1 temp. ambiente 15° C	Sentido horario	Sentido anti horario
5 minutos	18	21
10 minutos	20	23

Fuete: Autor

Tabla 2: Prueba de funcionamiento 2

Prueba de funcionamiento 2 temp. ambiente 13° C	Sentido horario	Sentido anti horario
5 minutos	14	17
10 minutos	17	18

Fuete: Autor

Tabla 3: Prueba de funcionamiento 3

Prueba de funcionamiento 3 temp. ambiente 14° C	Sentido horario	Sentido anti horario
5 minutos	16	18
10 minutos	18	19

Fuente: Autor

Tabla 4: Prueba de funcionamiento 4

Prueba de funcionamiento 4 temp. ambiente 15° C	Sentido horario	Sentido anti horario
5 minutos	16	18
10 minutos	17	20

Fuente: Autor

5.2 Pruebas conjunto motor-turbina.

El conjunto cumple con las normas API 690, para lo que es el conjunto del motor con la turbina se realizó una verificación del nivel, los dos ejes tanto del motor (eje motriz) como de la turbina (eje conducido) deben estar exactamente centrados, no solo para evitar vibraciones no deseadas, sino también porque con ello nos aseguramos un óptimo funcionamiento y alargamos la vida útil de estos elementos, y certificar que el motor y la turbina sirvan para el proyecto. Se puso en funcionamiento el conjunto durante 10 minutos y se verifico que no exista vibraciones o que el motor se comience a recalentar lo cual sería un síntoma de estas dos partes se encuentran desalineadas.

Tabla 5: Prueba de funcionamiento turbina

Prueba de funcionamiento turbina	Sentido horario	Sentido anti horario
5 minutos	16°C	19°C
10 minutos	19°C	22°C

Fuente: Autor

5.3 Pruebas en circuito eléctrico.

El circuito eléctrico cumple con las normas ISO 13849-1 y IEC 62061, al circuito eléctrico se le sometió a 10 pruebas de funcionamiento, donde se le simulo el uso del flujómetro, todo esto para avalar que no exista fallas en el momento de que este armado en la carcasa y con los demás conjuntos acoplados. Se verifico continuidad a lo largo del circuito y se verifico que a lo largo del circuito no existan caídas de tensión, que los testigos luminosos se enciendan correctamente y que el sistema se energice y descargue correctamente.

Tabla 6: Pruebas en circuito eléctrico

Pruebas circuito	Energiza si/no	Continuidad si/no	Descarga si/no	Perdida de tensión si/no
Prueba 1	Si	Si	Si	No
Prueba 2	Si	Si	Si	No
Prueba 3	Si	Si	Si	No
Prueba 4	Si	Si	Si	No

Fuete: Autor

5.4 Pruebas generales.

Una vez que los conjuntos se testearon de manera individual se procedió a unir todos los conjuntos para realizar una prueba real del funcionamiento de estos como un solo conjunto. En la cual se encendió el flujómetro durante 3 minutos por 10 ocasiones, de las cuales se pudo verificar que los elementos se encuentran funcionales para poder proceder a realizar mediciones con esta máquina-herramienta. El motor no sufrió recalentamiento quedando de esta manera comprobada la funcionalidad del flujómetro.

Tabla 7: Pruebas generales

Prueba	Encendió	Desconecto
Prueba 1	Si	Si
Prueba 2	Si	Si
Prueba 3	Si	Si
Prueba 4	Si	Si

Fuente: Autor

5.5 Pruebas de los manómetros.

A los manómetros se les reviso que no existan fugas y que todos los elementos estén perfectamente acoplados. Las medidas usadas en el flujómetro están en una escala 1:1, la plantilla se la imprimió del archivo que se me suministro con los planos de diseño del flujómetro.

5.6 Prueba de funcionamiento.

Esta prueba se la realizo con la ayuda de una pieza que para nuestros propósitos no importa si al momento de realizar un rediseño esta pieza nos hace ganar o perder flujo, lo que se traduce a una ganancia o pérdida de potencia, puesto que estamos verificando que el flujómetro esté en condiciones de uso.

En esta prueba se verifico que el flujómetro es capaz de medir las variaciones del flujo de aire a través de un elemento mecánico como la tapa de válvulas cuando estas se ven realizadas modificaciones en su diseño o diferentes medidas de apertura de las válvulas, esta información va a ser útil para aquellos que decidan comenzar a rediseñar elementos para un mejor aprovechamiento del motor.

5.7 Ejemplo

Motor FIAT Tipo (1.6 lts) Motor std.

Diám. Del cilindro: 86.4mm (8.64 cm)

Carrera: 67.4 mm (6.74 cm)

Diám. De la válvula de admisión: 39.5 mm (3.95 cm)

Diám. Vástago: 8 mm (0.8 cm)

Alzada de la válvula: 9.2 mm (0.92 cm)

RPM 5500 (de la potencia máxima)

Rc9.5 : 1

1- Superficie del pistón: $(\pi \times \text{diam}^2) / 4$

$$(3.1416 \times (8.64)^2) / 4 = 58.63 \text{ cm}^2$$

2- Velocidad del pistón: $(\text{Carrera} \times \text{RPM}) / 30$

$$(0.0674 \times 5500) / 30 = 12.36 \text{ m/s}$$

3- Sección de paso de la válvula (F_p)

$F_p = 0.7854 (D_2^2 - d_2^2) \cos \text{ángulo de asiento válvula}$

$$F_p = 0.7854 ((3.95)^2 - (0.8)^2) 0.92 \cos 45^\circ = 7.64 \text{ cm}^2.$$

4- $(\text{Suppiston} \times \text{Velocpiston}) = (\text{Veloc gas} \times F_p)$

$$V_g = (S_p \times V_p) / F_p$$

$$V_g = (58.6 \times 12.36) / 7.64 = 94.8 \text{ m/s (velocidad del gas por la válvula)}$$

5- Paso F_p de Cm^2 a Pulg^2 (multiplico por 0.1550)

$$F_p = 7.64 \text{ Cm}^2 \times 0.1550 = 1.184 \text{ Pulg}^2$$

6- L= alzada de la válvula

D= diámetro exterior de la válvula

$$L/D = 9.2 / 39.5 = 0.23$$

Busco en la tabla a 10" de presión de prueba y para cámaras cuñas, con una relación

L/D= 0.25 y me da 50.2 Cfm

Multiplico la sección de paso (Fp) por los Cfm de la tabla y obtengo:

$$(1.184 \times 50.2) = 59.43 \text{ Cfm}$$

Para calcular la potencia. 1 Cfm = 0.43 Hp

$$59.43 \times 0.43 = 25.56 \text{ HP}$$

Multiplico dicho valor por el N° de cilindros que tiene el motor.

$$25.56 \times 4 = 102 \text{ HP (Motor std.)}$$

7- Si quiero saber a qué régimen de revoluciones estimativo va a tener la potencia máxima

RPM = (2200 x Cfm obtenidos) / Cil. Unitaria en Pulg³

$$\text{Cil. Unit} = 395.63 \text{ Cm}^3$$

$$395.63 \times 0.061 = 24.13 \text{ pulg}^3$$

$$\text{Rpm} = (2200 \times 59.43) / 24.13 = 5420 \text{ Rpm}$$

IMPORTANTE

Si quiero estimar cual va a ser el caudal máximo que puedo obtener modificando la tapa con válvula del mismo diámetro y alzada original procedo de la Sig. Manera.

Aplico la fórmula $0.7854 (D^2 - d^2) = A$ (pulg²)

$$0.7854 ((3.95)^2 - (0.8)^2) = 11.75 \text{ Cm}^2$$

$$11.75 \times 0.1550 = 1.821 \text{ Pulg}^2$$

Multiplifico por los Cfm de la tabla

$$1.821 \times 50.2 = 91.4 \text{ cfm (valor máximo que podría obtener)}$$

Si quiero estimar la potencia máxima que tendría multiplico dicho valor por 0.43

$$91.4 \times 0.43 = 39.3 \text{ HP por cilindro}$$

$$39.43 \times 4 = 157.2 \text{ HP}$$

El régimen de revoluciones correspondiente sería:

$$\text{Rpm} = (2200 \times 91.4) / 24.13 = 8400 \text{ Rpm}$$

8- Fórmula para calcular la presión media efectiva (PME)

$$\text{PME} = (900 \times \text{pot HP}) / \text{Rpm} \times \text{Cil. Total (Lts)}$$

$$\text{PME} = (900 \times 102) / (5420 \times 1.582) = 10.7 \text{ Kg/cm}^2$$

9- El par motor de la potencia máxima será:

$$\text{Pm} = (\text{PME} \times \text{Cil. Total (Lts)}) / 1.25664 = (10.7 \times 1.6) / 1.25664 =$$

$$13.6 \text{ mkg}$$

Cabe aclarar que no es el Par Motor máximo, sino el par correspondiente a la potencia máxima.

10- Cálculo de la EFICIENCIA VOLUMÉTRICA

$$\text{Ev} = (5600 \times \text{Pot (Hp)}) / (\text{Rpm} \times \text{Cil. Total (pulg}^3)) \times 100$$

$$\text{Ev} = (5600 \times 102) / (5420 \times 96) \times 100 = 110 \%$$

Con estos resultados nos podemos dar cuenta que para este cilindro de este vehículo tenemos una medida de flujo real de 59.43 cfm que se traduce en 25.56 HP por cilindro, y que el máximo que podremos obtener es de 91.4 cfm lo cual nos daría una potencia de 39.3 HP por cilindro, es decir que con las mismas piezas se podrá tener una mejora de 31.97 cfm lo cual reflejaría una mejora en unos 13.74 HP por cilindro.

CONCLUSIONES.

Se determinó parámetros de flujo, los cuales influenciarán en la optimización de un motor de combustión interna, pues como conocemos y hemos aprendido gracias a este proyecto el flujo de aire es un aspecto de vital consideración cuando se pretende optimizar un motor para competencias.

Se comprobó que el flujo de una pieza puede variar el comportamiento del sistema cuando a esta se le realiza una modificación, gracias a que todo se comporta como un solo sistema, cuando a una pieza se le realiza una modificación sea que esta modificación beneficie o perjudique al rendimiento del motor, todo el sistema obtiene una ganancia o una pérdida de eficacia.

Se construyó una maquina capaz de mantener un control de las modificaciones a las piezas que formen parte fundamental del sistema de alimentación, combustión y escape de un motor de combustión interna, pues cada modificación debería ser registrada y llevada a una prueba de flujo para que de esta manera estar seguros de que las modificaciones no se sobrepasen y en lugar de realizar una optimización se termine realizando todo lo contrario.

Se implementó una maquina en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz que permitirá a los estudiantes un mejor aprendizaje, gracias a que con esta herramienta se puede llevar a la práctica los estudios y aprendizajes adquiridos en el aula, para de esta maneja realizar a modo de verificación y consolidación los conocimientos.

Se verificó gracias a una pieza de control el cambio que se genera en el flujo de esta cuando a esta se le realizan modificaciones, ya que estas verificaciones eran para demostrar los cambios que el flujo adquiere con las modificaciones no se realizó ningún calculo ni estudio de los resultados de las mediciones.

RECOMENDACIONES.

Usar el flujómetro como herramienta base para propuestas de rediseño de los componentes del sistema de alimentación, combustión y escape del motor, dando paso a grandes avances al desarrollo profesional.

Realizar modificaciones llevando un registro de las mismas, sean éstas beneficiosas o no, ya que de ello se puede aprender y obtener buenas conclusiones para trabajos futuros, tomando en cuenta que cada motor es distinto, se puede obtener datos comunes para reproducir cambios en el resto de cilindros del mencionado motor.

Realizar modificaciones progresivas y puntuales, para de esta manera comprobar el cambio que éstas producen.

Desarrollar una modificación a la vez, si no hacemos esto no sabremos cuál de las modificaciones que realizamos fue la que surtió efecto o cuál de ellas tuvo un efecto negativo en la pieza, por eso es muy importante realizarlas una por una.

El trabajo de rediseño y modificación de las piezas es un trabajo minucioso, por lo cual debe tomarse en cuenta cada aspecto específico.

BIBLIOGRAFÍA

- Smithsonian Institution*. (22 de 02 de 1901). Recuperado el 16 de 04 de 2015, de Historia Automovilística: http://amhistory.si.edu/onthemove/collection/object_364.html
- Motorpasion*. (10 de 05 de 2011). Recuperado el 23 de 06 de 2015, de Henry Ford un visionario de la industria automovilística II: <http://www.motorpasion.com/ford/henry-ford-un-visionario-de-la-industria-automovilistica-ii>
- Wikipedia*. (24 de 11 de 2014). Recuperado el 13 de 09 de 2014, de Historia del automovilismo: https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_automovilismo
- Wikipedia*. (12 de 02 de 2015). Recuperado el 28 de 03 de 2015, de Quien es Henry Ford: https://es.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford
- Alcanis, P. A. (febrero de 2010). *Apasionados por la historia*. Recuperado el 9 de diciembre de 2014, de Primer circuito de carreras: <http://apasionadosporlahistoria.blogspot.com/2011/02/el-primer-circuito-de-carreras-de-autos.html>
- Funes, C. (2012). *Motores pra competición, diseño y preparación*. Córdoba.
- Gillieri, S. (2007). *Preparación de motores de serie para competición*. Barcelona: CEAC.
- López, A. (10 de 08 de 2013). *Primera competición automovilística*. Recuperado el 02 de 11 de 2014, de <http://blogs.20minutos.es/yaestaellistoquetodolosabe/cual-fue-la-primera-competicion-automovilistica-de-la-historia/>
- Sánchez, C. (09 de 2013). *Time Rime*. Recuperado el 01 de 12 de 2013, de Primeros automoviles: <http://timerime.com/es/evento/1228348/El+coche+de+marcus/>
- Solana, J. (01 de 09 de 2011). *Historia de las competencias* . Recuperado el 14 de 03 de 2015, de <http://www.jsolana.com.mx/histmex.html>
- Solana, J. (09 de 09 de 2011). *Inicios del automovilismo*. Recuperado el 17 de 06 de 2015, de <http://www.jsolana.com.mx/primcar.html>

ANEXOS