



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“FACTIBILIDAD DEL USO DE VENTILADORES
ELECTRÓNICOS EN LA ENTRADA DE ADMISIÓN DE
AIRE DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA
MENOR A 1.8 [l]”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

PRESENTA

VICENTE MARTÍNEZ GARCÍA

**DIRECTOR DE TESIS
ING. ARMANDO MALDONADO SUSANO**



CIUDAD UNIVERSITARIA

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice	2
Resumen	3
CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN	4
1.1. Sistema de inyección electrónica de combustible (<i>Electronic Fuel Injection EFI</i>)	5
1.1.1 Sistema de control	5
1.1.2 Sistema de combustible	7
1.1.3 Sistema de admisión de aire	8
1.1.3.1 Sistema de control	8
1.2 Supercargadores	9
1.3 Turbocargador o turbocompresor	10
1.4 e-Ram	12
1.5 Super e-Ram	12
1.6. Ram Air	13
1.7 Sistemas de inyección de óxido nitroso (Nos)	13
CAPÍTULO 2.- DISEÑO DEL DISPOSITIVO	16
2.1- Definición del problema	16
2.2 Aspectos que determinan las dimensiones del prototipo	16
2.3 Ventiladores	18
2.4 Diseño del prototipo Metal	18
CAPÍTULO 3.- CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO	23
3.1 Fabricación del prototipo	23
3.2 Prototipos de PVC	24
3.3 Otros productos en el mercado	24
3.4 Adaptadores para los prototipos	25
CAPÍTULO 4.- PRUEBAS AL DISPOSITIVO	27
4.1 Metodología de las pruebas fuera del auto	27
4.1.1 Material usado en las pruebas	27
4.2 Metodología de las pruebas dentro del auto	29
4.3 Mediciones	31
4.3.1 Condiciones originales	31
4.3.2 Prototipo PVC1	33
4.3.3 Prototipo PVC2	36
4.3.4 Prototipo Metal	39
4.3.5 Producto Caracol	42
4.3.6 Producto Thunder Boost	45
CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
5.1 Análisis de resultados	48
CAPÍTULO 6.- CONCLUSIONES	59
6.1 Conclusiones	59
Bibliografía y referencias	61
Anexos	62

Resumen

Determinar la factibilidad del uso de ventiladores en el sistema de admisión de aire en motores de combustión interna de inyección multipuertos, M.P.F.I, (*Multi Point Fuel Injection*) menores de 1.8 litros.

Se busca determinar experimentalmente las ventajas y/o desventajas que se tienen al usar un dispositivo que consta de una cámara y unos ventiladores que se mueven por un motor electrónico, para aumentar la presión del aire de entrada en un motor M.P.F.I a gasolina midiendo aumento de potencia así como emisiones generadas .

Se presenta el análisis del problema así como los parámetros usados para la construcción del dispositivo

Se muestran las mediciones que se realizaron, detallando en cada experimento el fin de cada prueba, así como planos y fotos de los prototipos

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1. Introducción

En nuestros tiempos estamos llegando al máximo aprovechamiento de los motores de combustión interna, haciendo que motores relativamente pequeños tengan rendimientos muy altos y emisiones muy bajas.

El sistema de inducción es uno de los más visibles en un motor, ya que tiene efecto tanto en el funcionamiento como en apariencia. El motor respira a través del sistema de inducción. Hay 2 principios básicos: el carburado y el inyectado.

La inducción esta asociada a la eficiencia, el consumo, la confiabilidad y la manejabilidad.

Lo primero es obtener aire para alimentar el motor. El aire frío y denso es mucho mejor que el caliente porque tiene más oxígeno en el mismo volumen y el oxígeno es el que va a permitir la combustión de la gasolina. Los motores típicos tienen un filtro encerrado en una carcasa de plástico, el cual se calienta fácilmente por el calor del motor y además tiene una o dos entradas muy limitadas de aire. Mucho mejor es el sistema que saca aire frío desde fuera del compartimiento del motor. Varios autos de alto rendimiento tienen tomas de aire en el cofre para cumplir esta función (Ram Air).

Mientras mas adelante esta la toma de aire (cerca de la punta del cofre) mejor, ya que entra aire forzado por la presión en esa zona. Es parecido a un sistema supercargado. Otro sistema es el Cowl Inducción de Chevrolet, usado por primera vez en el Z28 de 1967, mejorado en los años siguientes, usando una toma activada por vacío cerca del parabrisas. La diferencia de temperatura entre el interior del cofre y el exterior puede ser de 20 a 30 [°], lo que agrega fácilmente 10 o 15 [HP]. El tamaño del filtro de aire también es importante. Un filtro de 10["] tiene una circunferencia de 31", al aumentar el diámetro a 14["], la circunferencia es de 44", logrando un área mucho más grande por donde puede entrar el aire con una restricción menor.

El aire solo no sirve de nada necesita ser mezclado con la cantidad justa de combustible. Si se tiene un motor de alto rendimiento, es probable que la bomba de combustible no sea capaz de proveer el flujo de combustible para mantener la mezcla ideal 14.7:1 de aire-gasolina. Una bomba mecánica típica puede producir una presión de 8 [psi], la cual es baja para alimentar un motor potente a altas revoluciones, por lo cual la mezcla se empobrece y la potencia baja. Una bomba mecánica de alto rendimiento o una eléctrica necesitan de un regulador de presión para no forzar la aguja del carburador. Los beneficios de una bomba eléctrica son que no produce bolsas de aire como las mecánicas con diafragma y generan un flujo constante, independientemente de la velocidad del motor. Los motores carburados y los de inyección en el cuerpo del acelerador (TBI) funcionan bien con una bomba mecánica de 15 [psi], pero los de inyección multipunto necesitan 45 [psi] y, por lo tanto, están obligados a usar bomba eléctrica con regulador.

Los carburadores dominaron en las décadas de los 50, 60 y 70, son simples y generan gran potencia. De hecho son capaces de generar mas potencia pico que los inyectados. Su problema es que unicamente son eficientes a una velocidad del aire específica (a través de los venturis). Los inyectados son eficientes a cualquier régimen porque el sistema tiene retroalimentación que ajusta la mezcla en cada momento, por lo tanto, entregan una curva de torque mas plana, mayor economía de combustible y menos emisiones. La manera correcta de ajustar la mezcla a una proporción 14.7:1 es con un sensor de oxígeno instalado en el escape, éste indica si la mezcla es pobre, rica o está en el nivel óptimo.

Los sistemas de inyección realizan una mezcla precisa, basándose en una multiplicidad de parámetros como la temperatura del aire de admisión, la posición del acelerador, la presión del aire, la rapidez con que se mueve el acelerador, [RPM], contenido de oxígeno en el escape, etc. Con toda esta información, los inyectores se abren poco o mucho tiempo para introducir la cantidad necesaria de gasolina y mantienen la razón 14.7:1 en todo momento. En un carburador los surtidores son fijos, por lo que no se pueden adaptar a las condiciones variables.

Hay 2 tipos de inyección: en el cuerpo del acelerador. La inyección en el cuerpo del acelerador, TBI (*Throttle Body Injection*), funciona como un carburador controlado electrónicamente. En el TBI unos inyectores puestos en los venturis alimentan de combustible cuando el sistema les dicen que lo hagan. Este tipo de inyección se uso desde mediados de los 70 hasta principios de los 90. La inyección multipunto MPFI, en cambio, usa un inyector para cada cilindro puesto al final de cada corredor del múltiple, apuntando a la válvula de admisión. Por lo tanto, por los conductos del múltiple corre sólo aire, es un sistema seco y la gasolina no puede caer de suspensión. La mezcla es más explosiva cuando está formada por aire con gasolina en partículas muy pequeñas y así la inyección multipunto genera más potencia. Además, como hay un inyector por cilindro, éste se puede encender sólo cuando es el turno del cilindro (inyección secuencial) y no se acumula gasolina líquida en la cabeza de la válvula.

1.1 Sistemas de inyección electrónica de combustible (EFI *Electronic Fuel Injection*)

1.1.1 Sistema de control

Este sistema consiste en un conjunto de sensores que perciben el estado del motor y una computadora que calcula la cantidad de combustible a inyectar (tiempo de inyección) basado en las señales de éstos. Cada uno de los sensores convierte las variables (carga del motor, temperatura del refrigerante, temperatura de admisión del aire, velocidad del motor, aceleración o rango de desaceleración) y otras condiciones de manejo en señales eléctricas y las envía a la computadora; basado en las señales de estos sensores, la computadora calcula el tiempo de inyección y operación de los inyectores e inyecta combustible en cada uno de los puertos de admisión.

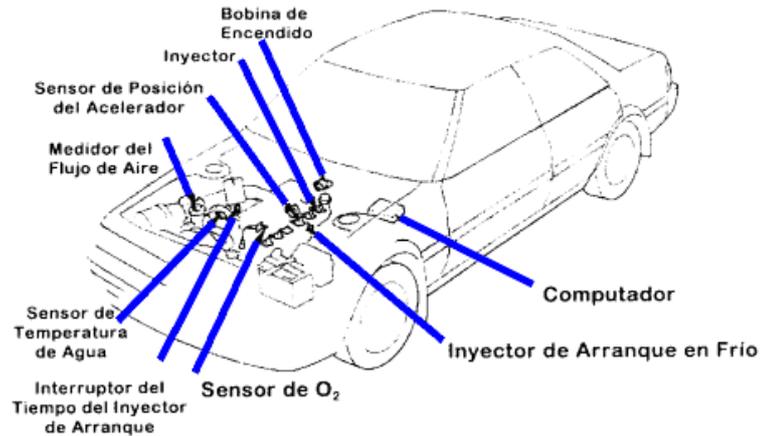


Fig. 1.1.1 Diagrama del sistema de control EFI

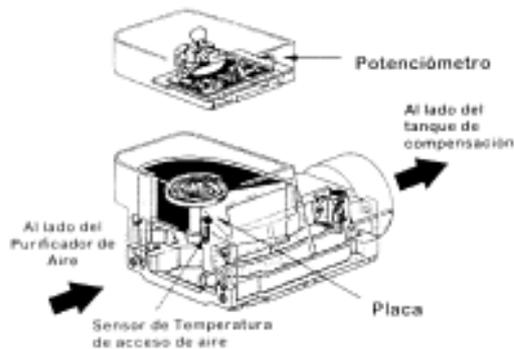


Fig. 1.1.2 Configuración del medidor del flujo de aire

Medidor de flujo de aire (EFI – L) (Figura 1.2)

Este medidor percibe el volumen de aire de admisión y envía señales a la computadora. Está montado en la salida del filtro de aire. El ángulo de abertura de una placa sensor es convertido a voltaje por un potenciómetro. El sensor de temperatura de admisión del aire, que percibe la temperatura de admisión de aire y un interruptor de la bomba de combustible son también incorporados dentro del medidor de flujo de aire.

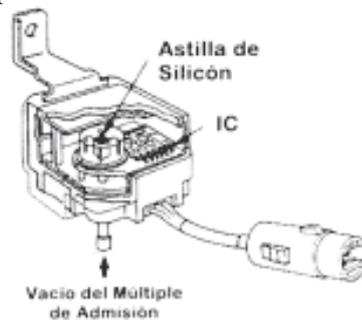


Fig. 1.1.3 Sensor de vacío

Sensor de vacío (EFI – D) (Figura 1.1.3)

Este sensor percibe la presión del aire de admisión del múltiple de admisión y envía las señales a la computadora.

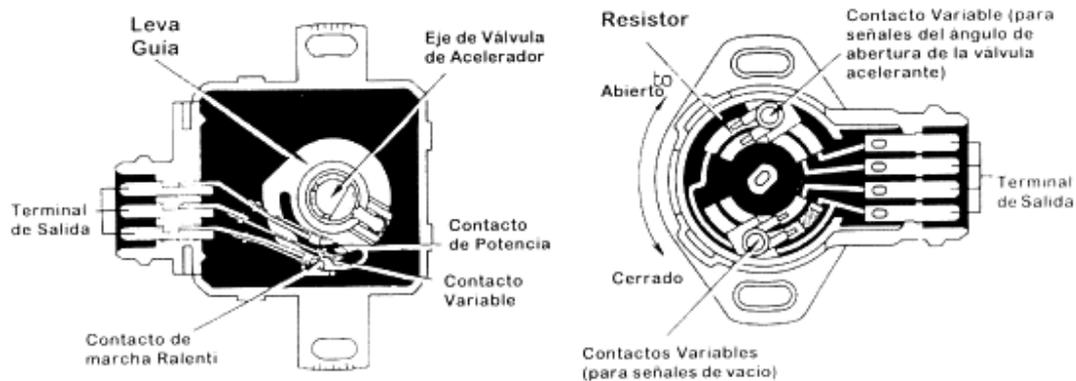


Fig. 1.1.4 Sensor de Posición del acelerador

Sensor de posición del acelerador (Figura 1.1.4)

Este sensor es montado en el acelerador y detecta el ángulo de abertura de la válvula mariposa. Las señales de este sensor son usadas por la computadora para incrementar el suministro de combustible y cortar el combustible durante la desaceleración. El sensor de posición del acelerador incluye un contacto en movimiento el cual se mueve a lo largo de una leva guía montada en el eje mismo, como la válvula de aceleración, y dos contactos estacionarios.

La combinación de estos contactos estacionarios encendidos y apagados permite detectar la abertura de la válvula mariposa, y la cantidad de contacto entre 2 contactos variables conectados con la válvula de aceleración y un resistor impreso en el tablero del circuito percibe el ángulo de abertura.

Otros sistemas, además de los sensores descritos arriba, también incluyen al sensor de temperatura de agua, que detecta la temperatura del refrigerante, el sensor de O₂, que detecta la concentración de oxígeno en el gas de escape, y el interruptor de tiempo del inyector de arranque, que se enciende cuando la temperatura del refrigerante es baja y opera el inyector de arranque en frío.

1.1.2 Sistema de Combustible

Este sistema envía el combustible necesario para la combustión al inyector. Este sistema primero computa señales para el inyector, y luego las origina para que este suministre la cantidad óptima de combustible dentro de cada múltiple de admisión.

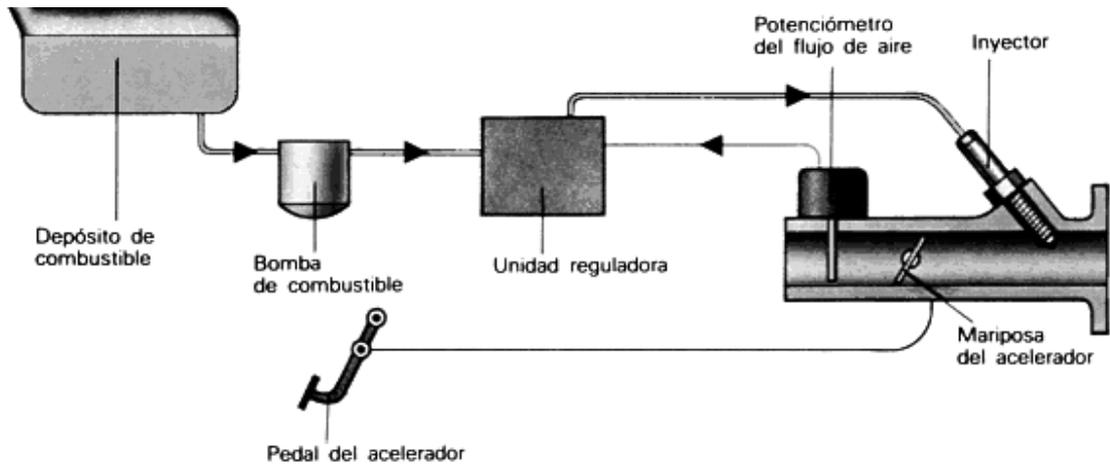


Fig. 1.1.5 Representación simplificada de un sistema electrónico de inyección Bosch

1.1.3 Sistema de Admisión de aire

Este sistema toma el aire requerido para la combustión desde el filtro de aire y lo suministra al múltiple de admisión.

1.1.3.1 Sistema de Control

El sistema de control percibe las condiciones de carga del motor, la temperatura del refrigerante, la temperatura del aire de admisión, la velocidad del motor, el rango de aceleración o desaceleración y otras condiciones de manejo por medio de varios sensores, y controla la cantidad de combustible suministrado, para que se encuentre el nivel apropiado basado en esas señales.

Sistemas de inyección electrónica de combustible (EFI)

Hay dos tipos de sistemas de inyección de combustible que se diferencian de acuerdo al método usado para detectar el volumen del aire de admisión al motor. Uno es EFI – L (*Luft*) y el otro es EFI – D (*Druck*).

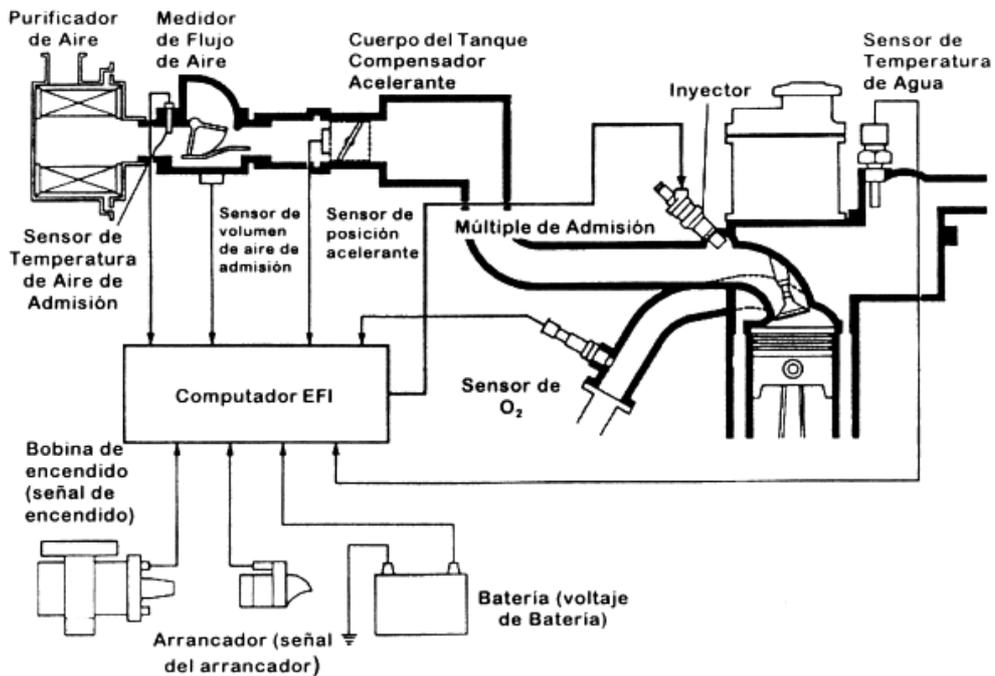


Fig. 1.1.6 Diagrama sistema (EFI)

Sistema EFI – L

Usa un medidor de flujo de aire para detectar el volumen de aire directamente.

Sistema EFI – D

Usa un sensor de vacío para detectar la presión en el múltiple de admisión y una computadora que calcula la cantidad de aire requerida.

De este modo existen ciertos avances que hacen que la eficiencia de un motor aumente satisfactoriamente, estas tecnologías se explicaran a continuación dando de cada una su funcionamiento sus ventajas y desventajas.

1.2 Supercargador

El supercargador aprovecha la energía mecánica del motor un juego de poleas para impulsar un compresor volumétrico. Los supercargadores pueden quedar montados en los dos lados del motor y alimentar aire hacia el múltiple de admisión o bien estar unido directamente al motor, y quedando integrado dentro del múltiple de admisión. Estos aditamentos tienen algunas ventajas importantes. Su funcionamiento les permite generar la sobrepresión prácticamente al instante. Por otra parte, no calientan tanto el aire como el turbocargador, así que su eficiencia no depende de la instalación de un interenfriador (intercooler). El supercargador absorbe aire a través de una toma conectada al filtro de aire y lo comprime antes de entregarlo al múltiple de admisión. Como se obtiene una mayor cantidad de aire disponible, se obtiene una mejor mezcla y como consecuencia mayor potencia.

Hay dos tipos de supercargadores. Los más viejos pero no menos eficaces son los llamados *Roots*. Éstos son sincronizados por un juego de engranes y normalmente van colocados arriba del motor. Su mayor ventaja es que entregan aire a presión desde ralentí, lo que incrementa su ganancia de potencia casi en todo el régimen de revoluciones. Su punto en contra es el gran tamaño del compresor, por lo que son recomendados para motores V6 o V8, aunque también se pueden usar en motores de 4 cilindros.

Los supercargadores más recientes son los centrífugos. Consisten en un compresor (parecido a la turbina) que va unido a la polea, la cual es accionada por una banda al motor. Su ventaja es que ocupa menos espacio que el *Roots* y es menos complicada su instalación. Su desventaja es que presenta una pequeña demora y su régimen óptimo de funcionamiento del compresor es a altas revoluciones. Más o menos la velocidad de giro del rotor debe de ser entre 70, 000 a 100, 000 [RPM]

Puntos a considerar

El aumento de potencia será aproximadamente de un 30 a un 50%, dependiendo del supercargador y del motor, que debe de estar en óptimas condiciones antes de intentar mejorar su desempeño.

1. Si la transmisión es manual habrá que verificar que el embrague pueda resistir el aumento de torsión y de potencia.
2. Si la transmisión es automática posiblemente se tendrá que instalar un sistema extra de enfriamiento para la transmisión.
3. Definitivamente habrá que optimizar el sistema de frenos, porque los frenos de serie del auto están calculados para frenar el auto con cierta potencia en el motor.
4. Los sistemas a mejorar son el de alimentación (mayor gasolina), el de admisión (mejor respiración), distribución (adelantar el tiempo de avance), escape (para facilitar la entrada hay que facilitar la salida), enfriamiento (mejor radiador y bomba de agua).
5. También dependiendo de la presión a la que sea calibrado el supercargador posiblemente sea necesario colocar pistones y anillos forjados.

El costo aproximado va desde \$ 35,000 hasta \$ 80,000 costo solo del supercargador sin modificaciones adicionales.

1.3 Turbocargador o turbocompresor

El turbocompresor funciona usando los gases de escape de los cilindros de un motor; los gases generados mediante la combustión son conducidos directamente a la turbina del turbo a través del múltiple de escape, haciendo que la energía de estos gases impulsen la turbina a una velocidad de giro que suele superar las 100.000 [RPM]; esta turbina, que es movida por los gases del motor, a su vez mueve al compresor, que absorbe literalmente el aire fresco del exterior y lo introduce a presión a la cámara de combustión. Esto genera un extra de potencia en el motor obteniéndose una aceleración.

Con los Turbocompresores, se consigue aumentar la potencia del motor, ya que se conduce a los cilindros aire precomprimido que junto con una mayor alimentación de combustible, lográndose un aumento de potencia.

Para obtener mejores resultados en un motor turbocargado se emplean radiadores llamados *intercoolers* que enfrían el aire después de que es procesado por el turbo, y de esta manera llegue a la cámara de combustión más frío y sea más eficiente la combustión.

Las presiones de los turbocompresores están calibradas según de acuerdo al fabricante y el tipo de motor; esta presión es regulada por una válvula de descarga comúnmente llamada actuador. Esta válvula es la encargada de liberar la presión excedente y se abre para que parte de los gases de escape vayan directamente al tubo de escape a través del Tubo Ondulado

Un motor en marcha mínima no introduce sobrepresión a las cámaras de combustión y trabaja como un motor normalmente aspirado, el efecto de la potencia empieza cuando se acelera el motor y los gases hacen funcionar al turbocompresor, haciendo el ciclo antes mencionado. Gracias a un turbo se puede extraer mucha potencia a un motor de poca cilindrada o a un motor de muy baja relación de compresión.

Una ventaja de los motores turbo es que conservan gran parte de su potencia a alturas considerables sobre el nivel del mar, mientras que los normalmente aspirados o atmosféricos pierden mucha de su potencia, debido a la falta de oxígeno.

1. El motor turbocargado, al introducir más aire a la cámara de combustión, también se introduce más gasolina para no empobrecer la mezcla, por lo que se tiene que modificar el sistema de inyección (bomba de gasolina) y la computadora del vehículo e instalar inyectores más grandes.

2. La compresión de un motor turbocargado es mas baja que la de un motor normal, por lo que si se modifica un motor, no se podrá aumentar mucho la presión, porque se correría el riesgo de romper algún cilindro por sobrepresión. Si se quiere aumentar la presión (mas de 10 [lbs]) en un motor aspirado se tendrá que instalar pistones, bielas y cigüeñal forjados y bajar la compresión del motor, para no experimentar altas temperaturas en las cámaras de combustión.

Otro punto a considerar es que al incrementar la potencia en un auto que no es turbocargado de fábrica, los elementos secundarios como flechas, transmisión, etc. necesitan ser reforzados pues están calibrados para uso normal y no para que carguen con un nivel mayor de esfuerzo al que están diseñados

El costo de un turbocompresor es menor que el de un supercargador, además de que la instalación es más sencilla, pero se debe tomar en cuenta las modificaciones adicionales que se deben hacer para el buen funcionamiento de éste, mismas que impactan en el costo de la instalación; entre ellas están:

- Colocación de un ínter enfriador (*Intercooler*).
- Reducción de la relación de compresión.
- Decodificar la computadora
- Cambiar el sistema de inyección por uno de mayor capacidad

Los precios varían de \$ 50,000 a \$ 70,000 aproximadamente.

1.4 e-RAM

Este equipo consiste en un compresor de flujo axial que tiene un empuje de 1.6 [kg] y consume 57 [A] con 12 [v] de corriente directa y proporciona un flujo de 0.472 [m³/s]

Entrega una presión de 4.4 [cm H₂O] a 23,000 [RPM]. su tiempo de retardo es de 1/10 de segundo, garantiza un aumento de 15 [HP] en cualquier rango de [RPM], y trabaja con cualquier motor hasta 5.0 litros.

Tiene un costo de \$5,000 aproximadamente en nuestro mercado mas instalación la cual no es complicada ya que esta estandarizada a las tomas de aire y existen diferentes configuraciones.

La parte eléctrica se recomienda conectarse directamente a la batería y se activa solo por intervalos cortos de tiempo controlados cuando la admisión esta totalmente abierta.



Fig. 1.4.1 e-RAM

1.5 Super e-RAM

Este aparato es el mismo que el anterior con la diferencia que se conectan dos e-RAM en serie produciendo 8.8 [cm H₂O] y garantiza un aumento de 25 [HP] con un consumo de 110[A] con 12 [v]de corriente directa, con las mismas condiciones que el anterior. Esto con un costo aproximado de \$8,000 sin instalación.

La ventaja que se tiene con este equipo es el efecto de aumento de potencia inmediato durante un corto periodo de tiempo, a un costo relativamente bajo,

La desventaja es que por cada aparato que se usa se consume un poco menos de 1 [HP] por lo cual si se abusa de este producto se puede dañar la batería o el sistema eléctrico del automóvil además de que puede usarse en motores de hasta 5.0 litros.



Fig. 1.5.1 Super e-RAM

1.6 Ram Air

Este aditamento consiste en colocar entradas de aire directas a la admisión del motor, lo cual, a altas velocidades, el aire, por sus mismas propiedades se comprime, generando así una potencia extra en el motor y rebasando los 90 [Km/hr]. También es conocido como el efecto succión. Esta adaptación no es muy cara, uno de los inconvenientes de ésta es que se necesita tener espacio para la modificación, ya que la caja donde se coloca el filtro es grande por lo cual en autos pequeños no es factible, sino que este tipo de modificaciones solamente se hacen en autos grandes alterando el cofre, parrilla o fascia para colocar las entradas de aire para que funcione.



Fig. 1.6.1 *Ram Air* (Izq. dispositivo, Der. Adaptaciones a carrocería)

1.7 Sistemas de inyección de óxido nitroso

El óxido nitroso hace posible, básicamente, que al ser inyectado junto con la gasolina, se pueda conseguir una mezcla de combustible más “rica” que la obtenida por “alimentación atmosférica” y pueda, por tanto, producir mayor potencia. Eso es así porque el óxido nitroso (N_2O) tiene una proporción de oxígeno muy superior a la del aire, por ello, con su utilización, podemos aumentar la cantidad de energía de la mezcla y obtener un importante aumento de potencia.

Los dos tipos de sistemas con óxido nitroso más comunes son el húmedo y el seco. En los sistemas de óxido nitroso seco se inyecta únicamente óxido nitroso en el conducto de admisión al ser accionado y el aumento de proporción de oxígeno se compensa con más combustible; sin embargo en los sistemas de óxido nitroso húmedo, más complicados, se inyecta el óxido nitroso y el combustible a la vez a través de una boquilla. Cuando la proporción de N_2O es muy alta, como ocurre en preparaciones que pretenden una gran ganancia de potencia, es especialmente importante el equilibrio de llenado de N_2O por cada cilindro, por lo cual se utilizan sistemas independientes por cada cilindro, es decir, con una boquilla por cada cilindro.

Partes del sistema de óxido nitroso

El cilindro es el depósito que contiene el óxido nitroso. El N_2O en su interior suele estar en un 70% en forma líquida y el resto en estado gaseoso. Este cilindro suele ser de acero, aluminio o incluso fibra de carbono y debe de estar colocado lógicamente en un lugar seguro.

Válvula reguladora del flujo se encuentra ubicada en la parte superior de la botella y normalmente es de accionamiento manual, lo que nos permite “abrir y cerrar” la botella de óxido nitroso. Es una parte fundamental del sistema. La única diferencia entre unas válvulas u otras suele ser el caudal que permiten pasar por ellas, que deberá estar acorde con el tipo de preparación y la cantidad de potencia extra que pretendamos conseguir.

Armador es fundamental para evitar la activación por error del sistema, consiste en un interruptor localizado en el habitáculo, que es el encargado de que cuando esté desactivado los pulsadores o botones que activan la “inyección” de óxido nitroso estén también desactivados.

Pulsador es el botón que al pulsarlo provoca la activación de las electroválvulas encargadas de suministrar el óxido nitroso (o el combustible y el óxido nitroso si se trata de un sistema de nitro “húmedo”). Normalmente este botón está situado en el volante, o en una zona fácilmente accesible.

Electroválvulas al abrirse tras la pulsación del botón, permiten el suministro del óxido nitroso al circuito de admisión. Si se trata de un sistema de nitro “húmedo”, habrá válvulas distintas para el nitro y para la gasolina, pues la presión a la que debe trabajar la válvula del óxido nitroso es mucho mayor que la de la gasolina.

Inyectores son los encargados de inyectar el combustible y el óxido nitroso a la admisión del motor.

Accionamiento del sistema.

Con los pulsadores que estarán situados normalmente en el volante, siempre y cuando el armador esté accionado, se producirá el accionamiento del sistema de óxido nitroso. La inyección de óxido nitroso no debe de ser accionada a bajas revoluciones, pues por debajo de 3500 [RPM] sería muy probable que se dañase el motor o la transmisión.

El accionamiento del sistema se debe efectuar cuando se maneja en una marcha relativamente larga y el motor gira a régimen alto, entonces el efecto de la inyección de nitro se traducirá en un “efecto turbo” muy fuerte, produciéndose un gran empuje y haciendo posible que, aunque nos encontremos en cuarta o quinta velocidad, la aguja del cuenta revoluciones avance decidida y rápidamente hacia el corte de encendido.

Marcas:

NX es de las mejores debido a la calidad de los solenoides y la presión que soportan sus mangueras, el NX maneja sistema húmedo y su sistema de instalación es en la admisión y directo a puerto, su costo oscila entre los 10 mil y 25mil pesos.

Venom también está dentro de los mejores equipos de NO₂, este sistema es de tipo húmedo e igual que el NX es de buena calidad, tiene el mismo tipo de instalación. La diferencia es que éste se controla por medio de un sistema electrónico, si el sistema no detecta que la mezcla esté igualmente rica en gasolina y NO₂ no permite su activación por lo que es más seguro en cuanto a que si se queda pobre en gasolina, no corre el peligro de un retroceso de flama (backfire). El precio oscila en la misma cantidad.

Edelbrock reúne las mismas características del NX en precio calidad y sistemas de instalación.

NOS es de calidad regular, mas bien es comercial, maneja ambos sistemas nada mas que el húmedo solo lo maneja directo a puerto, el sistema de admisión lo maneja seco, es de baja calidad en todos los aspectos y, por lo mismo, es el más económico, su precio oscila entre 6 mil y 15 mil pesos (figura 1.7.1).

Zex es una imitación barata y de mala calidad del Venos, su sistema electrónico se daña con facilidad sin mencionar que la potencia de sus solenoides no es tan buena.

Dados los puntos de vista y lo que existe en el mercado, en esta tesis se determinará que tan factible es la implantación del uso de ventiladores en serie para el motor, realizando un estudio experimental, fundamentado en bases teóricas y en diferentes condiciones del motor, tomando en cuenta el costo contra la potencia entregada.

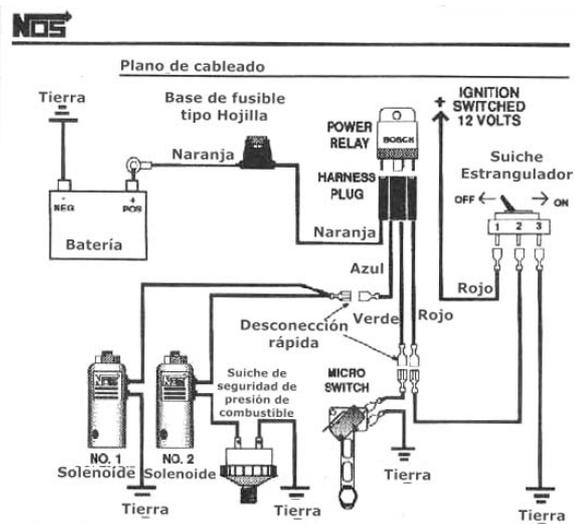


Fig. 1.7.1 Sistema NOS y diagrama

CAPÍTULO 2: DISEÑO DEL DISPOSITIVO

2.1. Definición del problema.

Lo que se busca es tratar de aumentar la presión y la masa de aire en un motor de combustión interna con una cilindrada menor a 1.8 litros, tratando de generar un aumento de potencia, de una forma económica, sin tener que realizar cambios extras en el motor y que no se presenten daños a largo plazo.

Por lo tanto se tienen las siguientes restricciones:

- 1.- Espacio dentro del motor.
- 2.- Gasto másico estimado.
- 3.- Energía consumida por los ventiladores.
- 4.- Dimensiones y especificaciones de ventiladores existentes de flujo axial de 12 [V].
- 5.- Mínimo de pérdidas.

2.2 Aspectos que determinan las dimensiones del prototipo

El objetivo de la cámara es brindar un espacio en el cual se puedan albergar a los ventiladores con pocas pérdidas, además esta debe adaptar a las medidas especificadas, y que sea de fácil conexión con el motor.

Por lo tanto se tomaron diámetros de la toma de admisión de aire del coche estudiado un Chevy, las cuales son aproximadamente de 60 [mm] de diámetro y por otro lado, la entrada de un filtro de alto flujo, con diámetro promedio de 76 [mm].

1) Espacio dentro del motor:

Las medidas aproximadas que se tomaron en el espacio disponible en el motor, eliminando el contenedor del filtro de aire, fue un paralelepípedo de 30 [cm] de ancho por 15 [cm] de alto y 30 [cm] de profundidad (medición promedio de 3 autos: (Chevy, Pointer, Atos).

En resumen se tiene que formar una cámara con una entrada de 76 [mm] de diámetro y una salida de 60 [mm] de diámetro misma que no debe ser de más de 130 [mm] de diámetro, así como no mayor a 300 [mm] de longitud total.

2) Gasto másico estimado.

Para determinar el gasto estimado del vehículo se realizó lo siguiente:

La máxima capacidad del motor es de 1.8 [l].

Cada cilindro consta de 0.45 [l].

Por cada revolución del cigüeñal existen 2 admisiones por lo cual tenemos 0.9 [l] x revolución. (Tabla 2.2.1)

Tabla 2.2.1
 Calculo estimado de Gastos (Q) y velocidad del aire (V) de acuerdo a las revoluciones del cigüeñal

[RPM]	RPS	Q [m ³ /s]	Q [l/s]	V [m/s]
800	13.33	0.0060	6.00	2.12
900	15.00	0.0068	6.75	2.39
1000	16.67	0.0075	7.50	2.65
1200	20.00	0.0090	9.00	3.18
1400	23.33	0.0105	10.50	3.71
1600	26.67	0.0120	12.00	4.24
1800	30.00	0.0135	13.50	4.78
2000	33.33	0.0150	15.00	5.31
2200	36.67	0.0165	16.50	5.84
2400	40.00	0.0180	18.00	6.37
2600	43.33	0.0195	19.50	6.90
2800	46.67	0.0210	21.00	7.43
3000	50.00	0.0225	22.50	7.96
3200	53.33	0.0240	24.00	8.49
3400	56.67	0.0255	25.50	9.02
3600	60.00	0.0270	27.00	9.55
3800	63.33	0.0285	28.50	10.08
4000	66.67	0.0300	30.00	10.61
4200	70.00	0.0315	31.50	11.14
4400	73.33	0.0330	33.00	11.67
4600	76.67	0.0345	34.50	12.20
4800	80.00	0.0360	36.00	12.73
5000	83.33	0.0375	37.50	13.26
5200	86.67	0.0390	39.00	13.80
5400	90.00	0.0405	40.50	14.33
5600	93.33	0.0420	42.00	14.86
5800	96.67	0.0435	43.50	15.39
6000	100.00	0.0450	45.00	15.92

2.3 Ventiladores

En el mercado se cuentan con las siguientes especificaciones de los ventiladores existentes (tabla 2.3.1)

Tabla 2.3.1 especificaciones y dimensiones de ventiladores axiales (www.sunon.com)

92X92X25 mm



Model	P/N	Bearing ⊗ SLEEVE ⊙ BALL ⊕ 2BALL	Rating Voltage (VDC)	Power Current (AMP)	Power Consumption (WATTS)	Speed (RPM)	Air Flow (CFM)	Static Pressure (Inch-H ₂ O)	Noise (dBA)	Weight (g)
KD1209PTB1	13.(2)	⊙	12	0.16	1.9	2800	49	0.17	35	95
KD1209PTB2	13.(2)	⊙	12	0.14	1.7	2600	48	0.15	33	95
KD1209PTB3	13.(2)	⊙	12	0.10	1.2	2300	41	0.11	30	95
KD1209PTS1	13	⊕	12	0.17	2.0	2800	49	0.16	34	95
KD1209PTS2	13	⊕	12	0.14	1.7	2500	44.5	0.14	32	95
KD1209PTS3	13	⊕	12	0.11	1.3	2200	39	0.11	28	95

120X120X38 mm



Model	P/N	Bearing	(VDC)	(AMP)	(WATTS)	(RPM)	(CFM)	(Inch-H ₂ O)	(dBA)	(g)
KD1212PMBX-6A		⊗	12	0.63	7.6	3150	120	0.34	46.5	326
KD1212PMB1-6A		⊗	12	0.56	6.8	3100	108	0.31	42	326
KD1212PMB2-6A		⊗	12	0.42	5.1	2800	98	0.25	36.5	326
KD1212PMB3-6A		⊗	12	0.26	3.2	2400	84	0.19	35	326
KD1212PMSX-6A		⊕	12	0.63	7.6	3100	119	0.32	45	326
KD1212PMS1-6A		⊕	12	0.56	6.8	3000	107	0.30	41	326
KD1212PMS2-6A		⊕	12	0.42	5.1	2700	97	0.24	36	326
KD1212PMS3-6A		⊕	12	0.26	3.2	2300	83	0.18	34	326
KD2412PMBX-6A		⊗	24	0.30	7.2	3150	120	0.34	46.5	326
KD2412PMB1-6A		⊗	24	0.28	6.7	3100	108	0.31	42	326
KD2412PMB2-6A		⊗	24	0.23	5.5	2800	98	0.25	36.5	326
KD2412PMB3-6A		⊗	24	0.16	4.0	2400	84	0.19	35	326
KD2412PMSX-6A		⊕	24	0.30	7.2	3100	119	0.32	45	326
KD2412PMS1-6A		⊕	24	0.28	6.7	3000	107	0.30	41	326
KD2412PMS2-6A		⊕	24	0.23	5.5	2700	97	0.24	36	326
KD2412PMS3-6A		⊕	24	0.16	4.0	2300	83	0.18	34	326

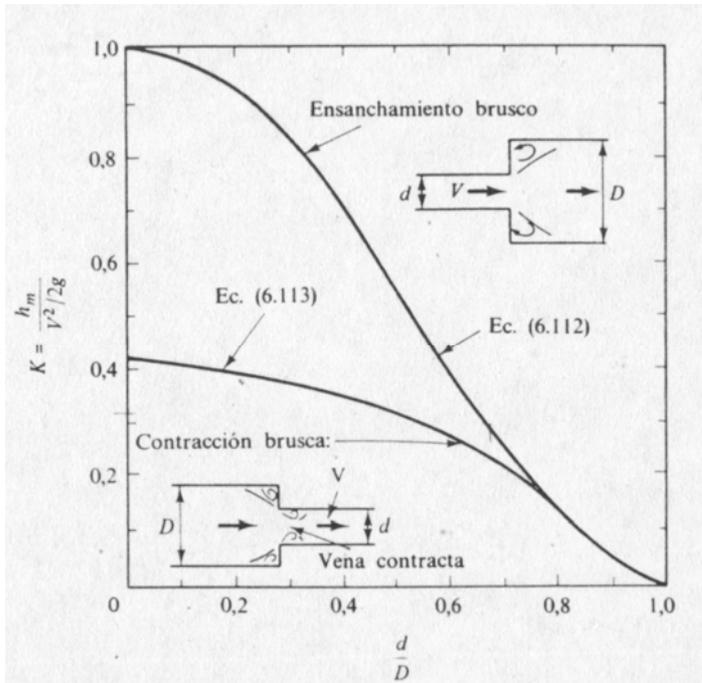
2.4 Diseño del Prototipo Metal

De acuerdo con mediciones realizadas con anterioridad y dado que para aumentar la potencia de un motor lo primordial es la presión, se optó por usar los ventiladores KD1212PMBX-6A o su equivalente estos tienen un gasto de 0.05663 [m³/s] y una presión de 8.63 [mm] de H₂O. Dado este ventilador, se tendrá que maquilar para obtener las dimensiones deseadas.

Estos ventiladores tienen un consumo de energía de 7.6 [W], por lo tanto tiene una corriente de no más de 1 [A]

Como se mencionó anteriormente, se cuenta con una entrada de 76 [mm] de diámetro y una salida de 60 [mm] de diámetro y se tiene que generar una cámara menor a 130 [mm] de diámetro, así que se necesita hacer una expansión y una reducción.

Esto se puede realizar por 2 métodos, una expansión o contracción brusca o por medio de un difusor.



Para calcular la expansión brusca se baso en la grafica siguiente. (Figura 2.4.1)

En este caso va a variar de $d = 76$ [mm] a $D = 127$ [mm], por lo tanto $d/D = 0.59$ lo cual da una K aproximada de 0.4 y calculando en base a la fórmula:

$$K = \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right]^2 \dots\dots 2.1$$

$$K = 0.4120.$$

Fig. 2.4.1 Grafica para calculo de perdidas en expansión o contracción brusca (Libro 1 pp. 385)

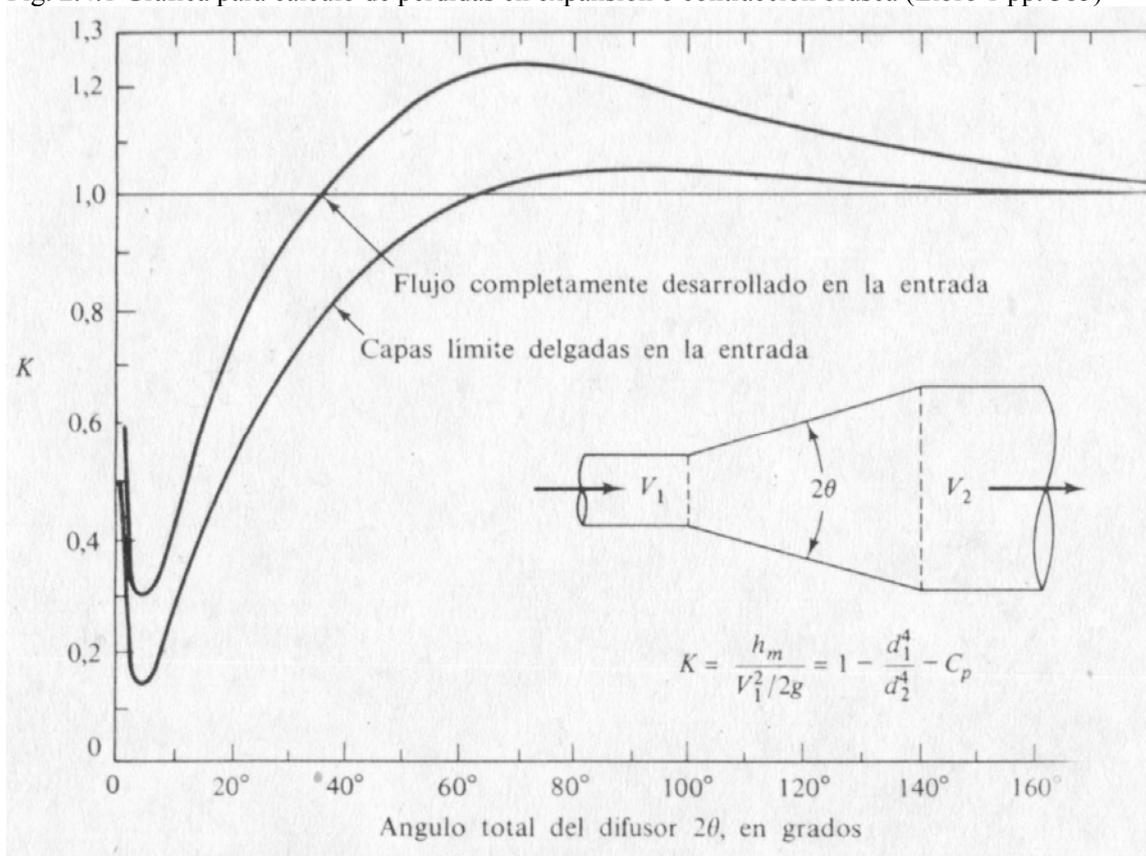


Figura 2.4.2 Grafica para calculo de perdidas en un difusor (libro 1 pp. 389)

Calculando un difusor daríamos aproximadamente 50[mm] para realizar el cono, por lo tanto se generaría un ángulo 2θ de 54° lo cual nos da una pérdida aproximada según la grafica 2.4.2 de $K = 1.2$, además de que un difusor genera la desventaja que le añade espacio al prototipo.

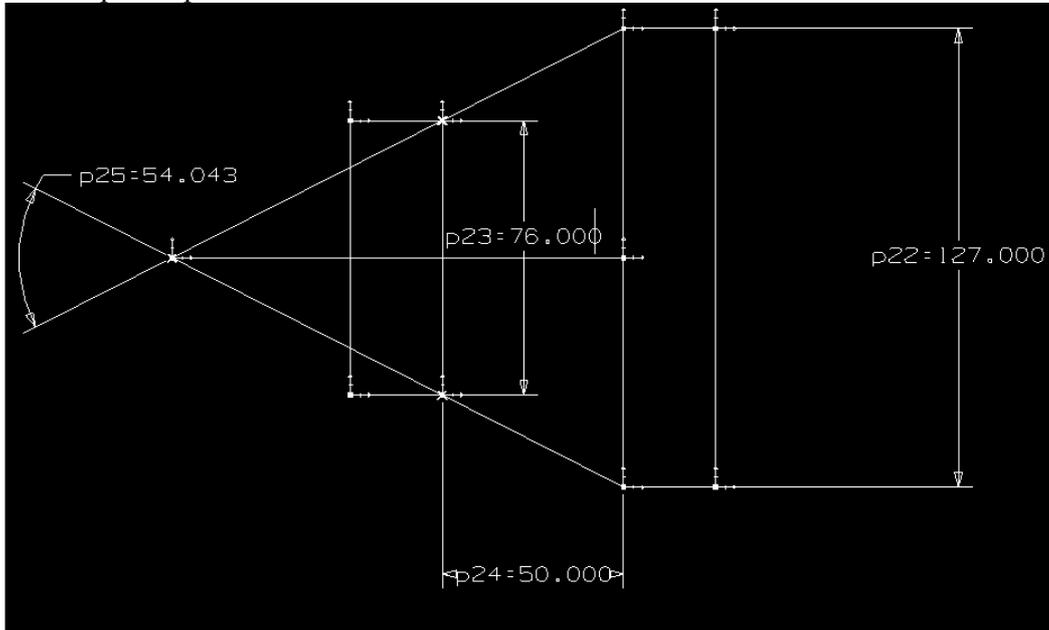


Fig. 2.4.3 calculo ángulo del difusor de entrada

Para la reducción:

Se tiene que realizar una reducción de $D = 127$ [mm] a $d = 60$ [mm]

Se experimenta con una contracción brusca y dada la figura, 2.4.3 se tiene que $d/D = 0.47$ y aproximadamente $K = 0.31$

Pero si se tiene una contracción gradual tenemos la siguiente tabla 2.4.4:

Tabla 2.4.4
Perdidas en contracciones graduales en función de ángulo de contracción (libro 1 pp. 390)

Ángulo de contracción 2θ , grados	K en contracciones graduales
30	0,02
45	0,04
60	0,07

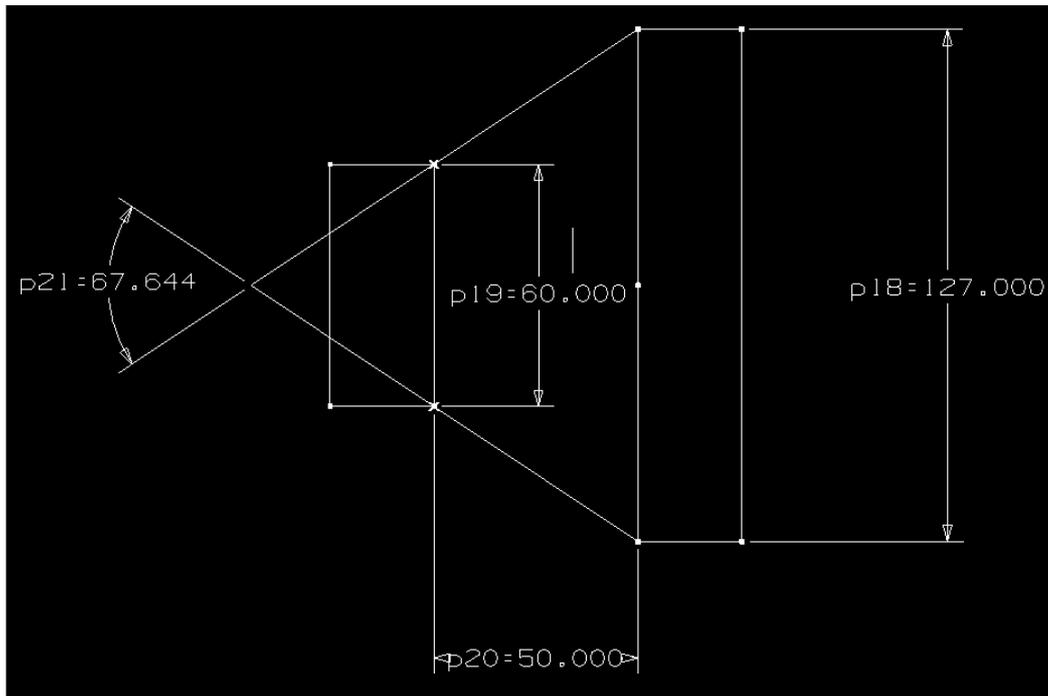


Fig. 2.4.5 calculo ángulo del difusor de salida.

Lo cual da un ángulo aproximado de $67.6[^\circ]$ y dada la tabla 2.4.4 se tiene una $K = 0.075$

Por lo tanto, con estos datos la configuración para el prototipo será, una expansión brusca de $76 [mm]$ a $127 [mm]$ y una reducción gradual de $127 [mm]$ a $60 [mm]$ con $50 [mm]$ para el cono.

Ahora se tiene la restricción de espacio que son $300 [mm]$ Sumando los objetos que se van a colocar se tendrá que considerar el filtro de alto flujo cuyas dimensiones fluctúan desde los $50 [mm]$ hasta los $200 [mm]$. Tomando uno de $50 [mm]$ el espacio para sujetar el filtro es aproximadamente de $25 [mm]$, del otro lado tenemos $50 [mm]$ del cono de la contracción gradual y $25 [mm]$ de la sujeción contra el múltiple de admisión.

Si se suma todo lo anterior se tiene $150 [mm]$, entonces se tiene un espacio restante de $150 [mm]$.

El espesor de los ventiladores son de $38 [mm]$ dividiendo la cantidad restante entre el espesor de los ventiladores da un resultado de 3.9 ventiladores por lo tanto la cámara podrá albergar 3 ventiladores dando un espacio de $127 [mm]$ para factores de ajuste.

Sumando todo se tiene un total de $277 [mm]$ dando un rango de movimiento para ajustes posteriores.

CAPÍTULO 3. CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO

3.1 Fabricación del prototipo

Para este mismo caso también se probaron diferentes configuraciones de ventiladores así como del tamaño de las cámaras y materiales. En el modelo explicado anteriormente el prototipo se realizo de metal (lámina negra) (figuras 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3) siguiendo fielmente los pasos del diseño.



Fig. 3.1.1 Rolado de lámina para prototipo.



Fig. 3.1.2 Partes prototipo soldadas.



Fig. 3.1.3 Prototipo metal terminado y ensamblado.

3.2 Prototipos PVC

En los dos siguientes prototipos (Figura 3.2.1 y 3.2.2) se utilizó plástico PVC comercial para uso en cañerías, ya que debido a su resistencia ante vibraciones y altas temperaturas, además que nominalmente existían medidas idóneas para realizar el prototipo simplemente dando un terminado de pulido y quitando rebabas que podían obstruir el flujo de aire, usando diferentes configuraciones y modificando el número de ventiladores .

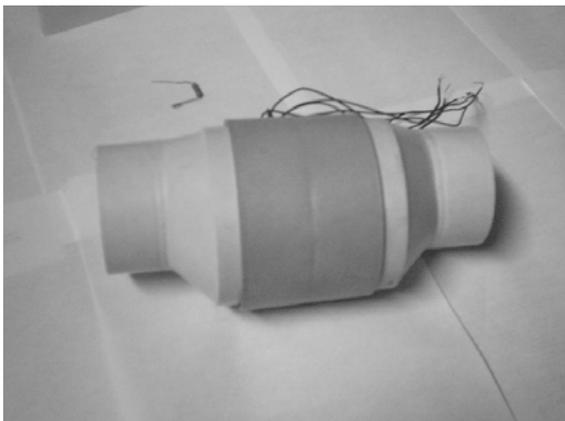


Fig. 3.2.1 Prototipo PVC 1.



Fig. 3.2.2 Prototipo PVC 2.

3.3 Otros productos en el mercado

Se utilizó dos productos más ya existentes en el mercado de características similares y a un precio razonable. Sus nombres son *Thunder Boost* (Fig. 3.3.1) y el otro es un ventilador jaula de ardilla en forma de caracol (Fig. 3.3.2). De los cuales, más adelante, se darán sus especificaciones y la comparativa entre los modelos.



Fig. 3.3.1 *Thunder Boost*.



Fig. 3.3.2 Modelo Caracol.

3.4. Adaptadores para los prototipos

Para adaptar los modelos y prototipos se fabricaron unos adaptadores para su buen funcionamiento y un ajuste perfecto, sin pérdidas, fugas y/o fracturas. Estas piezas se fabricaron en nylamid negro, esto para eliminar peso y para un maquinado más fácil. El motivo por el cual se fabricaron tantas piezas fue por que los modelos comprados no vienen con medidas estandar para adaptarse fácilmente al tubo de admisión de aire.

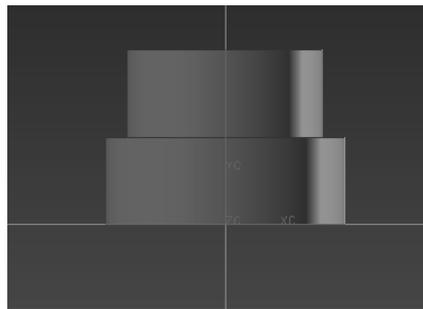


Fig. 3.4.1 Adaptador.

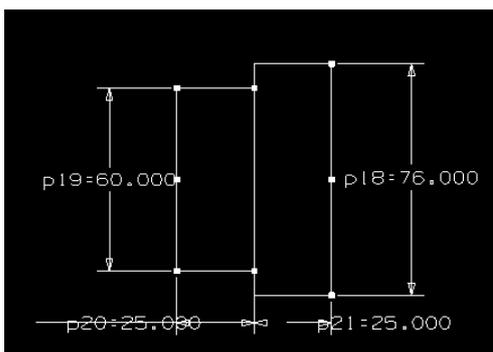


Fig. 3.4.2 Medidas adaptador filtro tubo venturi.

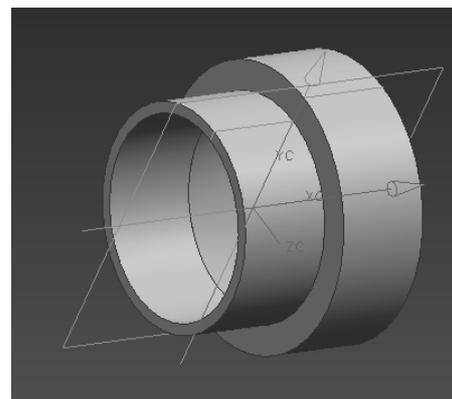


Fig. 3.4.3 Modelo tridimensional.

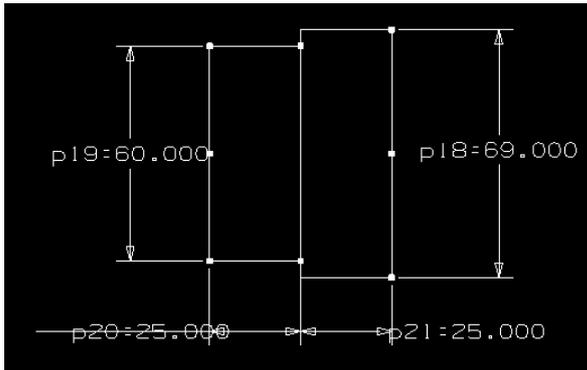


Fig. 3.4.4 Medidas adaptador caracol tubo venturi.

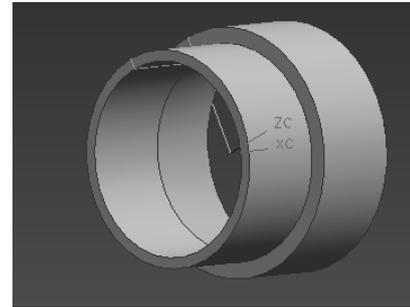


Fig. 3.4.5 Modelo tridimensional.

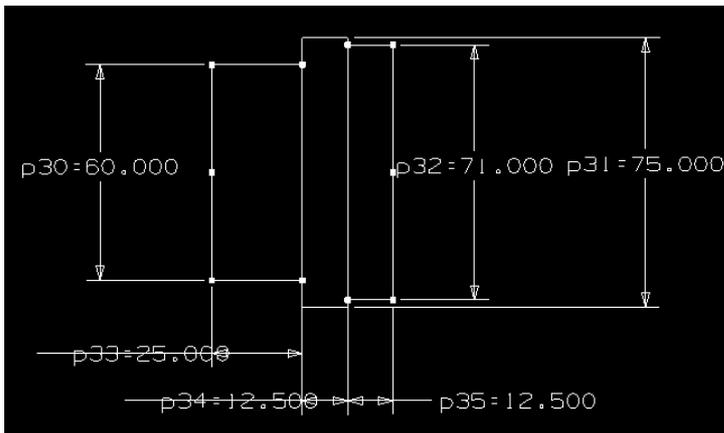


Fig. 3.4.5 Medidas adaptador caracol y *thunder boost* tubo venturi.

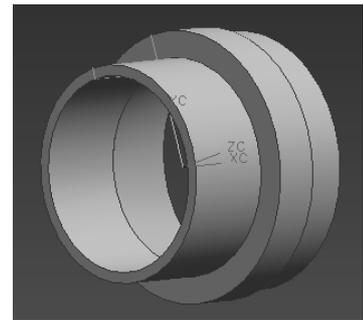


Fig. 3.4.6 Modelo tridimensional.

CAPÍTULO 4. PRUEBAS AL DISPOSITIVO

4.1 Metodología de las pruebas fuera del auto.

Se le hicieron mediciones al dispositivo para verificar el gasto de energía (Watts) y la presión total con la que se contaba en el dispositivo, esto se realizo usando un amperímetro y un tubo Pitot con su adaptador, creado para un fácil acoplamiento (Figura. 3.4.1), obteniéndose medidas más precisas y más controladas para cada caso. Usando un banco de trabajo que consta de un manómetro diferencial con aceite como fluido (Fig. 4.1.1.4), se realizaron una serie de mediciones alrededor del tubo de control para ver cada sector del mismo siguiendo un orden que se muestra en la Figura(4.1.1.1 y 4.1.1.2) números del 1 al 12.

4.1.1 Material usado para las pruebas

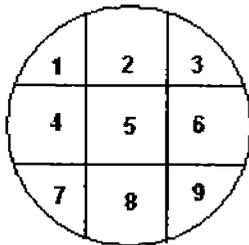


Fig. 4.1.1.1 Orden de mediciones fuera del auto.

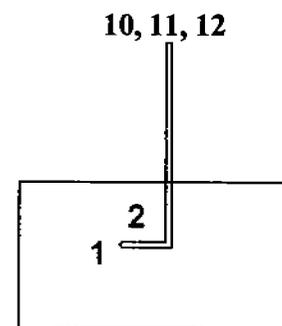


Fig. 4.1.1.2 Tubo usado para medición fuera del auto.

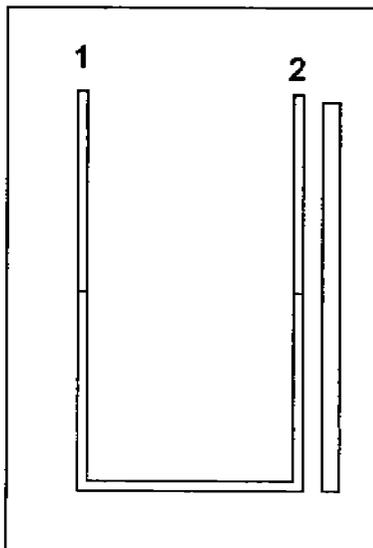


Fig. 4.1.1.3 Manómetro diferencial usado y conexiones.

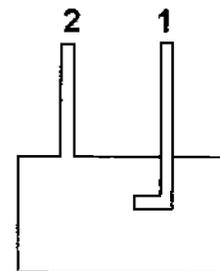


Fig. 4.1.1.4 Tubo usado para medición dentro del auto.

Como los ventiladores trabajan con 12 [v] al multiplicar por corriente registrada se obtiene la potencia.



Fig. 4.1.1.5 Tubo usado medición dentro del auto modelo real.

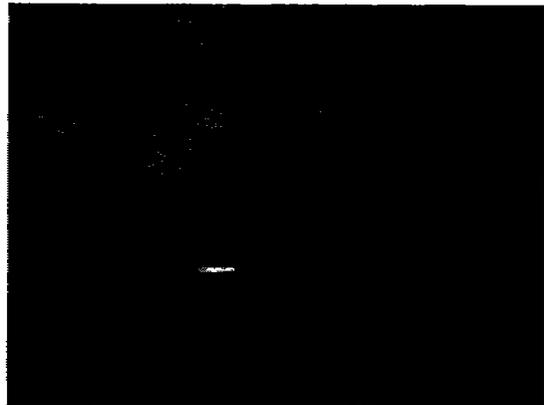


Fig. 4.1.1.6 Vista lateral.



Fig.4.1.1.7 Manómetro diferencial modelo real.

4.2 Metodología de las pruebas dentro del auto

Las pruebas consisten en tomar mediciones de velocidad del fluido en la entrada de admisión de aire, después de haber colocado el dispositivo usando un tubo de Pitot, la temperatura, las emisiones de gases (mediante un analizador de gases), y obtenerlas curvas de potencia al freno por medio de un dinamómetro, realizando una prueba por cada caso a evaluar.

1.- Se obtuvieron velocidad y temperatura en un rango de [RPM] desde el ralenti así tomando mediciones desde 1000 [RPM] aumentando en 500 [RPM], hasta 3500 [RPM] observando la diferencia entre el prototipo encendido y apagado.

2.- Se midieron las emisiones de los gases de escape

3.- Un dinamómetro midiendo potencia y torque.

La velocidad del aire se obtiene a partir de un diferencial de presión usando la fórmula proveniente de Bernoulli :

$$v = \sqrt{\left(\frac{2g(\rho_{aceite} - \rho_{aire})}{\rho_{aire}}\right)L} \dots\dots Ecuación. 4.2.1$$

Donde

g gravedad 9.81 [m/s]
 ρ aceite 920 [kg/m³]

$$\rho_{aire} : \frac{P}{RaT}$$

P presión atmosférica 77381.21 [N/m²]
Ra constante de los gases 287 [J/Kg K]
T temperatura [K]
L longitud medida en el piezómetro [m]

Debido a que las mediciones son muy pequeñas se inclino el manómetro 20°, por lo cual las medidas obtenidas se corrigen multiplicando por el seno del ángulo de inclinación por lo tanto:

$$L_{real} = L(\text{seno}\Theta)$$

$$\theta = 20^\circ$$

La fórmula queda de la siguiente manera sustituyendo valores dados en Eq. 4.2.1

$$v = \left(\frac{19.62 \left(920 - \frac{77381.21}{287 \times T} \right)}{\frac{77381.21}{287 \times T}} \right) 0.3420 \times L \dots \text{Ecuación. 4.2.2}$$

Para calcular el gasto de aire se utilizó la fórmula siguiente

$$G = v \times A \dots \text{Ecuación 4.2.3}$$

G gasto [m^3/s]

v velocidad [m/s]

A área del cilindro .002827 [m^2]

4.3. Mediciones

A continuación se muestra una imagen de cómo lucía cada prueba además de cómo luce el auto con el dispositivo conectado mostrando análisis de velocidad tanto fuera como dentro del auto, pruebas de dinamómetro y análisis de gases con el modelo encendido y apagado.

4.3.1 Condiciones originales

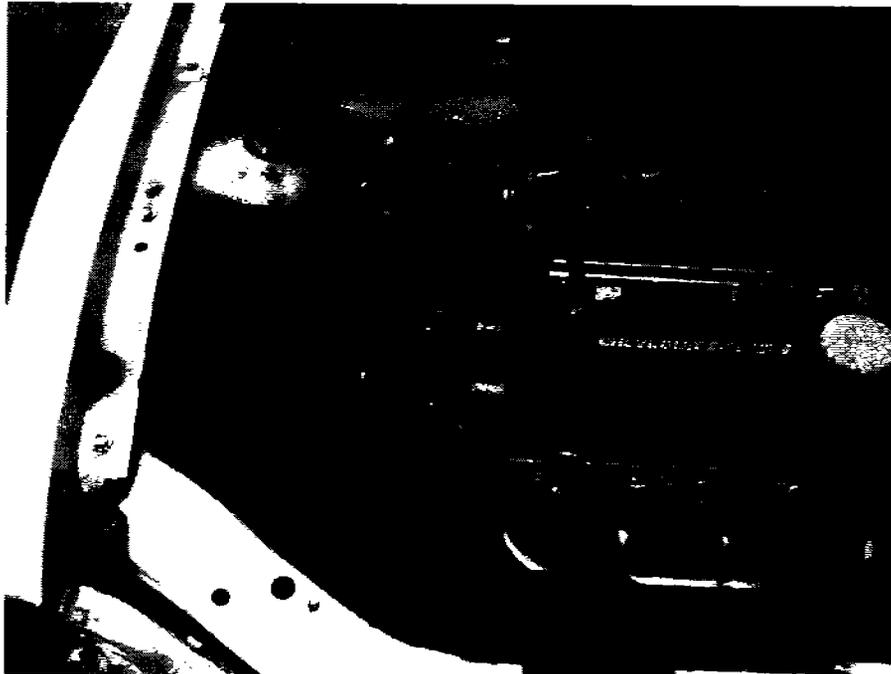


Fig. 4.3.1.1 Condiciones originales

En condiciones originales se presentaron estas mediciones:

Tabla 4.3.1.1 Velocidad del aire en condiciones originales

[RPM]	L1 [cm]	Lreal [cm]	Temp [°C]	ρ aire [kg/m ³]	V aire [m/s]
Ralenti	25.4	0.06858	20	0.92021	3.6659
1500	25.4	0.06858	20	0.92021	3.6659
2000	25.4	0.06858	20	0.92021	3.6659
2500	25.5	0.13716	20	0.92021	5.18436
3000	25.6	0.20574	20	0.92021	6.34952

Medición de diferentes parámetros en condiciones originales en el dinamómetro

Tabla 4.3.1.2 Dinamómetro
Condiciones originales (Anexo 1)

# prueba	Potencia [Kw]	Torque [Nm]	Temp [°C]
1	76.8	299.8	22
2	76.6	296.3	21
3	75.9	292.6	24

	Potencia [Kw]	Torque [Nm]
max	76.8	299.8
min	75.9	292.6

Emisiones de gases

Tabla 4.3.1.3 Gases emitidos condiciones originales en marca y con carga (anexo 12)

gases	Ralenti	carga
CO %vol	0.01	0.02
CO2 %vol	15.25	15.35
HC ppm	14	10
O2 %vol	0.64	0.61
NOX ppm	0	0
RPM	1020	3200
TEMP °C	100.8	106.8
LAMBDA	1.02	1.02

4.3.2 Prototipo PVC 1

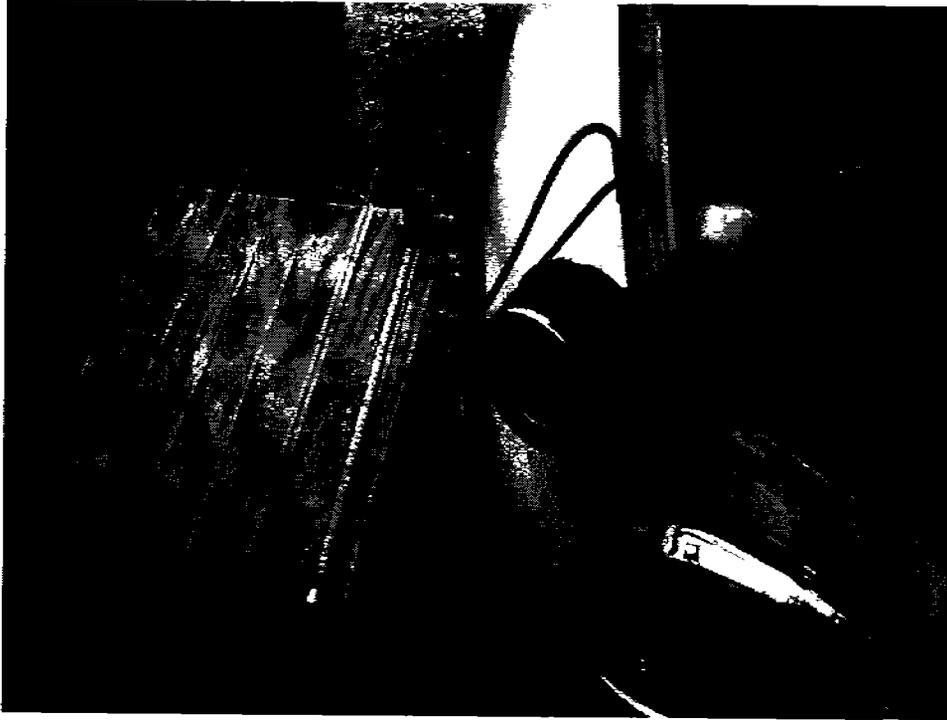


Fig. 4.3.2.1 Medición de velocidad en PVC1

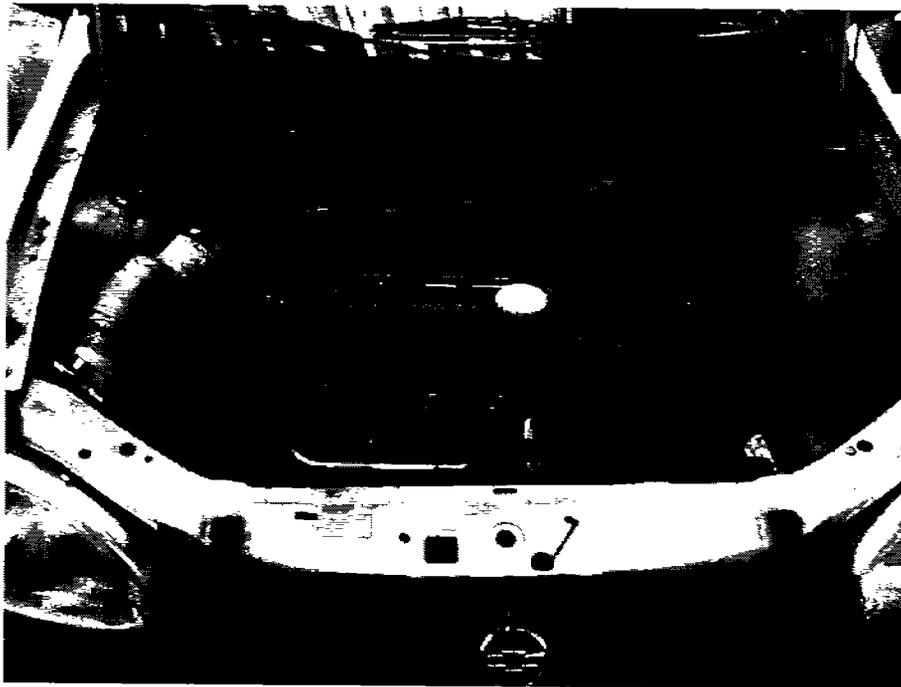


Fig. 4.3.2.2 Aspecto de PVC1 dentro del motor conexión final

Tabla 4.3.2.1 Mediciones obtenidas con Prototipo PVC 1 (colocado fuera del motor)

Inicia	25.1	[cm]		
Temp	19	[°C]	P	7.4776 [W]
Voltage	14.38	[v]		
Corriente	0.52	[A]		

	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
1	25.1	0	0.92336	0	0
2	25.1	0	0.92336	0	0
3	25.15	0.03429	0.92336	2.58775	0.00732
4	25.1	0	0.92336	0	0
5	25.1	0	0.92336	0	0
6	25.2	0.06858	0.92336	3.65963	0.01035
7	25.2	0.06858	0.92336	3.65963	0.01035
8	25.2	0.06858	0.92336	3.65963	0.01035
9	25.3	0.13716	0.92336	5.1755	0.01463
10	25.4	0.20574	0.92336	6.33866	0.01792
11	25.3	0.13716	0.92336	5.1755	0.01463
12					
Prom					

	V [m/s]	G [m ³ /s]
Mayor	6.33866	0.01792

Menor	0	0
-------	---	---

Tabla 4.3.2.2 Mediciones prototipo PVC 1 dentro del motor (apagado)

Inicial	18.5	[cm]
---------	------	------

[RPM]	L1 OFF [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
Ralenti	18.5	0	0.91397	0	0
1500	18.5	0	0.91397	0	0
2000	18.5	0	0.91397	0	0
2500	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104
3000	18.65	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274
3500	18.7	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471

Tabla 4.3.2.3 Mediciones prototipo PVC 1 dentro del motor (encendido)

[RPM]	L2 ON [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]	I [A]	V [v]	[W] consumidos
Ralenti	18.5	0	0.91397	0	0	0.52	14.23	7.3996
1500	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104	0.5	14.32	7.16
2000	18.65	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274	0.5	14.34	7.17
2500	18.7	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471	0.5	14.27	7.135
3000	18.7	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471	0.47	14.24	6.6928
3500	18.75	0.17145	0.91397	5.81606	0.01644	0.47	14.23	6.6881

Tabla 4.3.2.4 Medición prototipo PVC 1 (apagado) en Dinamómetro

Dinamómetro Prototipo PVC 1				apagado (anexo 2)	
# prueba	Potencia [KW]	Torque [Nm]	Temp [°C]	Potencia [KW]	Torque [Nm]
1	77	295.1	18	max	77.3
2	77.3	300.6	19	min	77
					295.1

Tabla 4.3.2.5 Medición prototipo PVC 1 (encendido) en Dinamómetro

Dinamómetro Prototipo PVC 1				Encendido (anexo 3)	
# prueba	Potencia [KW]	Torque [Nm]	Temp [°C]	Potencia [Kw]	Torque [Nm]
1	76.2	297.5	17	max	77.1
2	77.1	299.1	16	min	76.2
					297.5

Tabla 4.3.2.6 Medición prototipo PVC 1 emisiones de gases (anexo 13)

gases	P2 Apagado		P2 Encendido	
	Ralenti	carga	Ralenti	carga
CO %vol	0.01	0.01	0.02	0.01
CO2 %vol	15.25	15.3	15.28	15.41
HC ppm	20	11	17	15
O2 %vol	1.1	0.95	0.98	0.91
NOX ppm	7	31	5	1
RPM	1020	3340	1080	3280
TEMP °C	99	106.8	100.8	109.8
LAMBDA	1.04	1.03	1.04	1.03

4.3.3 Prototipo PVC 2



Fig. 4.3.3.1 Medición de velocidad en PVC2



Fig. 4.3.3.2 Aspecto de PVC2 dentro del motor conexión final

Tabla 4.3.3.1 Mediciones obtenidas con Prototipo PVC 2 fuera del motor

Inicia	25.1	[cm]		
Temp	19	[°C]	P	7.1247 [W]
Voltage	13.97	[v]		
Corriente	0.51	[A]		

Mediciones Fuera	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
1	25.2	0.06858	0.9234	3.65963	0.0103
2	25.3	0.13716	0.9234	5.1755	0.0146
3	25.3	0.13716	0.9234	5.1755	0.0146
4	25.2	0.06858	0.9234	3.65963	0.0103
5	25.2	0.06858	0.9234	3.65963	0.0103
6	25.15	0.03429	0.9234	2.58775	0.0073
7	25.1	0	0.9234	0	0
8	25.1	0	0.9234	0	0
9	25.15	0.03429	0.9234	2.58775	0.0073
10	25.3	0.13716	0.9234	5.1755	0.0146
11	25.3	0.13716	0.9234	5.1755	0.0146
12	25.4	0.20574	0.9234	6.33866	0.0179

	V [m/s]	G [m ³ /s]
mayor	6.33866448	0.01792194

menor	0	0
-------	---	---

Tabla 4.3.3.2 Mediciones obtenidas con Prototipo PVC 2 dentro del motor (apagado)

inicial	18.5	[cm]
---------	------	------

[RPM]	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
Ralenti	18.5	0	0.914	0	0
1500	18.55	0.03429	0.914	2.60102	0.0074
2000	18.6	0.06858	0.914	3.6784	0.0104
2500	18.6	0.06858	0.914	3.6784	0.0104
3000	18.6	0.06858	0.914	3.6784	0.0104
3500	18.7	0.13716	0.914	5.20204	0.0147

Tabla 4.3.3.3 Mediciones obtenidas con Prototipo PVC 2 fuera del motor (encendido)

[RPM]	L _{2 ON} [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]	I [A]	V [v]	[W] consumidos
Ralenti	18.5	0	0.914	0	0	0.52	14.23	7.3996
1500	18.55	0.03429	0.914	2.60102	0.0074	0.51	14.32	7.3032
2000	18.6	0.06858	0.914	3.6784	0.0104	0.51	14.28	7.2828
2500	18.6	0.06858	0.914	3.6784	0.0104	0.5	14.35	7.175
3000	18.65	0.10287	0.914	4.5051	0.0127	0.5	14.37	7.185
3500	18.7	0.13716	0.914	5.20204	0.0147	0.5	14.25	7.125

Tabla 4.3.3.4 Medición prototipo PVC 2 (apagado) en Dinamómetro

Dinamómetro Prototipo PVC 2 Apagado (anexo 4)				Potencia Torque (Kw) [Nm]	
# prueba	Potencia (KW)	Torque [Nm]	Temp (°C)	max	min
1	77.4	300.1	25	78.6	300.2
2	78.6	300.2	24	77.4	300.1

Tabla 4.3.3.5 Medición prototipo PVC 2 (encendido) en Dinamómetro

Dinamómetro Prototipo PVC 2 Encendido (anexo 5)				Potencia Torque (Kw) [Nm]	
# prueba	Potencia (KW)	Torque [Nm]	Temp (°C)	Max	Min
1	78.6	299.1	34	78.6	299.1
2	78.1	298.7	31	78.1	298.7

Tabla 4.3.3.6 Medición prototipo PVC 2 emisiones de gases (anexo 14)

Gases	PVC 2 Apagado		PVC 2 Encendido	
	Ralenti	Carga	Ralenti	carga
CO %vol	0	0	0.1	0
CO2 %vol	15.13	15.26	15.25	15.14
HC ppm	9	5	13	3
O2 %vol	1.07	0.97	1.07	0.98
NOX ppm	9	31	0	0
RPM	1080	3280	1080	3280
TEMP °C	98	97.8	101.2	104.6
LAMBDA	1.04	1.04	1.04	1.04

4.3.4 Prototipo de Metal



Fig. 4.3.4.1 Medición de velocidad en PVC2

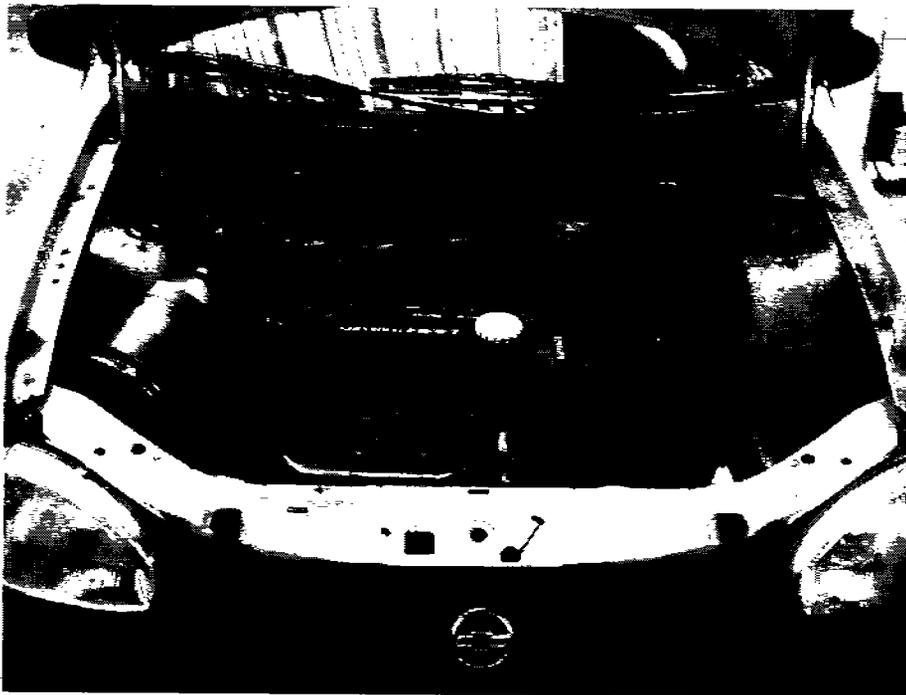


Fig. 4.3.4.2 Aspecto de Prototipo Metal dentro del motor conexión final

Tabla 4.3.4.1 Mediciones obtenidas con Prototipo de metal fuera del motor

Inicia	25	[cm]		
Temp	19	[°C]	P	14.472 [W]
Voltage	13.4	[v]		
Corriente	1.08	[A]		

Mediciones Fuera	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
1	25.2	0.13716	0.92336	5.1755	0.01463
2	25.2	0.13716	0.92336	5.1755	0.01463
3	25.2	0.13716	0.92336	5.1755	0.01463
4	25.1	0.06858	0.92336	3.65963	0.01035
5	25.1	0.06858	0.92336	3.65963	0.01035
6	25.1	0.06858	0.92336	3.65963	0.01035
7	25	0	0.92336	0	0
8	25.05	0.03429	0.92336	2.58775	0.00732
9	25.05	0.03429	0.92336	2.58775	0.00732
10	25.2	0.13716	0.92336	5.1755	0.01463
11					
12					
Prom	25.12				

L [cm]
Mayor 25.2

Menor 25

Tabla 4.3.4.2 Mediciones obtenidas con Prototipo de metal dentro del motor (apagado)

inicial 18.5 [cm]

[RPM]	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
Ralenti	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104
1500	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104
2000	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104
2500	18.65	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274
3000	18.7	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471
3500	18.75	0.17145	0.91397	5.81606	0.01644

Tabla 4.3.4.3 Mediciones obtenidas con Prototipo de metal dentro del motor (encendido)

[RPM]	L _{2 ON} [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]	I [A]	V [v]	[W] consumidos
Ralenti	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104	1.11	14.21	15.7731
1500	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104	1.12	14.3	16.016
2000	18.65	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274	1.16	14.24	16.5184
2500	18.7	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471	1.18	14.22	16.7796
3000	18.75	0.17145	0.91397	5.81606	0.01644	1.2	14.29	17.148
3500	18.8	0.20574	0.91397	6.37118	0.01801	1.22	14.31	17.4582

Tabla 4.3.4.4 Medición prototipo de metal (apagado) en Dinamómetro

Dinamómetro Prototipo Metal apagado (anexo 6)				Potencia Torque		
# prueba	Potencia (KW)	Torque [Nm]	Temp (°C)	(KW)	[Nm]	
1	77.7	301.3	25	max	77.9	301.3
2	77.9	298.4	24	min	77.7	298.4

Tabla 4.3.4.5 Medición prototipo de metal (encendido) en Dinamómetro

Dinamómetro Prototipo Metal Encendido (anexo 7)				Potencia Torque		
# prueba	Potencia (KW)	Torque (Nm)	Temp (°C)	(KW)	(Nm)	
1	78.8	303.7	34	max	78.8	303.7
2	78.5	299.6	31	min	78.5	299.6

Tabla 4.3.4.6 Medición prototipo de metal emisiones de gases (anexo 15)

Gases	PM Apagado		PM Encendido	
	Ralenti	carga	Ralenti	carga
CO %vol	0	0	0	0
CO2 %vol	15.14	15.14	15.17	15.23
HC ppm	8	0	3	3
O2 %vol	1.14	1.04	1.07	1.06
NOX ppm	5	3	3	1
RPM	1080	3340	1080	3420
TEMP °C	102.7	109.1	107.6	114.3
LAMBDA	1.04	1.04	1.04	1.04

4.3.5 Producto Caracol



Fig. 4.3.5.1 Medición de velocidad en Producto Caracol

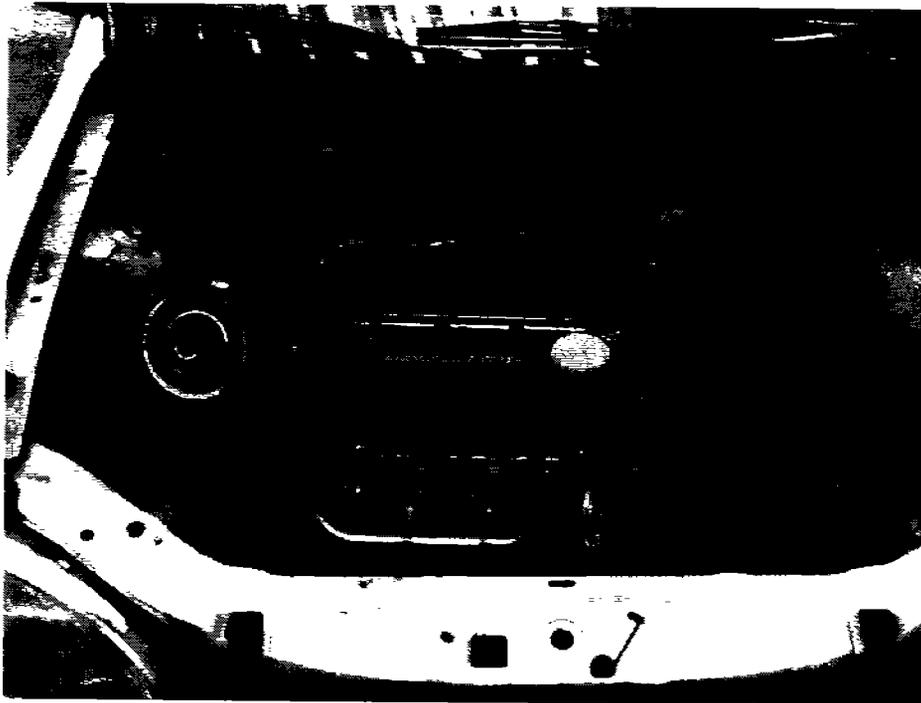


Fig. 4.3.5.2 Aspecto de Producto Caracol dentro del motor conexión final

Tabla 4.3.5.1 Mediciones obtenidas con el producto Caracol fuera del motor

Inicia	25.1	[cm]		
Temp	19	[°C]	P	34.8 [W]
Voltage	10	[V]		
Corriente	3.48	[A]		

Mediciones Fuera	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
1	26.8	1.16585	0.92336	15.089	0.04266
2	26.9	1.23443	0.92336	15.5265	0.0439
3	27.3	1.50875	0.92336	17.1652	0.04853
4	27.1	1.37159	0.92336	16.3664	0.04627
5	27.4	1.57733	0.92336	17.551	0.04962
6	27.4	1.57733	0.92336	17.551	0.04962
7	27	1.30301	0.92336	15.952	0.0451
8	27.8	1.85165	0.92336	19.016	0.05377
9	27.9	1.92023	0.92336	19.3649	0.05475
10	27.1	1.37159	0.92336	16.3664	0.04627
11	27.5	1.64591	0.92336	17.9285	0.05069
12					
Prom	27.2909				

	L [cm]
Mayor	27.9

Menor	26.8
-------	------

Tabla 4.3.5.2 Mediciones obtenidas con Producto Caracol dentro del motor (apagado)

inicial	18.6 [cm]
---------	-----------

[RPM]	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
Ralenti	18.6	0	0.91397	0	0
1500	18.6	0	0.91397	0	0
2000	18.65	0.03429	0.91397	2.60102	0.00735
2500	18.7	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104
3000	18.75	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274
3500	18.8	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471

Tabla 4.3.5.3 Mediciones obtenidas con Producto Caracol dentro del motor (encendido)

[RPM]	L _{2 ON} [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]	I [A]	V [V]	[W] consumidos
Ralenti	18.65	0.03429	0.91397	2.60102	0.00735	2.9	14.14	41.006
1500	18.65	0.03429	0.91397	2.60102	0.00735	2.78	14.14	39.3092
2000	18.7	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104	2.7	14.14	38.178
2500	18.75	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274	2.82	14.14	39.8748
3000	18.8	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471	2.82	14.14	39.8748
3500	18.8	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471	2.82	14.14	39.8748

Tabla 4.3.5.4 Medición producto Caracol (apagado) en Dinamómetro

Dinamómetro Caracol apagado (anexo 8)				Potencia [KW] Torque [Nm]		
# prueba	Potencia (KW)	Torque [Nm]	Temp (°C)	max	78.5	304.9
1	77.7	304.9	42	min	77.7	302
2	78.5	302	36			

Tabla 4.3.5.5 Medición producto caracol (encendido) en Dinamómetro

Dinamómetro Caracol Encendido (anexo 9)				Potencia [KW] Torque [Nm]		
# prueba	Potencia (KW)	Torque [Nm]	Temp (°C)	max	78.8	309.4
1	78.4	309.4	43	min	78.4	304.2
2	78.8	304.2	44			

Tabla 4.3.5.6 Medición producto caracol emisiones de gases (anexo 16)

Gases	Caracol Apagado		Caracol Encendido	
	Ralenti	carga	Ralenti	carga
CO %vol	0	0	0	0.01
CO2 %vol	15.17	15.17	15.23	15.38
HC ppm	13	3	9	13
O2 %vol	1.16	1.08	1.03	1.01
NOX ppm	15	45	5	3
RPM	1020	3280	1080	3340
TEMP °C	104.6	111.3	107.2	112.5
LAMBDA	1.05	1.04	1.04	1.04

4.3.6 Producto *Thunder Boost*



Fig. 4.3.6.1 Medición de velocidad en Producto *Thunder Boost*

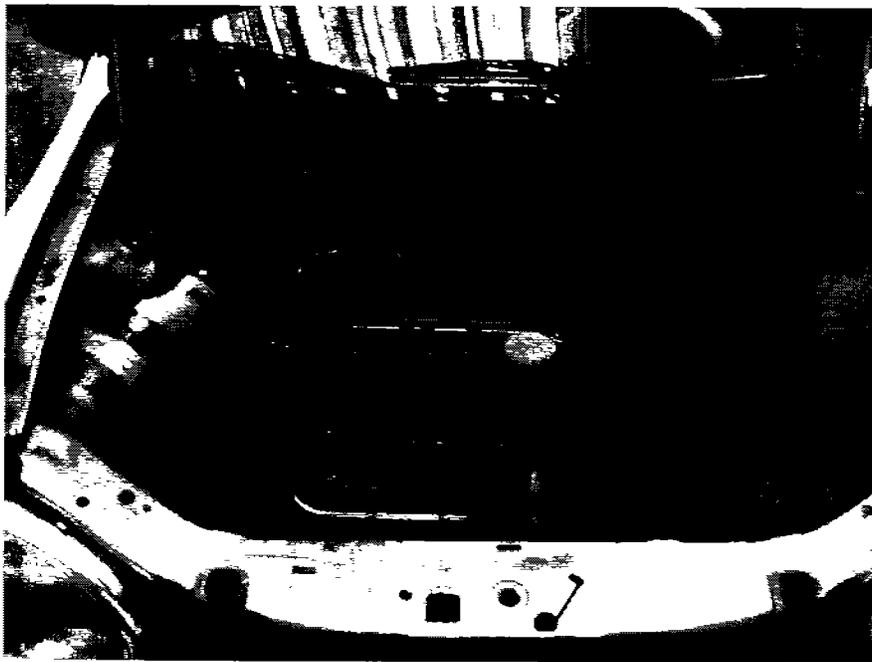


Fig. 4.3.6.2 Aspecto de Producto *Thunder Boost* dentro del motor conexión final

Tabla 4.3.6.1 Mediciones obtenidas con producto *Thunder boost* fuera del motor

Inicia	25.4	[cm]		
Temp	19	[°C]		
Voltaje	11	[v]	P	30.91 [W]
Corriente	2.81	[A]		

Mediciones Fuera	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
1	26	0.41148	0.92336	8.96423	0.02535
2	28	1.78307	0.92336	18.6605	0.05276
3	27.3	1.30301	0.92336	15.952	0.0451
4	26.9	1.02869	0.92336	14.1737	0.04007
5	31	3.84046	0.92336	27.3862	0.07743
6	28.8	2.33171	0.92336	21.3391	0.06033
7	27.5	1.44017	0.92336	16.7705	0.04742
8	27.7	1.57733	0.92336	17.551	0.04962
9	27.7	1.57733	0.92336	17.551	0.04962
10	32	4.52625	0.92336	29.731	0.08406
11	30.2	3.29182	0.92336	25.3547	0.07169
12	0				
Prom	28.4636				

	L [cm]
Mayor	32

Menor	26
-------	----

Tabla 4.3.6.2 Mediciones obtenidas con producto *Thunder Boost* dentro del motor (apagado)

inicial	18.5	[cm]
---------	------	------

[RPM]	L [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [Kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]
Ralenti	18.5	0	0.91397	0	0
1500	18.55	0.03429	0.91397	2.60102	0.00735
2000	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104
2500	18.6	0.06858	0.91397	3.6784	0.0104
3000	18.65	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274
3500	18.7	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471

Tabla 4.3.6.3 Mediciones obtenidas con producto *Thunder Boost* dentro del motor (encendido)

[RPM]	L _{2 ON} [cm]	L _{real} [cm]	ρ_{aire} [kg/m ³]	V [m/s]	G [m ³ /s]	I [A]	V [v]	[W] consumidos
Ralenti	18.1	-0.2743	0.91397	0	0	2.9	14.14	41.006
1500	18.2	-0.2057	0.91397	0	0	2.78	14.14	39.3092
2000	18.5	0	0.91397	0	0	2.7	14.14	38.178
2500	18.65	0.10287	0.91397	4.5051	0.01274	2.82	14.14	39.8748
3000	18.7	0.13716	0.91397	5.20204	0.01471	2.82	14.14	39.8748
3500	18.75	0.17145	0.91397	5.81606	0.01644	2.82	14.14	39.8748

Tabla 4.3.6.4 Medición producto *Thunder boost* (apagado) en Dinamómetro

Dinamometro producto TB apagado (anexo 10)				Potencia Torque (KW) [Nm]		
# prueba	Potencia (KW)	Torque [Nm]	Temp (°C)			
1	77	297.1	22	max	77.4	297.8
2	77.4	297.8	23	min	77	297.1

Tabla 4.3.6.5 Medición producto *Thunder Boost* (encendido) en Dinamómetro

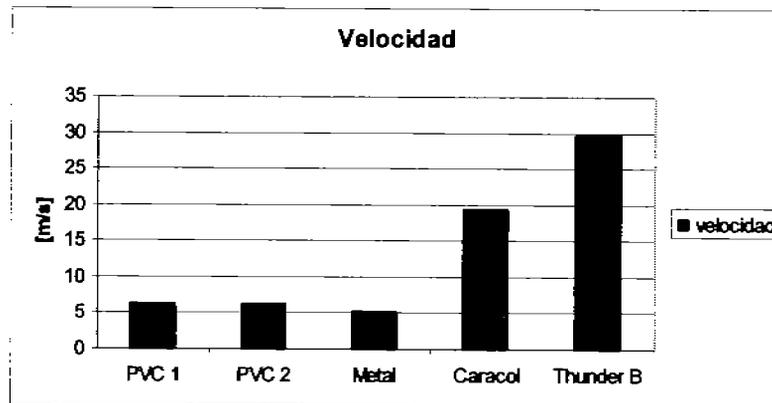
Dinamometro producto TB Encendido (anexo 11)				Potencia TORQUE (KW) [NM]		
# prueba	Potencia (KW)	Torque [Nm]	Temp (°C)			
1	76.8	293.2	34	max	77.1	297.4
2	77.1	297.4	31	min	76.3	293.2
	76.3	296.2				

Tabla 4.3.6.6 Medición producto *Thunder Boost* emisiones de gases (anexo 17)

Gases	PTB Apagado		PTB Encendido	
	Ralenti	carga	Ralenti	carga
CO %vol	0	0	0	0.05
CO2 %vol	15.06	14.99	15.04	15.08
HC ppm	8	0	2	0
O2 %vol	1.12	1.08	1.07	1.03
NOX ppm	0	11	7	1
RPM	1080	3280	1080	3340
TEMP °C	103.8	110.2	108.7	100.8
LAMBDA	1.04	1.04	1.04	1.04

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

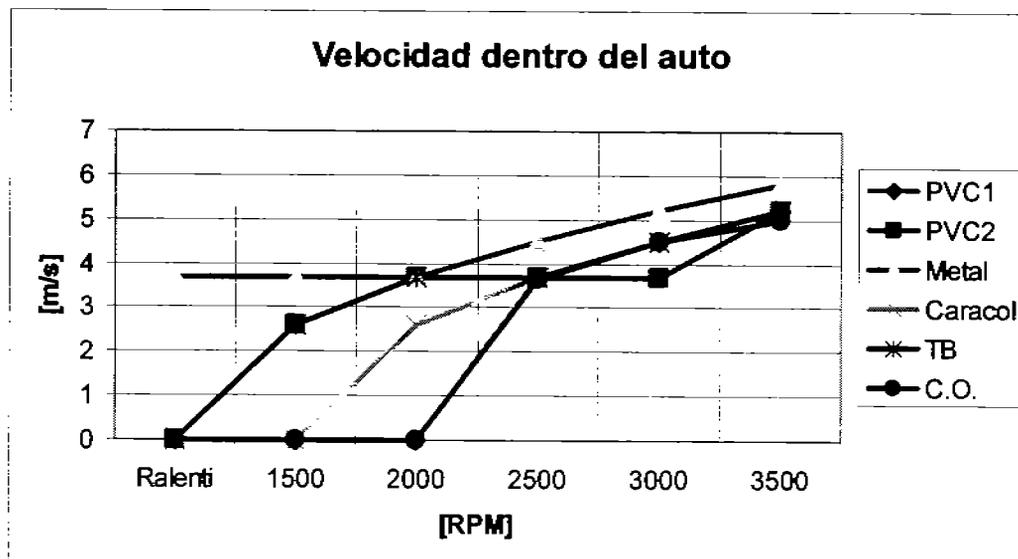
5.1 Análisis de resultados



Grafica. 5.1.1 Velocidad del aire fuera del auto

Tabla 5.1.1 Comparación de velocidad [m/s] del aire dentro del auto (apagado)

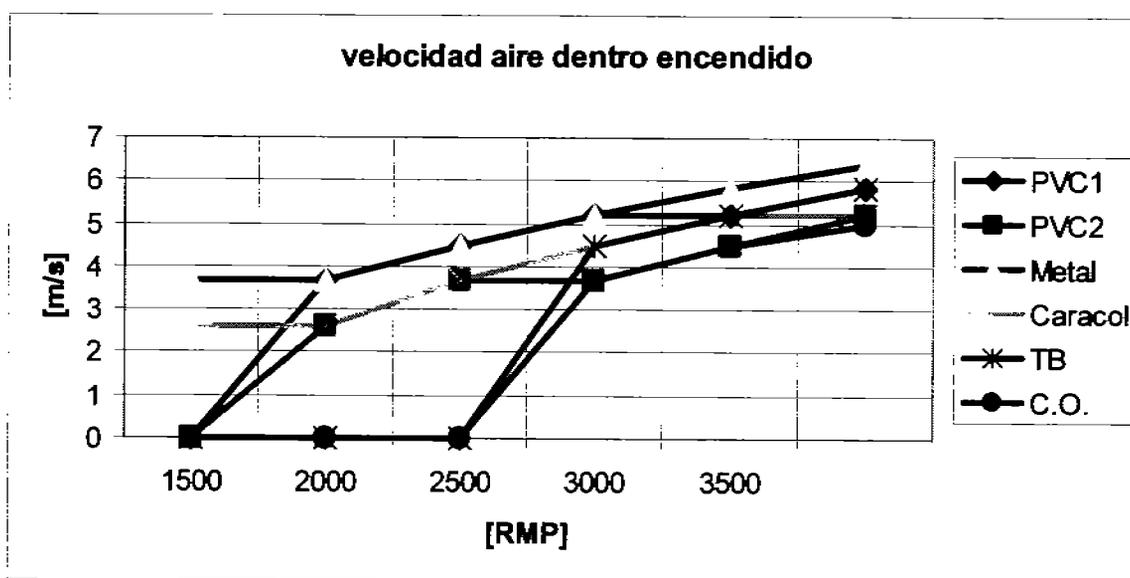
RPM	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
Ralenti	0.00	0.00	3.68	0.00	0.00	0.00
1500	0.00	2.60	3.68	0.00	2.60	0.00
2000	0.00	3.68	3.68	2.60	3.68	0.00
2500	3.68	3.68	4.51	3.68	3.68	3.67
3000	4.51	3.68	5.20	4.51	4.51	4.49
3500	5.20	5.20	5.82	5.20	5.20	5.00



Grafica 5.1.2 Datos tabla 5.1.1

Tabla 5.1.2 Comparación de velocidad [m/s] del aire dentro del auto (encendido)

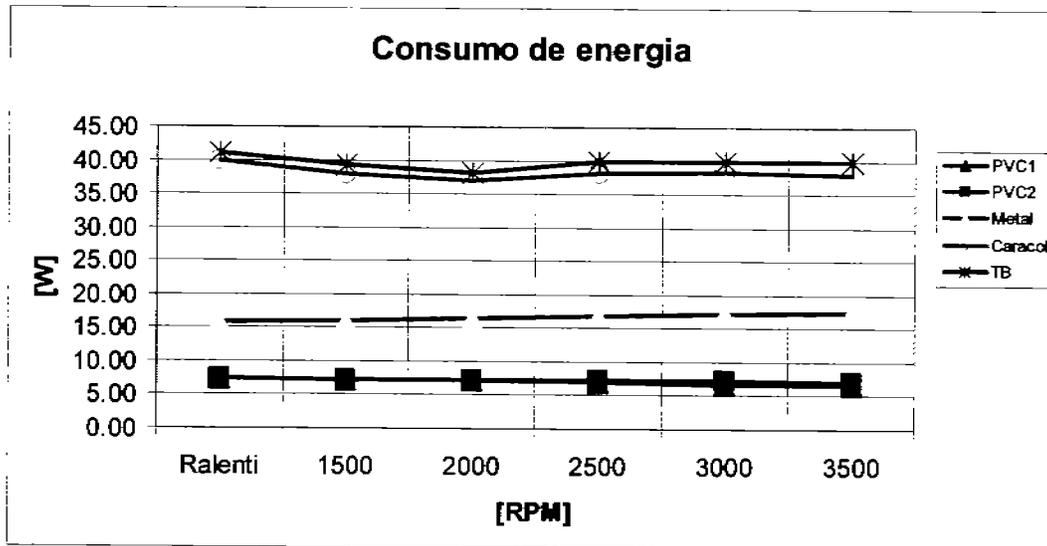
RPM	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
Ralenti	0.00	0.00	3.68	2.60	0.00	0.00
1500	3.68	2.60	3.68	2.60	0.00	0.00
2000	4.51	3.68	4.51	3.68	0.00	0.00
2500	5.20	3.68	5.20	4.51	4.51	3.67
3000	5.20	4.51	5.82	5.20	5.20	4.49
3500	5.82	5.20	6.37	5.20	5.82	5.00



Grafica 5.1.3 Datos tabla 5.1.2

Tabla 5.1.3 Comparación consumo de energía [Watts]

RPM	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
Ralenti	7.40	7.40	15.77	40.00	41.01	0.00
1500	7.16	7.30	16.02	38.00	39.31	0.00
2000	7.17	7.28	16.52	37.00	38.18	0.00
2500	7.14	7.18	16.78	38.20	39.87	0.00
3000	6.69	7.19	17.15	38.40	39.87	0.00
3500	6.69	7.13	17.46	38.00	39.87	0.00



Grafica 5.1.4 Datos tabla 5.1.2

Tabla 5.1.4 Comparación dinamómetro valores máximos apagado

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
Potencia [Kw]	77.3	78.6	77.9	78.5	77.4	76.8
Torque [Nm]	300.6	300.2	301.3	304.9	297.8	299.8

Tabla 5.1.5 Comparación dinamómetro valores máximos encendido

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
Potencia [Kw]	77.1	78.6	78.8	78.8	77.1	76.8
Torque [Nm]	299.1	299.1	303.7	309.4	297.4	299.8

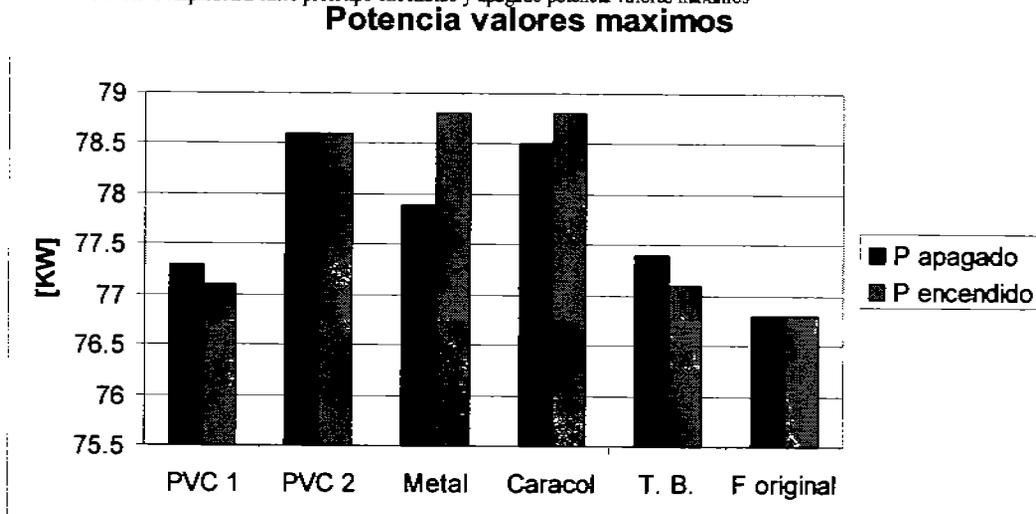
Tabla 5.1.6 Comparación dinamómetro valores promedio apagado

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
Potencia [Kw]	77.15	78	77.8	78.1	77.2	76.43
Torque [Nm]	297.85	300.15	299.85	303.45	297.45	296.23

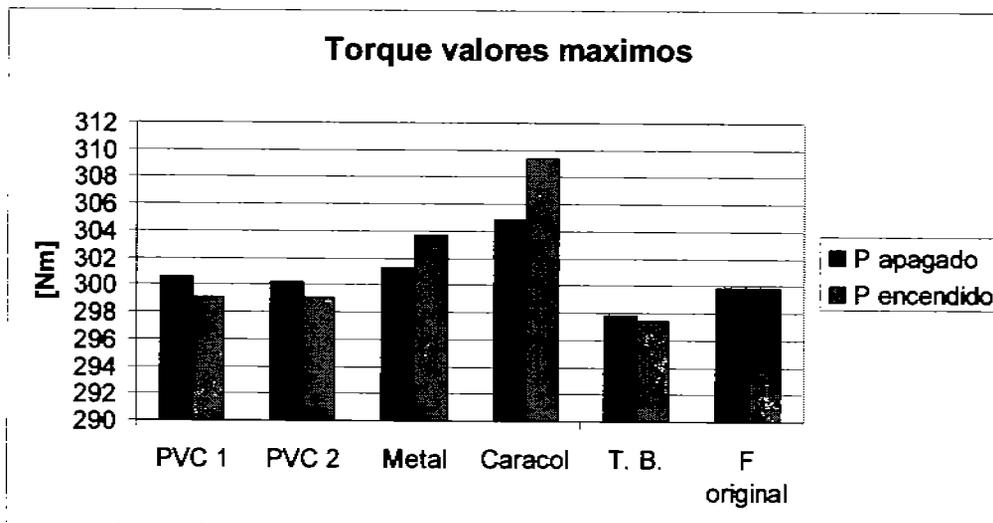
Tabla 5.1.7 Comparación dinamómetro valores promedio encendido

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
Potencia [Kw]	76.65	78.35	78.65	78.6	76.73	76.43
Torque [Nm]	298.3	298.9	301.65	306.8	295.6	296.23

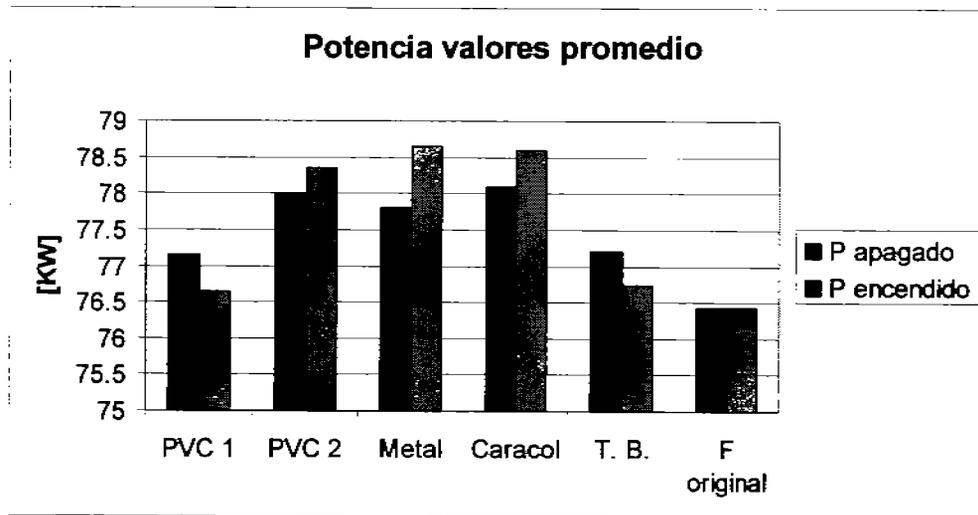
Grafica 5.3.5.Comparación entre prototipo encendido y apagado potencia valores máximos



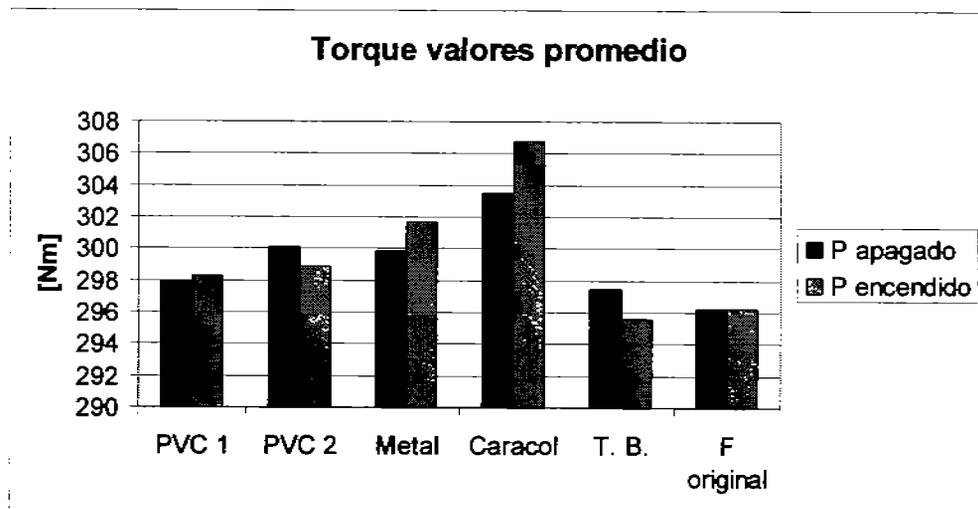
Grafica 5.1.5.Comparación entre prototipo encendido y apagado potencia valores máximos



Grafica 5.1.6.Comparación entre prototipo encendido y apagado torque valores máximos



Grafica 5.1.7. Comparación entre prototipo encendido y apagado Potencia valores promedio



Grafica 5.1.8. Comparación entre prototipo encendido y apagado Torque valores promedio

Tabla 5.1.8 Comparación gases de escape prototipos apagados en Ralenti:

Apagados Gases	Ralenti					
	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.	F original
CO %vol	0.01	0	0	0	0	0.01
CO2 %vol	15.25	15.13	15.14	15.17	15.06	15.25
HC ppm	20	9	8	13	8	14
O2 %vol	1.1	1.07	1.14	1.16	1.12	0.64
NOX ppm	7	9	5	15	0	0
RPM	1020	1080	1080	1020	1080	1020
TEMP °C	99	98	102.7	104.6	103.8	100.8
LAMBDA	1.04	1.04	1.04	1.05	1.04	1.02

Tabla 5.1.9 Comparación gases de escape prototipos apagados con carga

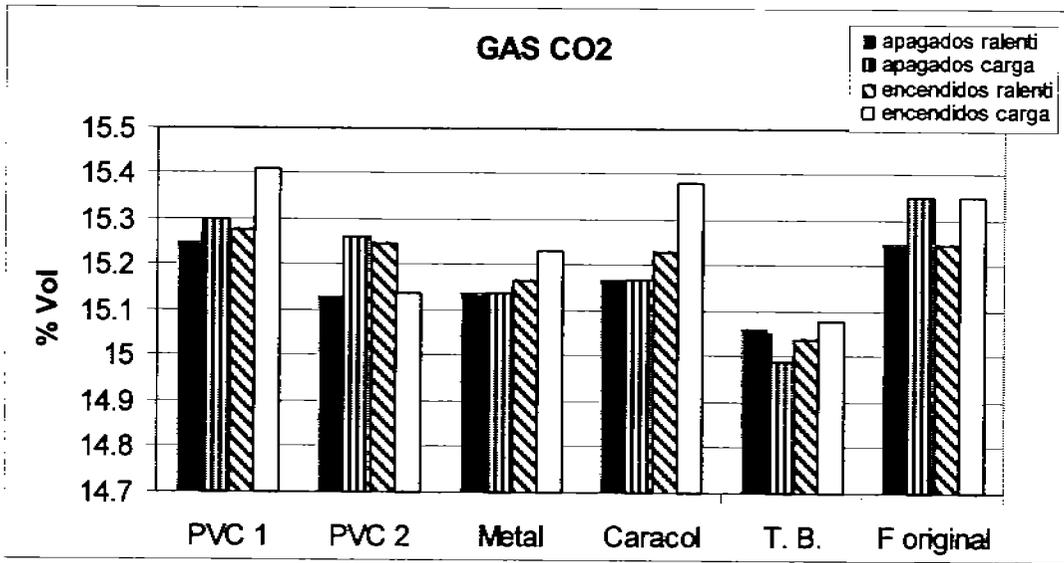
Apagados	Con carga		Metal	Caracol	T. B.	F original
	PVC 1	PVC 2				
Gases						
CO %vol	0.01	0	0	0	0	0.02
CO2 %vol	15.3	15.26	15.14	15.17	14.99	15.35
HC ppm	11	5	0	3	0	10
O2 %vol	0.95	0.97	1.04	1.08	1.08	0.61
NOX ppm	31	31	3	45	11	0
RPM	3340	3280	3340	3280	3280	3200
TEMP °C	106.8	97.8	109.1	111.3	110.2	106.8
LAMBDA	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.02

Tabla 5.1.10 Comparación gases de escape prototipos encendidos Ralenti

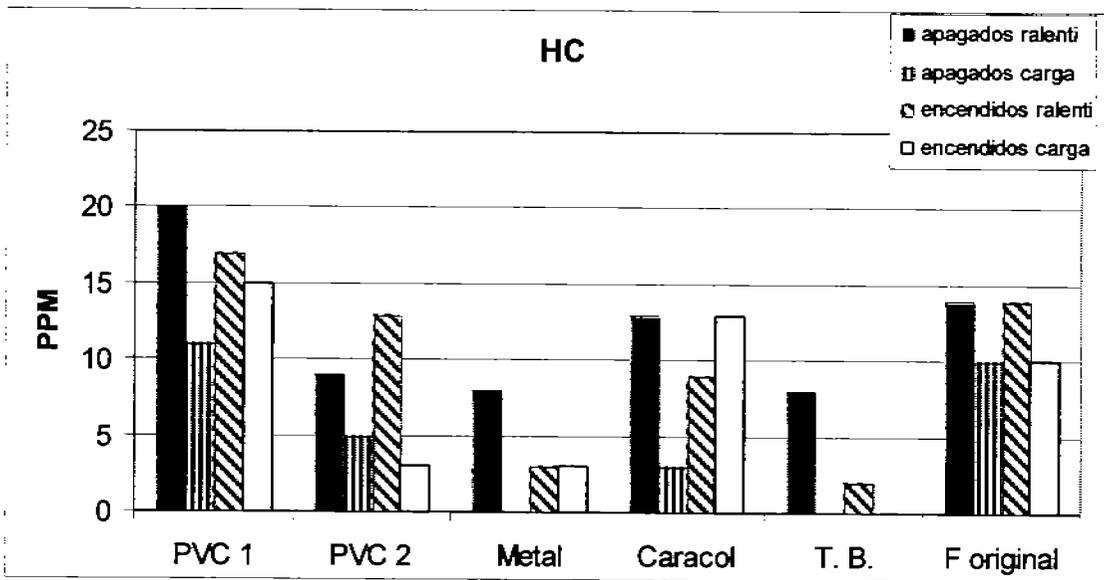
Encendidos	Ralenti		Metal	Caracol	T. B.	F original
	PVC 1	PVC 2				
Gases						
CO %vol	0.02	0.1	0	0	0	0.01
CO2 %vol	15.28	15.25	15.17	15.23	15.04	15.25
HC ppm	17	13	3	9	2	14
O2 %vol	0.98	1.07	1.07	1.03	1.07	0.64
NOX ppm	5	0	3	5	7	0
RPM	1080	1080	1080	1080	1080	1020
TEMP °C	100.8	101.2	107.6	107.2	108.7	100.8
LAMBDA	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.02

Tabla 5.1.11 Comparación gases de escape prototipos encendidos con Carga

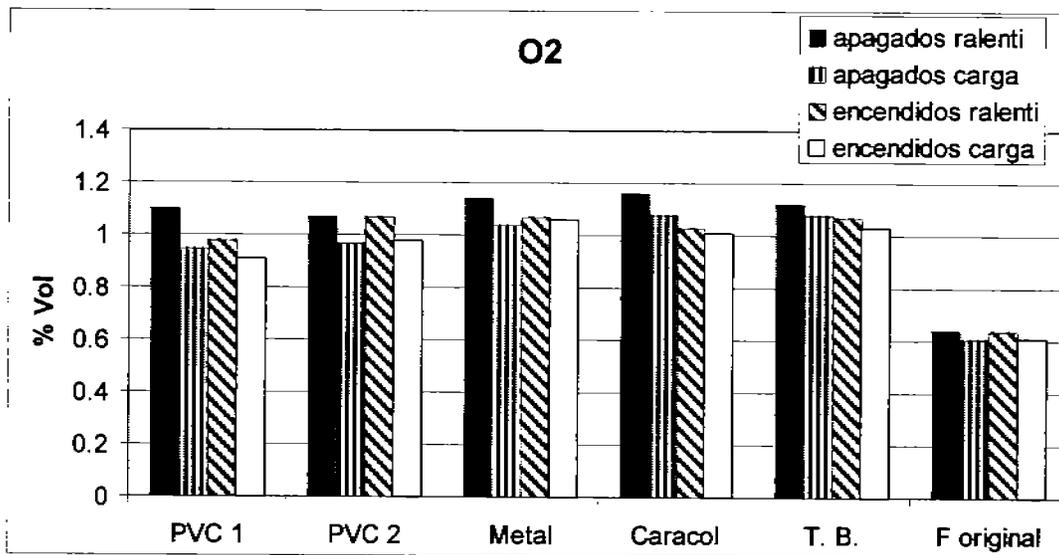
Encendidos	Carga		Metal	Caracol	T. B.	F original
	PVC 1	PVC 2				
Gases						
CO %vol	0.01	0	0	0.01	0.05	0.02
CO2 %vol	15.41	15.14	15.23	15.38	15.08	15.35
HC ppm	15	3	3	13	0	10
O2 %vol	0.91	0.98	1.06	1.01	1.03	0.61
NOX ppm	1	0	1	3	1	0
RPM	3280	3280	3420	3340	3340	3200
TEMP °C	109.8	104.6	114.3	112.5	100.8	106.8
LAMBDA	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.02



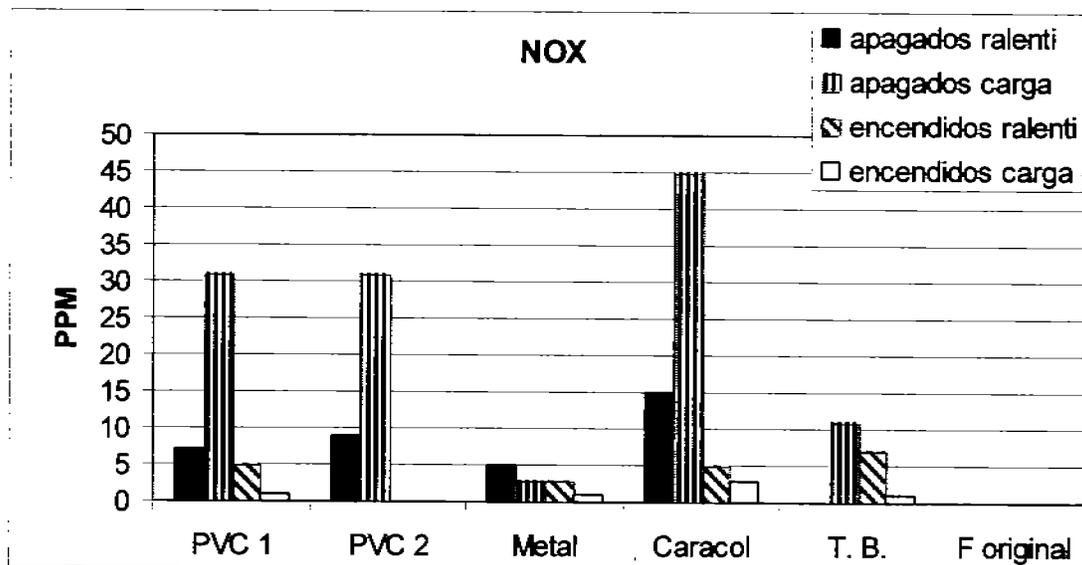
Grafica 5.1.9 Gas CO₂ en las diferentes etapas del ciclo



Grafica 5.1.10 Hidrocarburos en las diferentes etapas del ciclo



Grafica 5.1.11 Gas O₂ en las diferentes etapas del ciclo



Grafica 5.1.11 Gas Nox en las diferentes etapas del ciclo

Tabla 5.1.12 Consumo de energía por prototipo (Watts)

PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
7.40	7.40	17.46	41.01	41.01

Ganancia por prototipo contra condiciones originales

Tabla 5.1.13 Prototipos apagados valores Máximos

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
Potencia [W]	500	1800	1100	1700	600
Torque [Nm]	0.8	0.4	1.5	5.1	-2

Tabla 5.1.14 Prototipos encendidos valores Máximos

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
Potencia [W]	300	1800	2000	2000	300
Torque [Nm]	-0.7	-0.7	3.9	9.6	-2.4

Tabla 5.1.15 Ganancia total valores Máximos (Resta de tablas 5.1.12 y 5.1.14)

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
Potencia [W]	292.6	1792.6	1982.5	1960.2	259

Tabla 5.1.16 Prototipos apagado valores Promedio

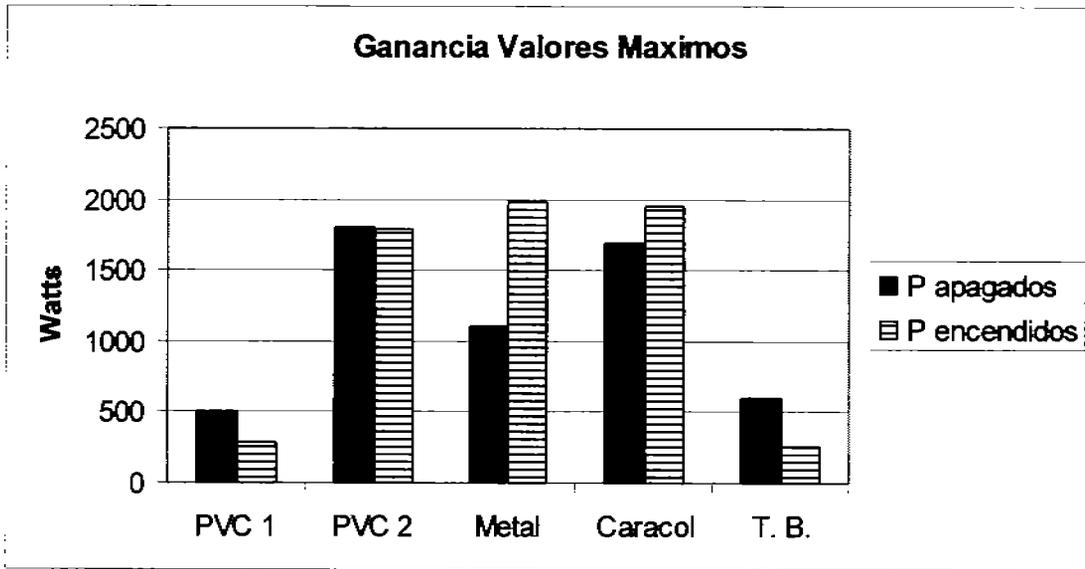
	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
Potencia [W]	716.7	1566.7	1366.7	1666.7	766.7
Torque [Nm]	1.617	3.917	3.617	7.217	1.217

Tabla 5.1.17 Prototipo encendido valores Promedio

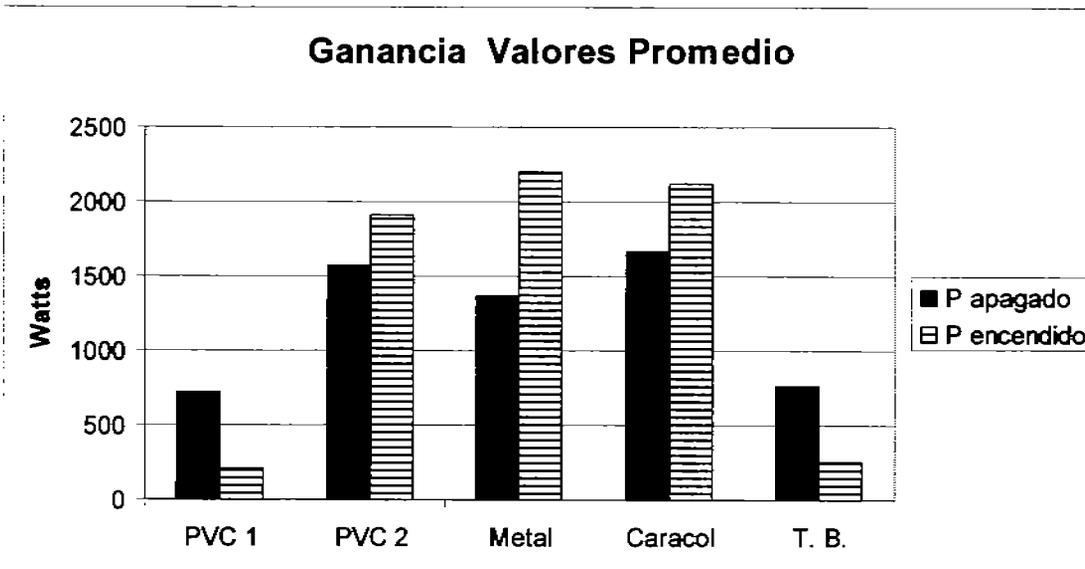
	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
Potencia [W]	216.7	1916.7	2216.7	2166.7	296.7
Torque [Nm]	2.067	2.667	5.417	10.567	-0.633

Tabla 5.1.18 Ganancia total valores Promedio(Resta de tablas 5.1.12 y 5.1.17)

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
Potencia [W]	209.3	1909.3	2199.2	2126.9	255.7



Grafica 5.1.12 Ganancia de prototipos contra condiciones originales valores máximos



Grafica 5.1.13 Ganancia de prototipos contra condiciones originales valores promedio

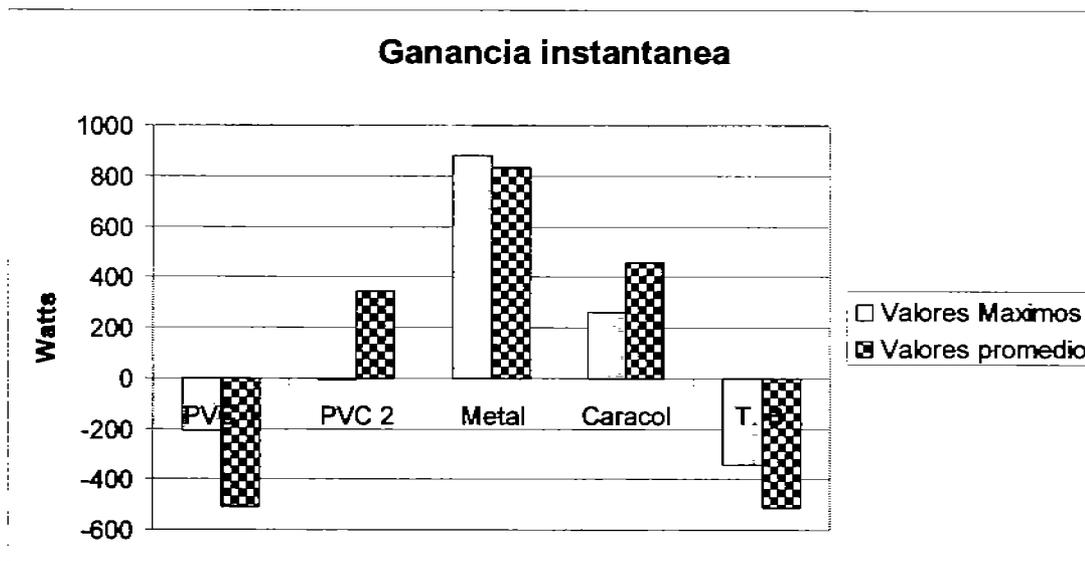
Ganancia instantánea de prototipos (encendido - apagado)

Tabla 5.1.19 Ganancia instantánea Valores máximos

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
caballaje[Watts]	-207.4	-7.4	882.5	260.2	-341

Tabla 5.1.20 Ganancia instantánea Valores promedio

	PVC 1	PVC 2	Metal	Caracol	T. B.
caballaje[Watts]	-507.4	342.6	832.5	460.2	-511



Grafica 5.1.14 Tablas 5.1.19, 5.1.20

CAPITULO 6. CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES

Existe una relación estrecha del flujo del aire y la velocidad del mismo con respecto a la potencia consumida dentro de los prototipos, misma que se ve afectada por su geometría tanto a la entrada como a la salida, así como el espacio que exista entre los ventiladores.

Se puede observar que la geometría y materiales con los que se trabajo en los prototipos tiene mucho que ver en el desempeño de este prototipo.

En casi todos los casos se presenta un aumento de velocidad del aire a regimenes bajos aunque después de cierto régimen de revoluciones el motor retorna a su condición normal llegando casi a los mismos valores, este encendido o apagado el dispositivo.

En todos los prototipos se nota una ganancia que va de 0.3 KW hasta 2.22 KW

Si se tienen ventiladores muy pequeños (los cuales generan más espacio en la cámara) al encenderlos la eficiencia disminuye debido a que el flujo es menor y le resta velocidad al aire de entrada en otras palabras genera lastre como el PVC 1. Y con ventiladores muy poderosos como es el caso del *Thunder Boost*, el cual registra los mejores flujos y presiones fuera del auto, registró los aumentos de potencia mas pobres muy similares a los logrados con ventiladores pequeños.

Sólo en el caso del prototipo PVC1 y *Thunder Boost* no es conveniente presionar el botón de encendido ya que estos disminuyen la potencia en lugar de aumentarla. En los demás casos tenemos entre 0.4 KW y 1 KW de potencia extra instantánea

En el caso del prototipo PVC2 y el prototipo de Metal, los cuales cuentan con cámaras más pequeñas con respecto a las reducciones, registran muy buenos rendimientos así como consumos de energía. Además, en el prototipo de metal se tiene una mejor disipación de calor.

El prototipo caracol también registró muy buen rendimiento pero con un consumo de energía mas alto presentando mas complicaciones para su montaje y por lo complicado de su diseño tiende a ser menos resistente a vibraciones y calor, así mismo su vida útil es mas corta.

Con respecto a las emisiones, los prototipos tienen una pequeña desventaja, ya que aumentan un poco el gas NO_x (en una zona que es segura para las normas que rigen actualmente el país) cuando los prototipos se encuentran apagados y el motor en marcha ralenti

Y en las demás emisiones medidas, se muestra una mejoría de lecturas respecto de las obtenidas en condiciones originales lo cual se demuestra que puede ser benefico para el medio ambiente haciendo un poco mas eficiente la combustión.

Visto desde el punto técnico, la computadora controla todo: la inyección, la chispa, etc. Trabaja de acuerdo a mapas, lo que se hace con este dispositivo es hacerle creer que se encuentra en un lugar un poco mas bajo donde se puede aspirar mas aire al tener mas aire con menos restricción para introducirlo al motor se puede quemar un poco más de combustible por lo tanto se obtiene un extra de potencia sin producir mas contaminantes objetivo que no se logra al colocar un turbo o supercargador o en otros casos carburadores por cilindro.

En resumen adaptar un prototipo de los 3 antes mencionados PVC2, Prototipo Metal o Caracol es conveniente ya que se obtiene un aumento relativo de potencia alrededor de un 2 % a 3 % reduciendo emisiones y produciendo un efecto sonoro que resulta agradable para algunos, en el caso del PVC 2 y el Prototipo Metal la suma que se paga para adquirir uno es relativamente baja pero para el prototipo Caracol es mas elevada y además requiere de mayores adaptaciones y cuidados.

Por lo tanto al adaptar estos prototipos no se tienen que hacer modificaciones mayores al motor o de seguridad ya que como se demostró el aumento de potencia es verídico y las emisiones son menores.

El prototipo PVC2 se uso en un auto modelo Chevy 2003 de inyección multipunto alrededor de 10,000 Km sin presentar fallas o descomposturas y sin presentar problemas para el motor dando un mejor desempeño así como ya se menciono un sonido agradable como de un auto deportivo, sin sobrecalentar frenos o presentar alguna anomalía fuera de lo comun.

Bibliografía y referencias:

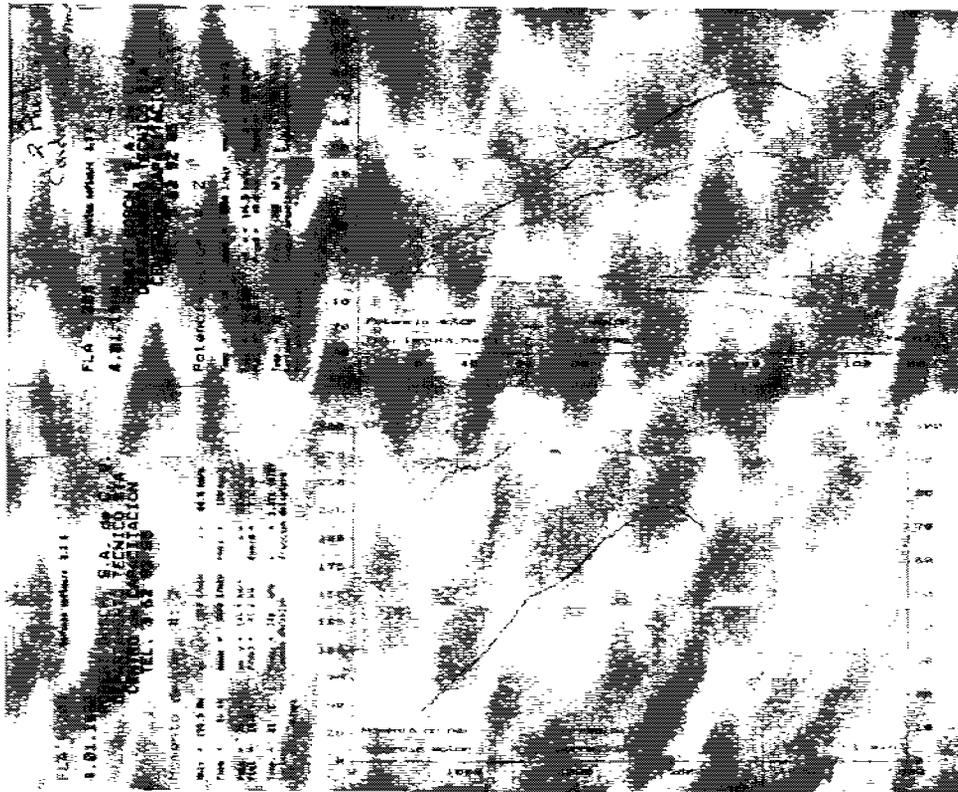
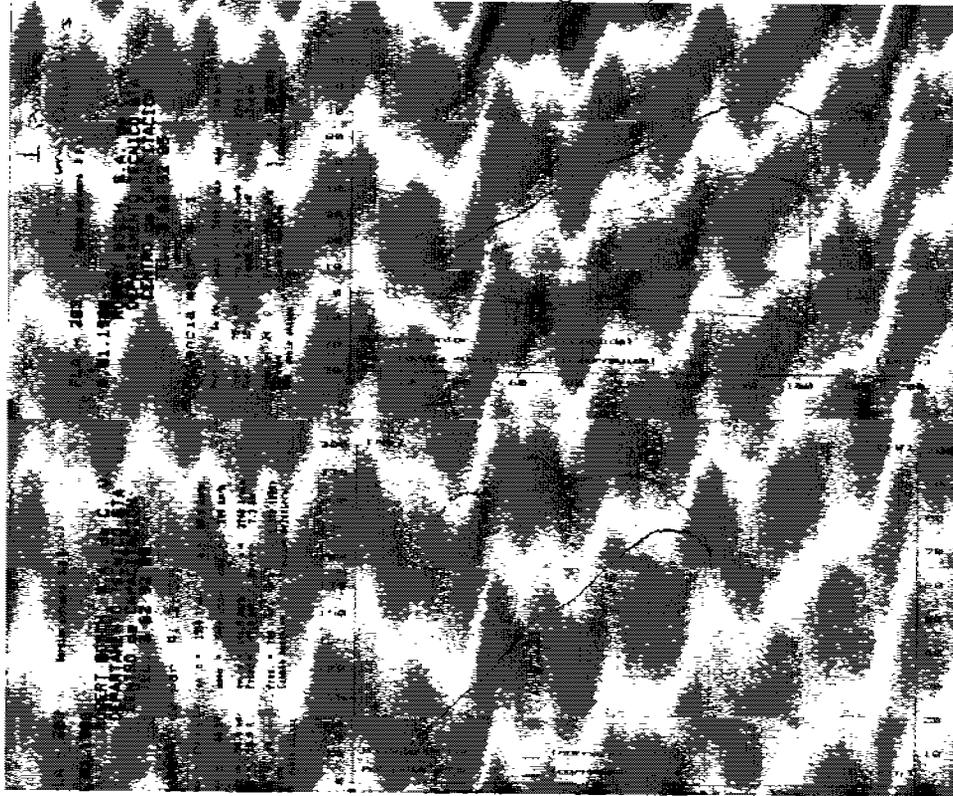
1. Frank M. White. Mecánica de Fluidos. Mc Graw-Hill. Primera edición 1979
2. Victor L. Streeter. E Benjamín Wylie. Mecánica de Fluidos. Mc Graw-Hill. Novena edición
3. James A. Fay. Mecánica de Fluidos Compañía editorial Continental S.A. de C.V. Primera edición 1996
4. Robert W. Fox. Alan T. McDonald. Introducción a la Mecánica de fluidos. Mc Graw-Hill Segunda edición.
5. Bernard Stanford Massey. Mecánica de Fluidos. Compañía editorial Continental S.A. de C.V. Primera edición 1979
6. Gordon J. Van Wyler. Fundamentos de Termodinámica. Limusa 1975
7. Dr. Frederick M. Gold. Termofluidos, Turbomaquinarias y Maquinas Termicas. Compañía editorial Continental. Primera edición 1991
8. Francis F. Huang. Ingeniería Termodinámica Fundamentos y Aplicaciones. Compañía editorial Continental S.A. de C.V. primera edición 1981 Tercera revisión 2000.
9. John A. Robetson y Clayton. Mecanica de Fluidos. Mc Graw-Hill. Segunda edición.
10. Merle C. Potter. Mecancia de Fluidos. Pretince may. Segunda edición.
11. U.N.A.M. F.I. Apuntes mecanica de Fluidos.
12. U.N.A.M. F.I. Practicas de laboratorio de Maquinas Termicas.
13. www.sunon.com (diciembre 2005)
14. <http://mecanicavirtual.iespana.es/inyecci-gasoli-intro.htm>
15. <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-intro.html>
16. <http://mecanicavirtual.iespana.es/turbo2.htm>
17. <http://www.purotuning.com/reportajes/nitro.php>
18. <http://www.tuning.wanadoo.co.uk/spanish-engine/supercharging.htm>
19. <http://www.holley.com>
20. <http://www.electricsupercharger.com/>

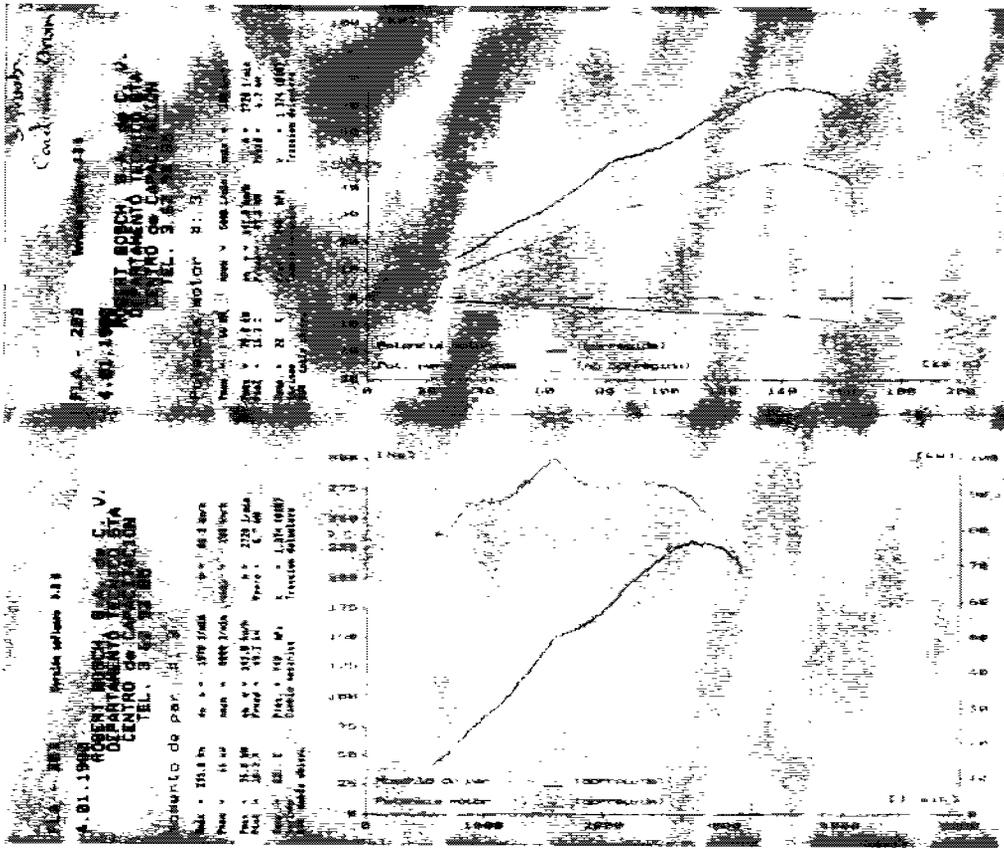
Anexos

Indice:

Anexo	Descripción	Página
1	Pruebas en dinamómetro Condiciones Originales	63
2	Pruebas en dinamómetro Prototipo PVC1 Apagado	65
3	Pruebas en dinamómetro Prototipo PVC1 Encendido	66
4	Pruebas en dinamómetro Prototipo PVC2 Apagado	67
5	Pruebas en dinamómetro Prototipo PVC2 Encendido	68
6	Pruebas en dinamómetro Prototipo Metal Apagado	69
7	Pruebas en dinamómetro Prototipo Metal Encendido	70
8	Pruebas en dinamómetro Producto Caracol Apagado	71
9	Pruebas en dinamómetro Producto Caracol Encendido	72
10	Pruebas en dinamómetro Producto <i>Thunder Boost</i>	73
11	Pruebas en dinamómetro Producto <i>Thunder Boost</i>	74
12	Pruebas analizador de gases Condiciones Originales	76
13	Pruebas analizador de gases prototipo PVC1	77
14	Pruebas analizador de gases prototipo PVC2	78
15	Pruebas analizador de gases prototipo Metal	79
16	Pruebas analizador de gases producto Caracol	80
17	Pruebas analizador de gases producto <i>Thunder Boost</i>	81

Anexo 1 (Pruebas Dinamómetro condiciones Originales)



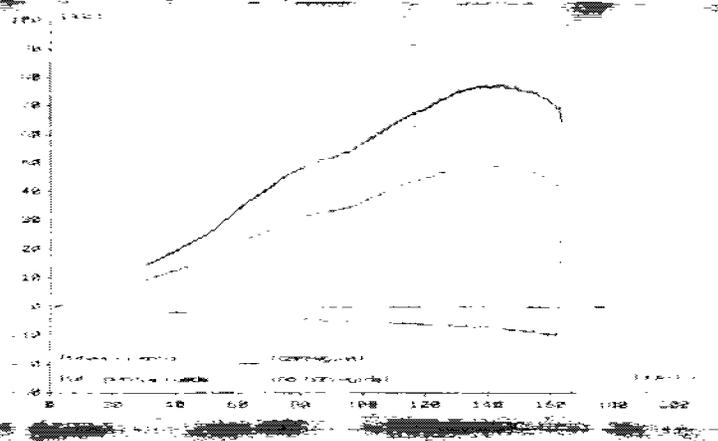


Anexo 2 (Pruebas Dinamómetro Prototipo PVC1)

Photo log 2
Access 1 191

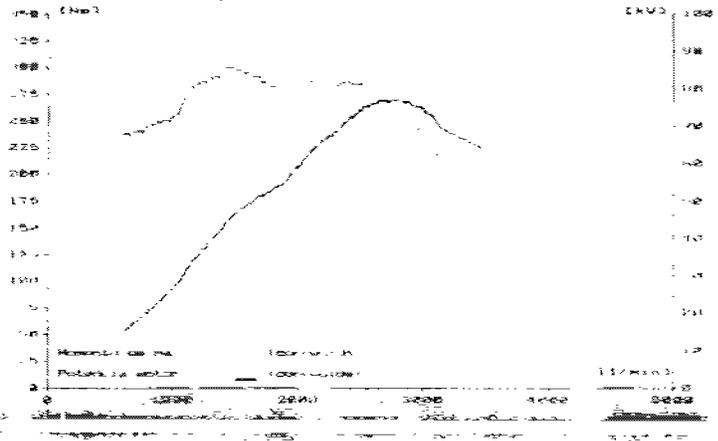
FLA - 203
4.01.1988
ROBERT BOSCH S.A. DE C. V.
DEPARTAMENTO TÉCNICO SIA
CENTRO DE CAPACITACION
TEL. 3 62 92 80

Potencia motor R: 4
Velocidad 1400 rpm
Velocidad 1400 rpm



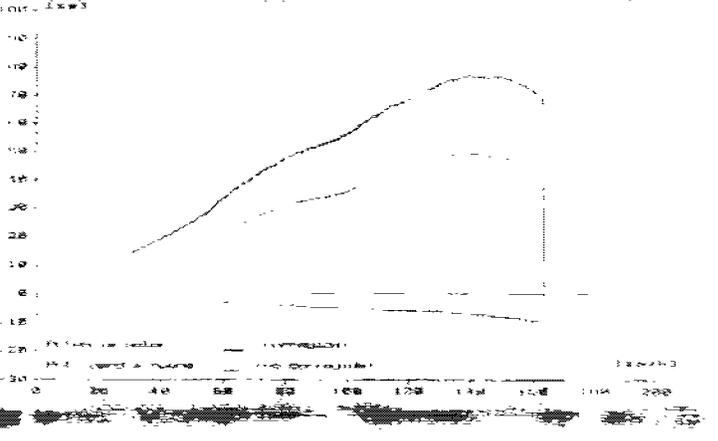
FLA - 203
4.01.1988
ROBERT BOSCH S.A. DE C. V.
DEPARTAMENTO TÉCNICO SIA
CENTRO DE CAPACITACION
TEL. 3 62 92 80

Momento de par R: 4
Velocidad 1400 rpm
Velocidad 1400 rpm



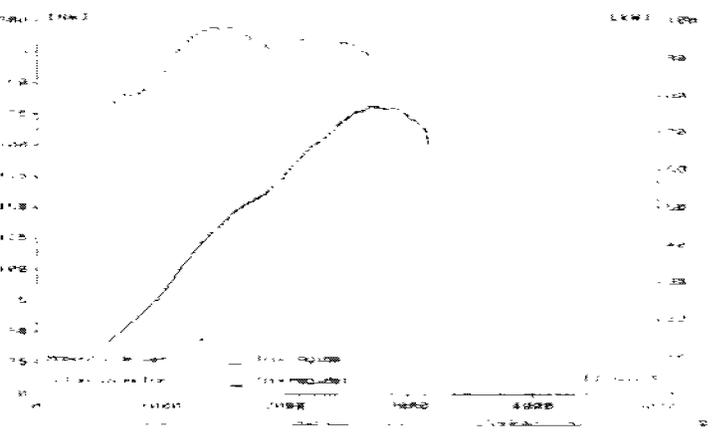
FLA - 203
4.01.1988
ROBERT BOSCH S.A. DE C. V.
DEPARTAMENTO TÉCNICO SIA
CENTRO DE CAPACITACION
TEL. 3 62 92 80

Potencia motor R: 5
Velocidad 1400 rpm
Velocidad 1400 rpm

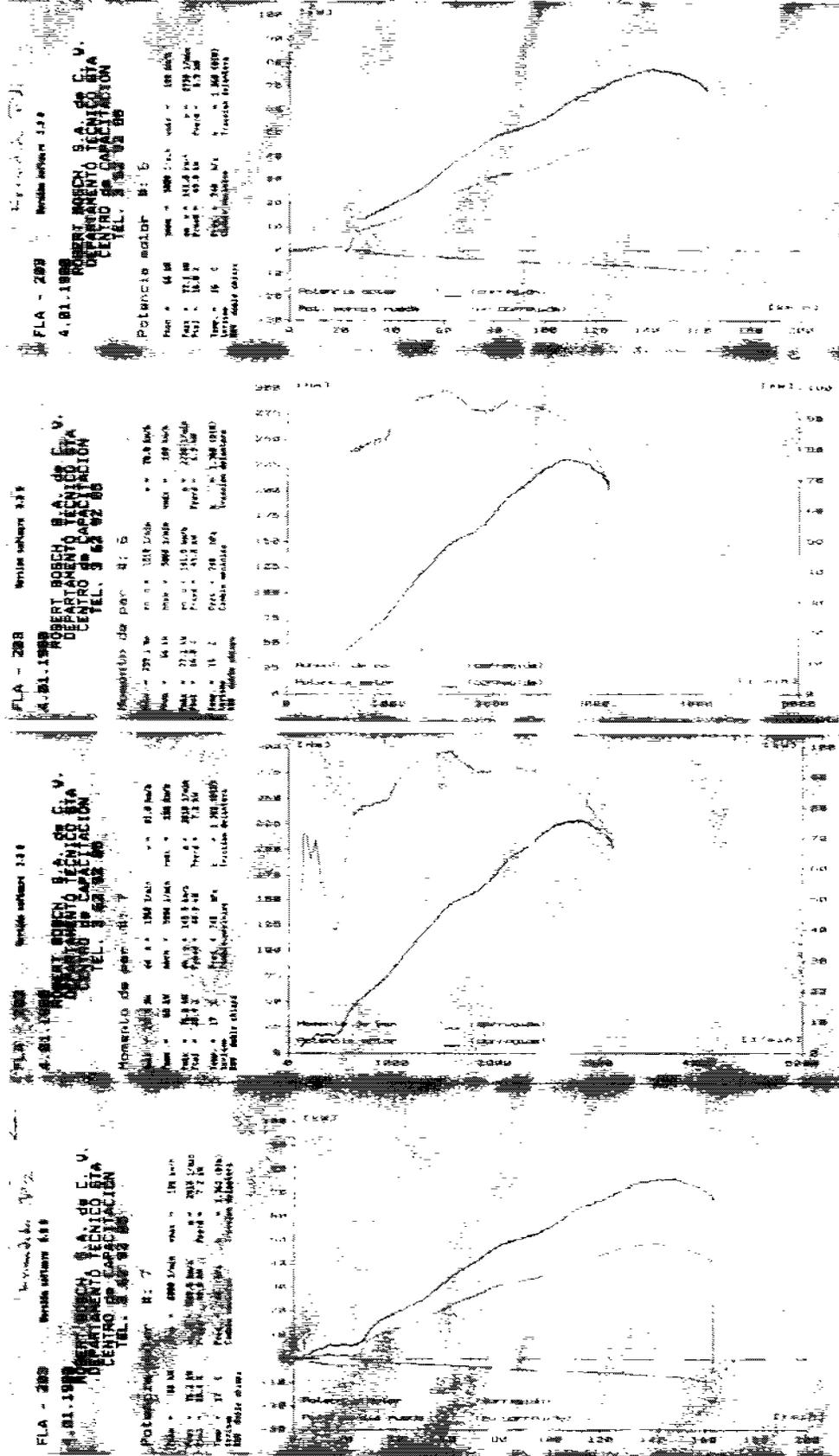


FLA - 203
4.01.1988
ROBERT BOSCH S.A. DE C. V.
DEPARTAMENTO TÉCNICO SIA
CENTRO DE CAPACITACION
TEL. 3 62 92 80

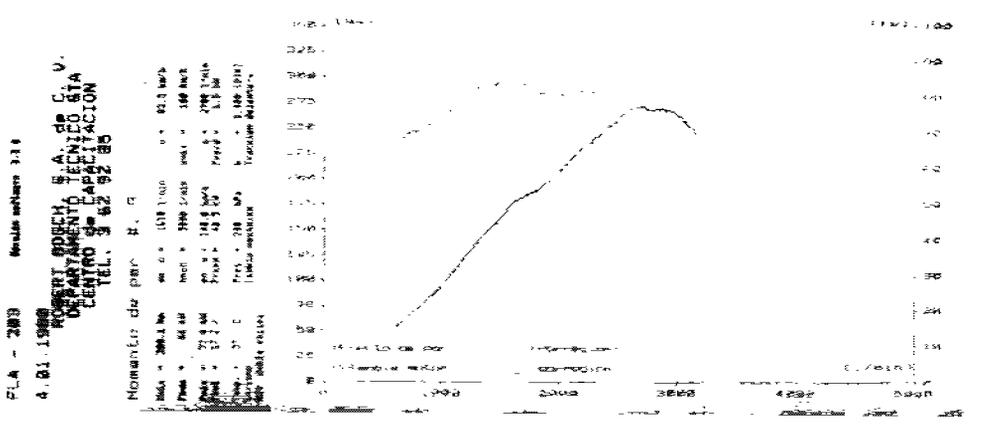
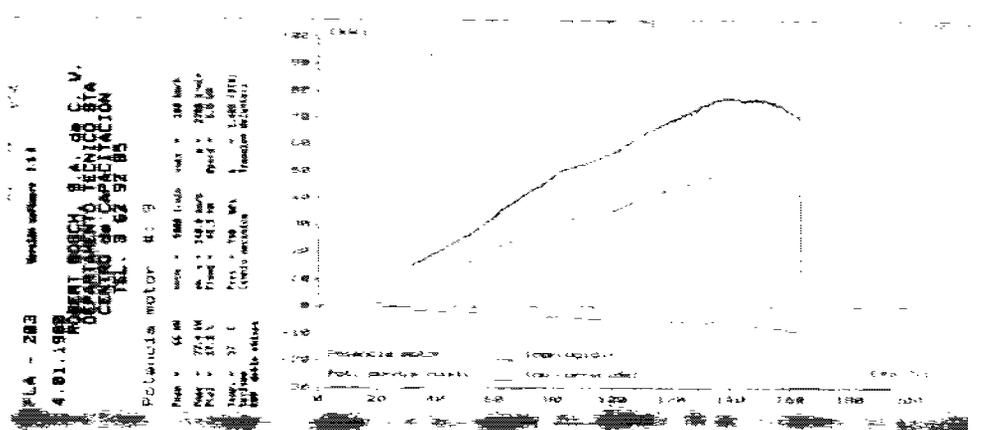
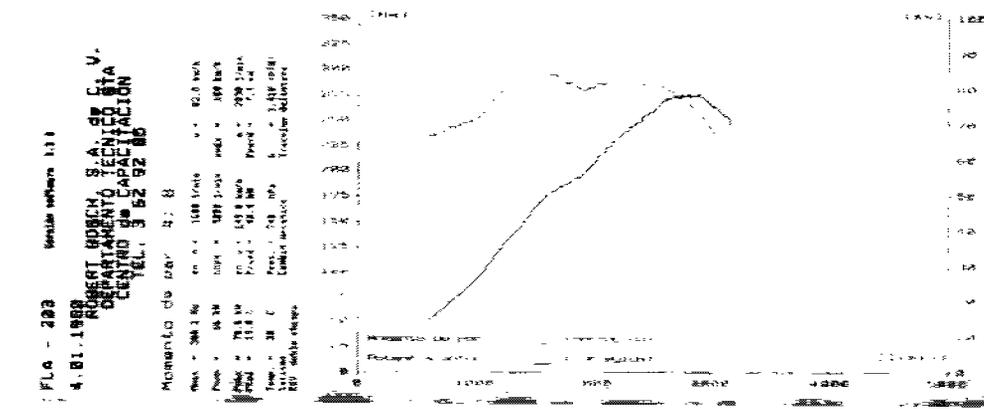
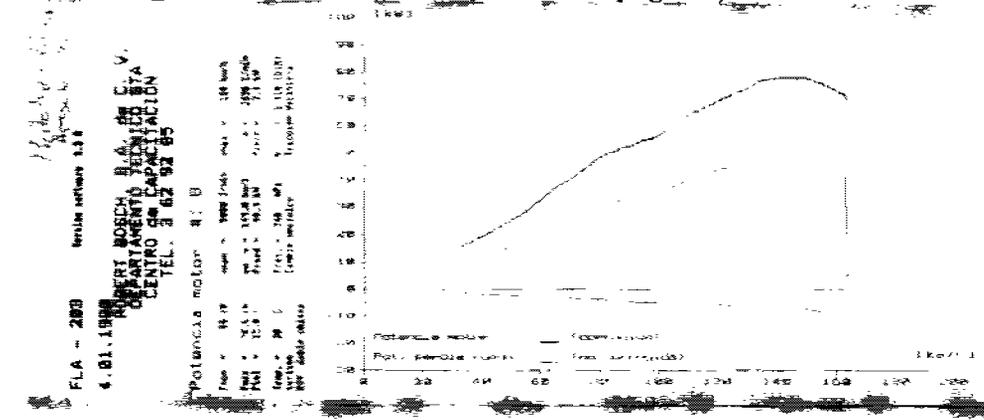
Momento de par R: 5
Velocidad 1400 rpm
Velocidad 1400 rpm



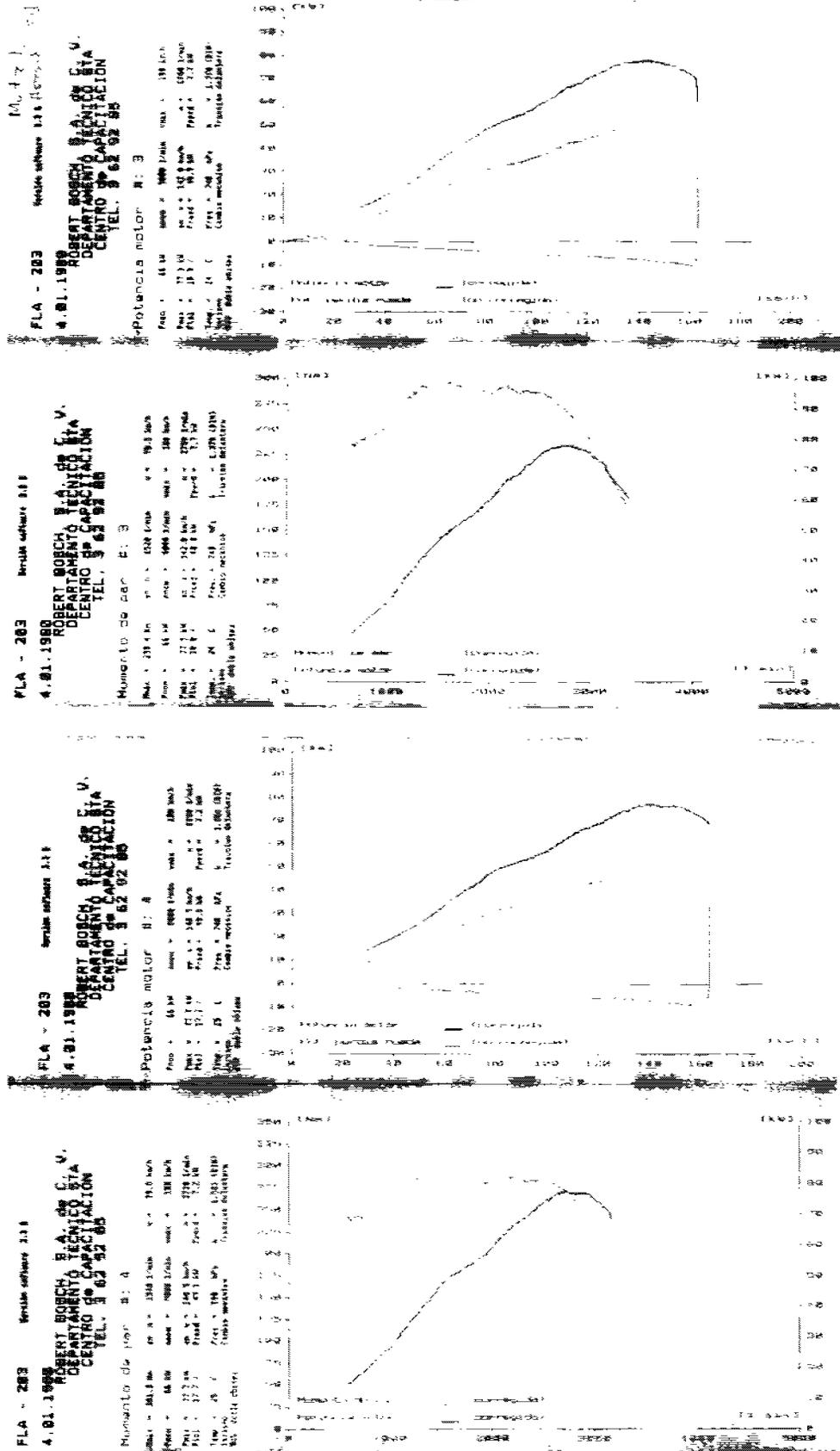
Anexo 3 (Pruebas Dinámometro Prototipo PVC1 Encendido)



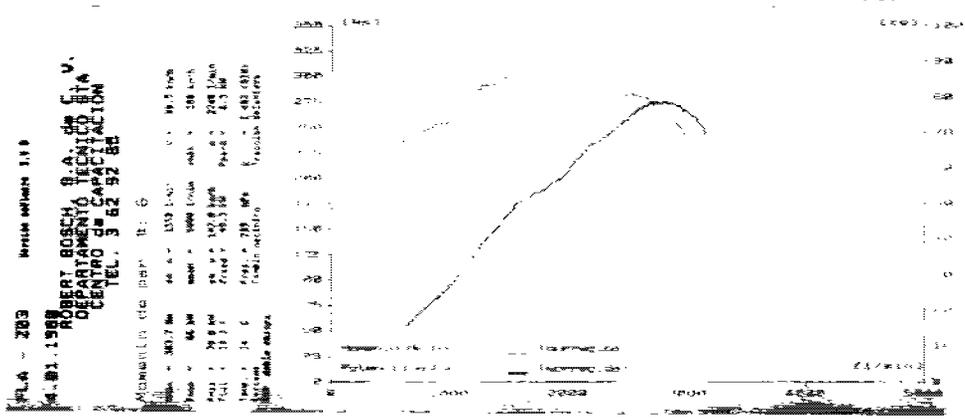
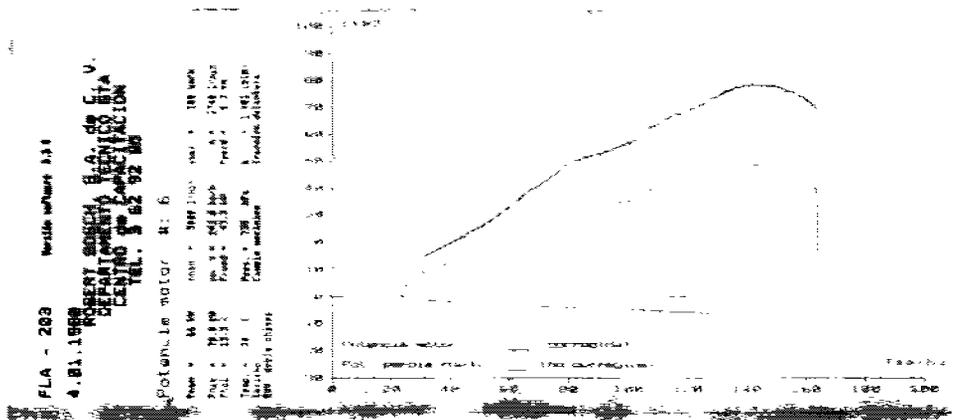
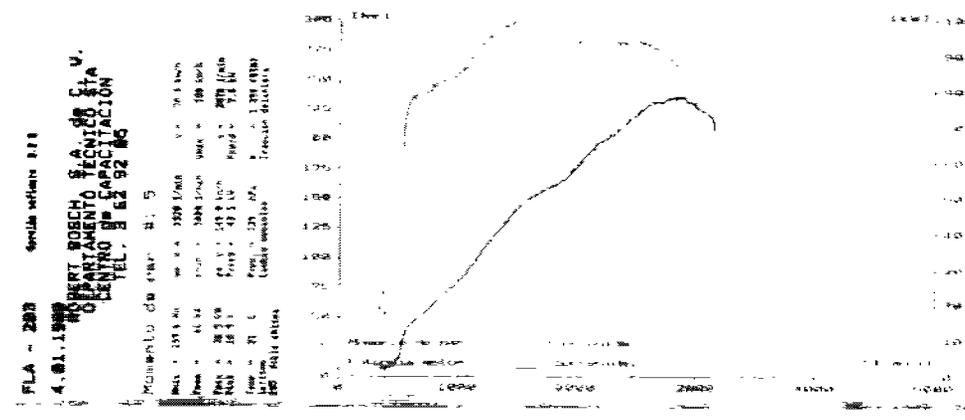
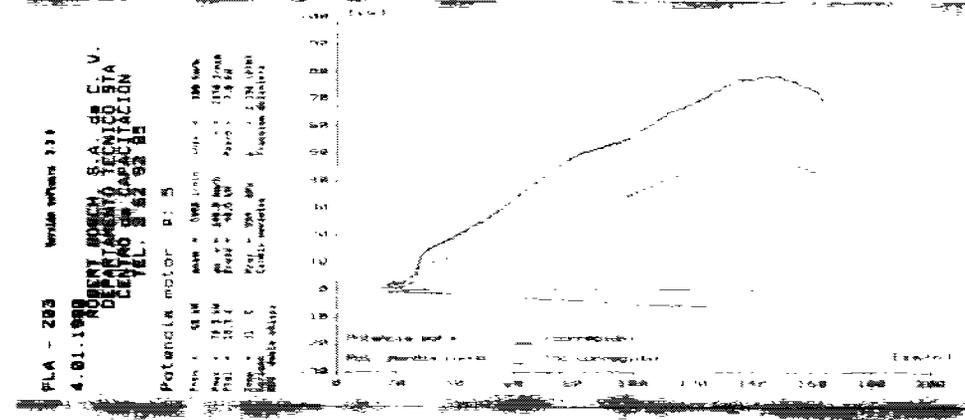
Anexo 4 (Pruebas Dinámometro Prototipo PVC2 Apagado)



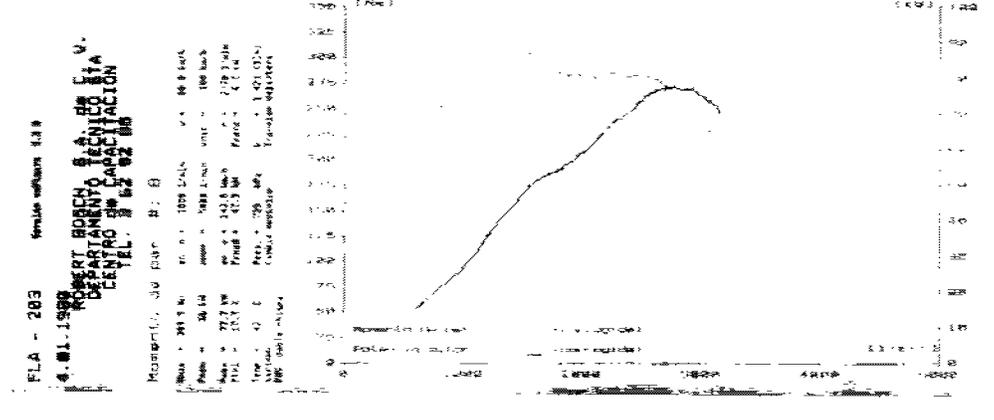
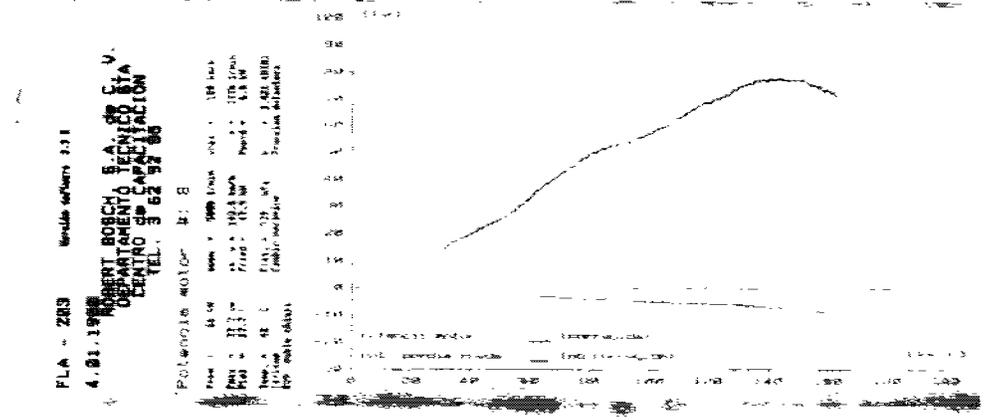
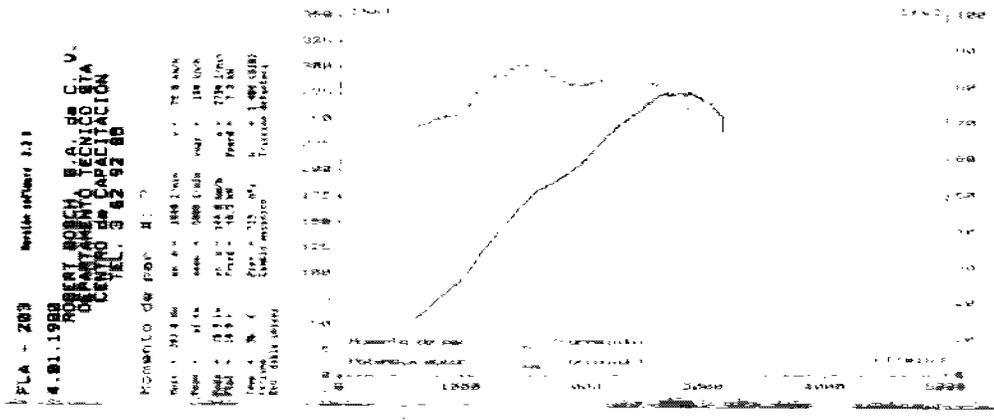
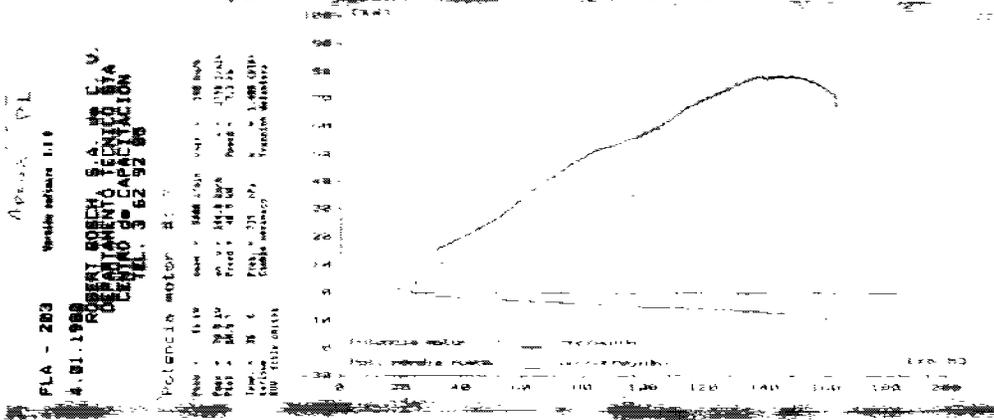
Anexo 6 (Pruebas Dinamómetro prototipo Metal Apagado)



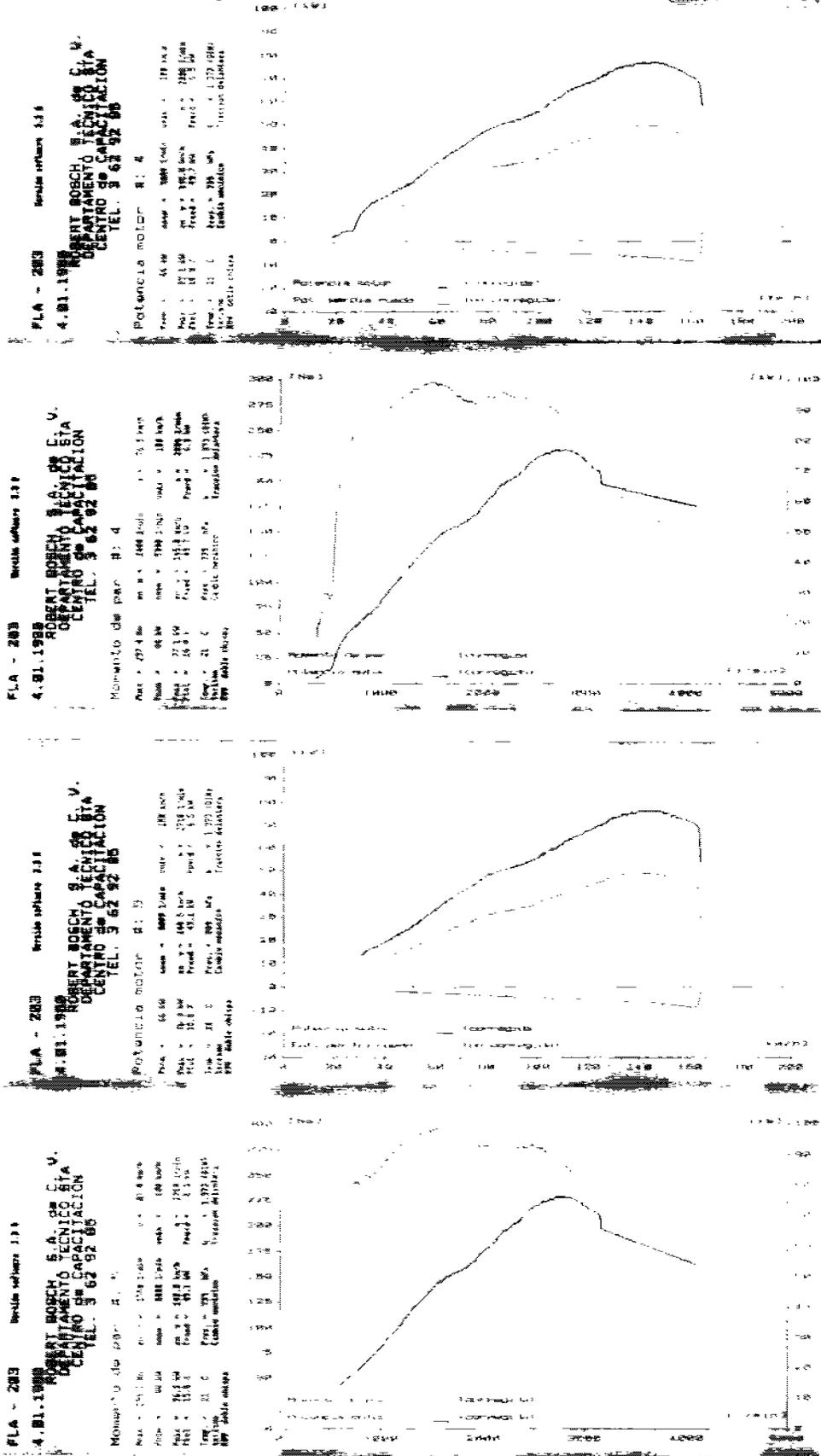
Anexo 7 (Pruebas Dinamometro prototipo Metal Encendido)



Anexo 8 (Pruebas Dinamómetro Modelo Caracol Apagado)



Anexo 11 (Pruebas Dinamómetro Modelo *Thunder Boost* Encendido)



Anexo 12 (Prueba analizador de Gases Condiciones Originales)

com
 INFRARED GAS ANALYZER
 DEC. 6, 2500/4
 DIP SW. IN 8-1
 DEFECTO H. T. N.628
 UNIDAD DE CALIBRACION
 CERTIFICADA R99 CL.1
 NORME. CE

Spazio per 15
 PERSONALIZZAZIONE

CO (2 vol) 43.62
 CO2 (2 vol) 15.25
 HC (ppm) 0014
 NO (2) 00.74
 NOX (ppm) 0000
 RPM (cal/min) 1590
 TEMP IN (centrali) 100.72
 OK (2) 00.00
 LAMBDA (centrali) 0.91.02

DATA 27/10/05
 ORF 15:59:42

PLA. P. S. M. S.
 TARGA
 CC
 MATR.
 GRUP. La IMM.
 PROF.
 CONTR. KM.
 FIRMIA

com
 INFRARED GAS ANALYZER
 DEC. 6, 2500/4
 DIP SW. IN 8-1
 DEFECTO H. T. N.628
 UNIDAD DE CALIBRACION
 CERTIFICADA R99 CL.1
 NORME. CE

Spazio per 15
 PERSONALIZZAZIONE

CO (2 vol) 43.62
 CO2 (2 vol) 15.25
 HC (ppm) 0014
 NO (2) 00.74
 NOX (ppm) 0000
 RPM (cal/min) 1590
 TEMP IN (centrali) 100.72
 OK (2) 00.00
 LAMBDA (centrali) 0.91.02

DATA 27/10/05
 ORF 15:59:42

PLA. P. S. M. S.
 TARGA
 CC
 MATR.
 GRUP. La IMM.
 PROF.
 CONTR. KM.
 FIRMIA

Anexo 13 (Pruebas Analizador de gases Prototipo PVC1)

Modelo	Modelo	Modelo	Modelo
PIEN INFRARED GAS ANALYZER MOD. 6.750/2A DIVISION SCI 10000 NINDIST. RD. 20 MILWAUKEE WISCONSIN 53122 U.S.A.	PIAM INFRARED GAS ANALYZER MOD. 6.750/2A DIVISION SCI 10000 NINDIST. RD. 20 MILWAUKEE WISCONSIN 53122 U.S.A.	PIAR INFRARED GAS ANALYZER MOD. 6.750/2A DIVISION SCI 10000 NINDIST. RD. 20 MILWAUKEE WISCONSIN 53122 U.S.A.	PIAR INFRARED GAS ANALYZER MOD. 6.750/2A DIVISION SCI 10000 NINDIST. RD. 20 MILWAUKEE WISCONSIN 53122 U.S.A.
Spazio per la Personalizzazione CO 00.01 O2 15.25 HC 01.16 NO 0007 RPM 0510 TEMP IN 099.0 CLK 00.00 LAMBA 11.51 DATA 00.00 ORE 1,25:48 CDR LAMBA CDR NOTE ANNO 1a IMM CONTR. EM FIRMA	Spazio per la Personalizzazione CO 00.01 O2 15.25 HC 01.16 NO 0007 RPM 0510 TEMP IN 099.0 CLK 00.00 LAMBA 11.51 DATA 00.00 ORE 1,25:48 CDR LAMBA CDR NOTE ANNO 1a IMM CONTR. EM FIRMA	Spazio per la Personalizzazione CO 00.01 O2 15.25 HC 01.16 NO 0007 RPM 0510 TEMP IN 099.0 CLK 00.00 LAMBA 11.51 DATA 00.00 ORE 1,25:48 CDR LAMBA CDR NOTE ANNO 1a IMM CONTR. EM FIRMA	Spazio per la Personalizzazione CO 00.01 O2 15.25 HC 01.16 NO 0007 RPM 0510 TEMP IN 099.0 CLK 00.00 LAMBA 11.51 DATA 00.00 ORE 1,25:48 CDR LAMBA CDR NOTE ANNO 1a IMM CONTR. EM FIRMA

Anexo 14 (Pruebas Analizador de gases Prototipo PVC2)

Model	Manufacturer	Model	Manufacturer	Model	Manufacturer	Model	Manufacturer
P2EM	PREPARED GAS ANALYZER MOD. G.750.0 DIF. DIVISION S.p.A. MILANO	P2AM	PREPARED GAS ANALYZER MOD. G.750.0 DIF. DIVISION S.p.A. MILANO	P2ER	PREPARED GAS ANALYZER MOD. G.750.0 DIF. DIVISION S.p.A. MILANO	P2ER	PREPARED GAS ANALYZER MOD. G.750.0 DIF. DIVISION S.p.A. MILANO
CO2	15.12	CO2	15.26	CO2	15.26	CO2	15.26
HC	00009	HC	00009	HC	00009	HC	00009
NO	01.07	NO	01.07	NO	01.07	NO	01.07
CO	00009	CO	00009	CO	00009	CO	00009
CH4	00009	CH4	00009	CH4	00009	CH4	00009
PH3	00009	PH3	00009	PH3	00009	PH3	00009
CS2	00009	CS2	00009	CS2	00009	CS2	00009
SO2	00009	SO2	00009	SO2	00009	SO2	00009
NO2	00009	NO2	00009	NO2	00009	NO2	00009
HF	00009	HF	00009	HF	00009	HF	00009
Cl2	00009	Cl2	00009	Cl2	00009	Cl2	00009
H2S	00009	H2S	00009	H2S	00009	H2S	00009
PH2	00009	PH2	00009	PH2	00009	PH2	00009
PH4	00009	PH4	00009	PH4	00009	PH4	00009
PH6	00009	PH6	00009	PH6	00009	PH6	00009
PH8	00009	PH8	00009	PH8	00009	PH8	00009
PH10	00009	PH10	00009	PH10	00009	PH10	00009
PH12	00009	PH12	00009	PH12	00009	PH12	00009
PH14	00009	PH14	00009	PH14	00009	PH14	00009
PH16	00009	PH16	00009	PH16	00009	PH16	00009
PH18	00009	PH18	00009	PH18	00009	PH18	00009
PH20	00009	PH20	00009	PH20	00009	PH20	00009
PH22	00009	PH22	00009	PH22	00009	PH22	00009
PH24	00009	PH24	00009	PH24	00009	PH24	00009
PH26	00009	PH26	00009	PH26	00009	PH26	00009
PH28	00009	PH28	00009	PH28	00009	PH28	00009
PH30	00009	PH30	00009	PH30	00009	PH30	00009
PH32	00009	PH32	00009	PH32	00009	PH32	00009
PH34	00009	PH34	00009	PH34	00009	PH34	00009
PH36	00009	PH36	00009	PH36	00009	PH36	00009
PH38	00009	PH38	00009	PH38	00009	PH38	00009
PH40	00009	PH40	00009	PH40	00009	PH40	00009
PH42	00009	PH42	00009	PH42	00009	PH42	00009
PH44	00009	PH44	00009	PH44	00009	PH44	00009
PH46	00009	PH46	00009	PH46	00009	PH46	00009
PH48	00009	PH48	00009	PH48	00009	PH48	00009
PH50	00009	PH50	00009	PH50	00009	PH50	00009
PH52	00009	PH52	00009	PH52	00009	PH52	00009
PH54	00009	PH54	00009	PH54	00009	PH54	00009
PH56	00009	PH56	00009	PH56	00009	PH56	00009
PH58	00009	PH58	00009	PH58	00009	PH58	00009
PH60	00009	PH60	00009	PH60	00009	PH60	00009
PH62	00009	PH62	00009	PH62	00009	PH62	00009
PH64	00009	PH64	00009	PH64	00009	PH64	00009
PH66	00009	PH66	00009	PH66	00009	PH66	00009
PH68	00009	PH68	00009	PH68	00009	PH68	00009
PH70	00009	PH70	00009	PH70	00009	PH70	00009
PH72	00009	PH72	00009	PH72	00009	PH72	00009
PH74	00009	PH74	00009	PH74	00009	PH74	00009
PH76	00009	PH76	00009	PH76	00009	PH76	00009
PH78	00009	PH78	00009	PH78	00009	PH78	00009
PH80	00009	PH80	00009	PH80	00009	PH80	00009
PH82	00009	PH82	00009	PH82	00009	PH82	00009
PH84	00009	PH84	00009	PH84	00009	PH84	00009
PH86	00009	PH86	00009	PH86	00009	PH86	00009
PH88	00009	PH88	00009	PH88	00009	PH88	00009
PH90	00009	PH90	00009	PH90	00009	PH90	00009
PH92	00009	PH92	00009	PH92	00009	PH92	00009
PH94	00009	PH94	00009	PH94	00009	PH94	00009
PH96	00009	PH96	00009	PH96	00009	PH96	00009
PH98	00009	PH98	00009	PH98	00009	PH98	00009
PH100	00009	PH100	00009	PH100	00009	PH100	00009

