



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero

Automotriz

Autores: Vinicio Adrián Castillo Zambrano

José Alfredo Espinosa Muñoz

Tutor: Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán, MsC.

**Implementación del Microchip Cobra RTP en un Módulo de Control
Electrónico del Motor para la Modificación del Mapeo Original**

Certificado de Autoría

Yo, Vinicio Adrián Castillo Zambrano con CI: 2000099750, declaro bajo juramento, que el trabajo de titulación “Implementación del Microchip Cobra RTP en un Módulo de Control Electrónico del motor para la Modificación del Mapeo Original”, es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Vinicio Adrián Castillo Zambrano

CI: 2000099750

Certificado de Autoría

Yo, José Alfredo Espinosa Muñoz con CI: 0923851521, declaro bajo juramento, que el trabajo de titulación “Implementación del Microchip Cobra RTP en un Módulo de Control Electrónico del motor para la Modificación del Mapeo Original”, es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

José Alfredo Espinosa Muñoz

CI: 0923851521

Aprobación del Tutor

Yo, Marco Vinicio Noroña Merchán certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán, MsC.

Director del Proyecto

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres que gracias a su enseñanza y su firme apoyo he logrado conseguir mis objetivos, a mis hermanas que considero y respeto mucho por sus buenos consejos los cuales he recibido en el transcurso de mi vida.

Vinicio Adrián Castillo Zambrano

Dedicatoria

Este importante logro en mi vida quiero dedicar a mi papá, mi mamá, mi hermana por siempre apoyarme y ser el motor en mi vida, a mi ángel del cielo mi segunda mamá, a toda mi familia y amigos los cuales aprecio mucho por estar en cada paso de mi carrera no solo estudiantil si no también personal y espiritual.

José Alfredo Espinosa Muñoz

Agradecimiento

Agradezco a Dios darme la fuerza para permitir finalizar uno de mis objetivos fundamentales, a mi familia y todos mis amigos que han estado en momentos buenos y malos, gracias por su apoyo constante.

Vinicio Adrián Castillo Zambrano

Agradecimiento

Primero quiero agradecer a Dios por este logro en mi vida, a mis padres Alfredo Espinosa y Esther Muñoz por todo el apoyo y esfuerzo brindado hacia mí, a mi hermana por siempre estar presente en cada etapa de mi carrera profesional y de mi vida. Agradezco a mis profesores por sus enseñanzas, en especial a mi estimado tutor, Ing. Marco Noroña, quien con paciencia y sabiduría ha sabido guiarme de la mejor manera para lograr culminar con esta nueva etapa de mi vida. De igual manera agradecer a mi compañero Vinicio por formar parte de este proyecto el cual nos permitirá seguir avanzando con nuestra carrera profesional.

José Alfredo Espinosa Muñoz

Índice General

Certificado de Autoría.....	iv
Aprobación del Tutor.....	v
Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice General.....	x
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Tablas.....	xvi
Resumen.....	xvii
Abstract.....	xviii
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
<i>1.2.1 Planteamiento del Problema</i>	1
<i>1.2.2 Formulación de Problema</i>	2
<i>1.2.3 Sistematización del Problema</i>	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	2
<i>1.3.1 Objetivo General</i>	2
<i>1.3.2 Objetivos Específicos</i>	2

1.4 Justificación e Importancia de la Investigación.....	3
1.4.1 Justificación Teórica.....	3
1.4.2 Justificación Metodológica.....	3
1.4.3 Justificación Práctica.....	3
1.5 Delimitación del Contenido.....	4
1.5.1 Delimitación Temporal.....	4
1.5.2 Delimitación Geográfica.....	4
Capítulo II.....	5
Marco Teórico.....	5
2.1 Motor de Combustión Interna.....	5
2.1.1 Funcionamiento del Motor.....	5
2.1.2 Potencia del Motor.....	10
2.1.3 Torque del Motor.....	11
2.2 Módulo de Control Electrónico del Motor (ECU).....	14
2.2.1 Funcionamiento de la ECU.....	14
2.2.2 Partes de la ECU.....	15
2.2.3 Pin Data de la ECU.....	17
2.2.4 Mapeo de la ECU.....	19
2.3 Microchips de Uso Automotriz.....	20
2.3.1 Funcionamiento de Microchip.....	20
2.3.2 Tipos de Microchips.....	22

2.3.3 <i>Instalación de Microchip en ECU</i>	25
2.4 Dinamómetro Automotriz.....	27
Capítulo III.....	29
Proceso Instalación del Microchip.....	29
3.1.Características del Cobra RTP.....	29
3.1.1. <i>Partes del Cobra RTP para la Instalación</i>	30
3.1.2. <i>Especificaciones Técnicas del Chip Cobra RTP</i>	32
3.2.Características del Vehículo de Prueba	33
3.3.Proceso de Montaje en el Dinamómetro.....	34
3.4 Obtención de la Potencia y Torque con la ECU Original.....	36
3.4.Implementación del Chip Cobra RTP en la ECU del Vehículo	37
3.5.Adaptación de la Nueva ECU	40
3.6.Programación de la ECU Cobra RTP con el Vehículo.....	42
3.7.Obtención de la Potencia y Torque con la Nueva ECU.....	49
Capítulo IV.....	51
Análisis de Resultados	51
4.1.Análisis de Datos con la ECU Original	51
4.2.Análisis de Datos con la ECU Modificada	52
4.3.Análisis de Datos ECU Original vs Modificada.....	53
Conclusiones	55
Recomendaciones	56

Bibliografía57

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Partes de la Cámara de Combustión</i>	6
Figura 2 <i>Sistema de Alimentación de Combustible</i>	7
Figura 3 <i>Sistema de Distribución</i>	8
Figura 4 <i>Sistema de Encendido</i>	9
Figura 5 <i>Sistema de Refrigeración</i>	10
Figura 6 <i>Gráfica de Torque vs Potencia</i>	13
Figura 7 <i>ECU (Modelo V123-4)</i>	15
Figura 8 <i>Partes de la ECU</i>	17
Figura 9 <i>Computadora SBEC 2, de 80 Pines, Utilizada en Algunos Vehículos Chrysler</i>	18
Figura 10 <i>Mapeo de la ECU</i>	20
Figura 11 <i>Microcontrolador PIC16</i>	23
Figura 12 <i>DSP TMXE320</i>	24
Figura 13 <i>Altera Stratix IV</i>	24
Figura 14 <i>ASIC TXC234</i>	25
Figura 15 <i>ECU con Chip Cobra RTP Instalado</i>	26
Figura 16 <i>Dinamómetro para Autos</i>	28
Figura 17 <i>Microchip Cobra RTP en un Módulo de Control</i>	30
Figura 18 <i>Partes del Cobra RTP</i>	31
Figura 19 <i>Banco Dinamométrico</i>	35
Figura 20 <i>Dinamómetro</i>	35
Figura 21 <i>Curva de Torque y Potencia con ECU Original</i>	37
Figura 22 <i>ECU P28</i>	37
Figura 23 <i>Ranura para Instalación de Chip Cobra RTP</i>	38
Figura 24 <i>Porta Chip y Ranura de Chip</i>	38

Figura 25 ECU P28 con Porta Chip Instalado.....	39
Figura 26 ECU P28 con Chip Cobra RTP Instalado.....	39
Figura 27 ECU P28 Finalizada Instalación de Chip Cobra RTP	40
Figura 28 Adaptación ECU.....	40
Figura 29 Montaje del Vehículo en el Dinamómetro.....	43
Figura 30 Colocación de Cintas de Seguridad al Vehículo en el Dinamómetro	43
Figura 31 Programa De Honda Tuning Suite.....	44
Figura 32 Conexión Cable USB de la Laptop hacia la Entrada del Microchip Cobra RTP..	44
Figura 33 Medidor Analógico Wideband.....	45
Figura 34 Sensor Wideband.....	45
Figura 35 Calibración de Válvula IAC	46
Figura 36 Activación y Calibración de Launch Control o Control de Largada.....	46
Figura 37 Calibración del Sensor TPS	47
Figura 38 Calibración de Datos de la ECU.....	47
Figura 39 Programación de la ECU Cobra RTP en el Banco de Pruebas.....	48
Figura 40 Configuración Final de la ECU	49
Figura 41 Curva de Torque y Potencia Con ECU Instalado el Cobra RTP.....	50
Figura 42 Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Original.....	51
Figura 43 Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Modificada	53
Figura 44 Comparación de Análisis de Datos Original vs Modificada.....	54

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Partes y Funcionamiento de la ECU</i>	16
Tabla 2 <i>Tipo de Funcionamiento de los Microchips en Autos de Motor de Combustión</i>	22
Tabla 3 <i>Características del Cobra RTP</i>	29
Tabla 4 <i>Características de Conexión del Cobra RTP para la Instalación</i>	31
Tabla 5 <i>Características del Honda Civic</i>	34
Tabla 6 <i>Conversión OBD2A a OBD</i>	41
Tabla 7 <i>Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Original</i>	51
Tabla 8 <i>Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Modificada</i>	52
Tabla 9 <i>Comparación de Análisis de Datos Original vs Modificada</i>	54

Resumen

Este estudio se origina a partir de la justificación de abordar una cuestión fundamental en la industria automotriz: la optimización del rendimiento del motor a través de la reprogramación del Módulo de Control Electrónico (ECU). Los objetivos primordiales de esta investigación se centran en analizar y determinar el impacto de la reprogramación de la ECU en dos aspectos fundamentales: la potencia y el torque del motor. Para llevar a cabo esta evaluación, se diseñó un riguroso conjunto de métodos y técnicas. Se realizaron pruebas de potencia y torque en un banco de pruebas dinamómetro, tanto antes como después de las modificaciones en la ECU. Estos datos se compararon detenidamente con los valores teóricos de fábrica para comprender la magnitud de los cambios. Se observó un incremento de 37.9 hp en la potencia del motor después de la reprogramación, lo que demuestra que las modificaciones en la ECU pueden tener un impacto positivo y considerable en la capacidad del motor para generar potencia. Sin embargo, esta mejora en la potencia se acompaña de una disminución del torque de 3.7 Nm. Esta disminución sugiere que las modificaciones pueden haber afectado la respuesta del motor en términos de fuerza y torque. La justificación radica en la necesidad de mejorar la eficiencia y el rendimiento del vehículo, mientras que los objetivos se centraron en analizar específicamente la potencia del motor. Los materiales y métodos rigurosos utilizados en este estudio permitieron obtener resultados claros. Las conclusiones resaltan la importancia de un enfoque equilibrado al ajustar la ECU para lograr el rendimiento deseado.

Palabras Clave: Módulo de control electrónico, torque, potencia, motor, programación

Abstract

This research originates from the justification of addressing a fundamental issue in the automotive industry: the engine optimisation performance through the reprogramming of the Electronic Control Module (ECU). The main objectives of this investigation focus on analyzing and determining the impact of ECU reprogramming on two fundamental aspects: engine power and torque. For developing this evaluation, a rigorous set of methods and techniques was designed. Power and torque tests were performed on a dynamometer dyno, both before and after the ECU modifications. These data were carefully compared to the theoretical factory values to understand the changes magnitude. An increase of 37.9 hp in engine power was observed after reprogramming, demonstrating that ECU modifications can have a significant positive impact on the engine's ability to generate power. However, this improvement in power is accompanied by a decrease in torque of 3.7 Nm. This decrease suggests that the modifications may have affected the engine's response in terms of force and torque. The justification lies in the need to improve the vehicle efficiency and performance, while the objectives focused on specifically analyzing the engine power. The rigorous materials and methods used in this study allowed clear results to be obtained. The conclusions highlight the importance of a balanced approach when adjusting the ECU to achieve the desired performance.

Keywords: Electronic control module, torque, power, motor, programming

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Implementación del microchip cobra RTP en un módulo de control electrónico del motor para la modificación del mapeo original.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1 Planteamiento del Problema

Los avances tecnológicos que se han introducido en el sector de la automoción en los últimos años son asombrosos. Si bien esta tecnología tiene más de una década en nuestro país y se ha desarrollado en países del primer mundo, es necesario adoptarla, investigarla y evaluarla para asegurar que sea de vanguardia. De acuerdo con los nuevos requisitos, estos vehículos están sujetos a un mantenimiento eficiente, que ya no requiere conocimientos no solo en el campo de la mecánica, sino también en otros campos como la electrónica o la autotrónica (Liam, 2017).

Consta de una serie de componentes electrónicos colocados en una placa de circuito impreso alojada en una carcasa de aluminio equipada con aletas de refrigeración. El dispositivo recibe varias señales sobre el funcionamiento del motor de varios sensores, las evalúa y calcula las señales de activación de los elementos de accionamiento. El programa de control se almacena en la memoria. La ejecución del programa es realizada por un microcontrolador. Las señales de entrada y salida de las distintas unidades se transmiten a la unidad de control a través de multiconectores (Freich, 2017).

Determinar un condensador, transistor, resistencia o microcontrolador defectuoso puede ser un desafío, pero solo si tiene una línea base de trabajo, las herramientas que necesita y todos los datos necesarios sobre el módulo en el que está trabajando, por ejemplo, los valores de corriente permisibles para el conjunto del circuito principal se pueden

simplificar de alguna manera para encontrar posibles fallas. Por otro lado, las técnicas de miniaturización de circuitos continúan tendiendo a cambiar por completo ensambles como diodos y transistores. Esto facilita el diagnóstico de estos dispositivos y evita el reemplazo en caso de daño, lo que reduce los costos de mantenimiento de estos dispositivos ya que estos componentes pueden ser reinstalados.

Teniendo toda esta información, se establece que la principal motivación de este proyecto de investigación es implementar el microchip cobra RTP en un módulo de control electrónico del motor para la modificación del mapeo original.

1.2.2 Formulación de Problema

¿Cómo beneficiaría la implementación del microchip cobra RTP en un módulo de control electrónico del motor para la modificación del mapeo original?

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Cuáles son los tipos de microchip que se usan para modificar computadoras automotrices?
- ¿De qué manera se podría modificar el mapeo original de un módulo de control electrónico del motor?
- ¿Cómo se podría mejorar el rendimiento del motor a través de la variación de su mapeo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Implementar un microchip Cobra RTP en un módulo de control electrónico del motor de un vehículo Honda Civic para la modificación del mapeo original.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar los diferentes tipos de microchip que se usan para modificar computadoras

automotrices.

- Desarrollar el proceso de instalación del microchip en el módulo de control electrónico del motor para la variación del mapeo original.
- Analizar los cambios de rendimiento del motor por medio de un dinamómetro variando el mapeo del módulo.

1.4 Justificación e Importancia de la Investigación

1.4.1 Justificación Teórica

La fundamentación teórica de este proyecto se ha realizado a través de la revisión de la literatura preexistente, tanto a nivel nacional como internacional, lo que nos ha permitido entender la situación actual del tema de investigación. Actualmente se desconoce los beneficios la implementación del microchip cobra RTP, por lo cual se deriva la necesidad de conocer los tipos de microchip que se usan para modificar computadoras automotrices.

1.4.2 Justificación Metodológica

La metodología aplicada a la investigación nos permitirá abarcar de manera exitosa todos los aspectos del proyecto, a través de la investigación, descripción y aplicación de los conocimientos obtenidos a través del desarrollo del proceso investigativo. Por otra parte, este proyecto se guiará bajo los lineamientos del método científico. Destacándose por ser una investigación de tipo bibliográfica, descriptiva, y aplicada. Pues no solo es una revisión de literatura, sino que se describirá la implementación del microchip cobra RTP en un módulo de control electrónico del motor para la modificación del mapeo original.

1.4.3 Justificación Práctica

Es enriquecedor para la academia, poder fomentar proyectos que nacen desde el conocimiento empírico y que nos permiten desarrollar las habilidades adquiridas durante la carrera, de manera que, al titularnos, se pueda ofrecer soluciones a la sociedad y

convertirnos en profesionales capacitados para el mundo laboral. El presente estudio resulta de vital interés, puesto que, mediante la propuesta de implementación del microchip cobra RTP en un módulo de control electrónico del motor para la modificación del mapeo original se busca aportar un estándar en este tipo de procesos. De esta manera, se fomenta también una mejor gestión de los procesos desarrollados por las empresas importadoras, distribuidoras y comercializadoras de motores promoviendo la mejora continua y un control adecuado de la calidad.

1.5 Delimitación del Contenido

1.5.1 Delimitación Temporal

La implementación del microchip Cobra RTP ha sido objeto de estudio y análisis por parte de entusiastas del automóvil, ingenieros y expertos en electrónica automotriz. Los resultados y conclusiones de investigaciones previas en este tema pueden proporcionar información relevante para este proyecto.

Se espera que la implementación del microchip Cobra RTP y otras tecnologías relacionadas continúen evolucionando en el futuro, a medida que se realicen nuevos avances en la electrónica automotriz. Por lo tanto, es importante considerar que la delimitación temporal de este tema de proyecto puede necesitar actualizaciones en función de los avances posteriores a la fecha de corte del conocimiento.

1.5.2 Delimitación Geográfica

El presente estudio será desarrollado dentro de los límites geográficos de la ciudad de Guayaquil, Guayas, Ecuador. A su vez, los resultados finales del diseño de la investigación se delimitan geográficamente también a la ciudad de Guayaquil.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Motor de Combustión Interna

2.1.1 *Funcionamiento del Motor*

El motor de combustión interna es una máquina ampliamente utilizada en la industria del transporte y la generación de energía. Comprender su funcionamiento es fundamental para analizar la implementación del microchip Cobra RTP en un módulo de control electrónico del motor para la modificación del mapeo original.

Según (Watson, 2019), motor de combustión interna convierte la energía química contenida en el combustible en energía mecánica a través de una serie de procesos. Los dos tipos más comunes de motores de combustión interna son los motores de gasolina (también conocidos como motores de encendido por chispa) y los motores diésel (conocidos como motores de compresión).

En un motor de gasolina, el proceso comienza con la admisión de una mezcla de aire y combustible en el cilindro. Posteriormente, la mezcla es comprimida por el pistón. En el momento adecuado, se produce una chispa generada por la bujía, que inflama la mezcla comprimida y provoca la combustión. La liberación de energía en forma de gases de alta presión empuja el pistón hacia abajo, generando movimiento. Finalmente, los gases de escape son expulsados del cilindro.

En el caso de los motores diésel, el aire se comprime en el cilindro hasta alcanzar una temperatura lo suficientemente alta como para inflamar el combustible diésel, sin necesidad de una chispa. Esto se conoce como ignición por compresión. La combustión del combustible diésel empuja el pistón hacia abajo, generando movimiento y expulsando los gases de escape (Ganesan, 2017).

2.1.1.1 Cámara de Combustión

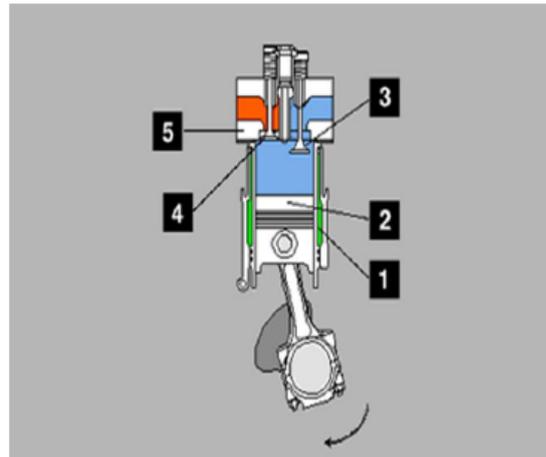
La cámara de combustión es un espacio cilíndrico, generalmente inmóvil, con un extremo cerrado, donde se encuentra un pistón ajustado de manera precisa al cilindro como se puede apreciar en la figura 1. El desplazamiento del pistón hacia adentro y hacia afuera modifica el volumen existente entre su cara interior y las paredes de la cámara. Por otro lado, la cara exterior del pistón se conecta mediante una biela al cigüeñal, el cual convierte el movimiento lineal del pistón en un movimiento rotatorio (Gallardo, 2016).

Figura 1

Partes de la Cámara de Combustión

Partes de la cámara de combustión

1. *Camisa del Cilindro.*
2. *Pistón.*
3. *Válvula de admisión.*
4. *Válvula de escape.*
5. *Cabeza del cilindro.*



Fuente: (Heywood, 2015).

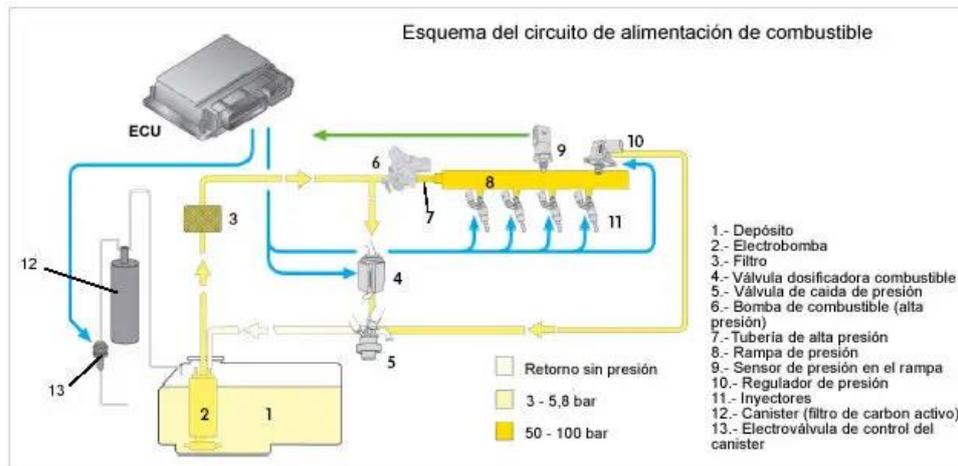
2.1.1.2 Sistema de Alimentación

El sistema de suministro de combustible de un motor de gasolina está compuesto por un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo de dosificación de combustible que convierte el combustible líquido en vapor o lo atomiza, en las proporciones adecuadas para su combustión. En la actualidad, se utiliza el sistema de inyección en los motores de encendido por chispa como se muestra en la figura 2. En los motores de encendido por compresión, el combustible diésel se dosifica de manera no proporcional al aire de admisión, sino en función del acelerador y la velocidad del motor (mecanismo de

regulación) a través de una bomba inyectora de combustible (Guillespie, 2020)

Figura 2

Sistema de Alimentación de Combustible

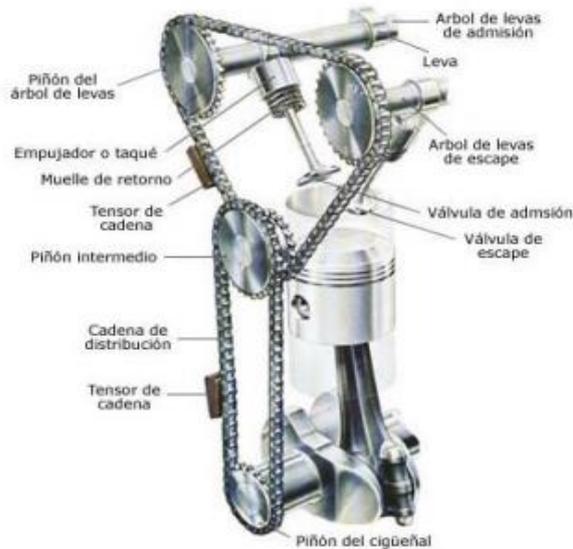


Fuente: (Pulkrabek, 2017).

2.1.1.3 Sistema de Distribución

En el motor de combustión interna, cada cilindro tiene un mecanismo para la entrada de combustible y la salida de gases. Esto se logra mediante válvulas ubicadas en la culata del cilindro. Un resorte mantiene las válvulas cerradas hasta el momento adecuado, cuando las levas de un árbol de levas rotatorio, accionado por el cigüeñal, abren las válvulas. La sincronización de este conjunto se logra a través de una cadena o correa de distribución.

El sistema de distribución en motores de combustión es un componente vital para el funcionamiento adecuado de los motores de combustión interna. Este sistema tiene la responsabilidad de controlar el ciclo de apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape en cada cilindro del motor. La correcta sincronización de las válvulas es esencial para asegurar la entrada de aire o mezcla de combustible en el cilindro en el momento adecuado, así como para permitir la expulsión eficiente de los gases de escape como se ve en la figura 3.

Figura 3*Sistema de Distribución*

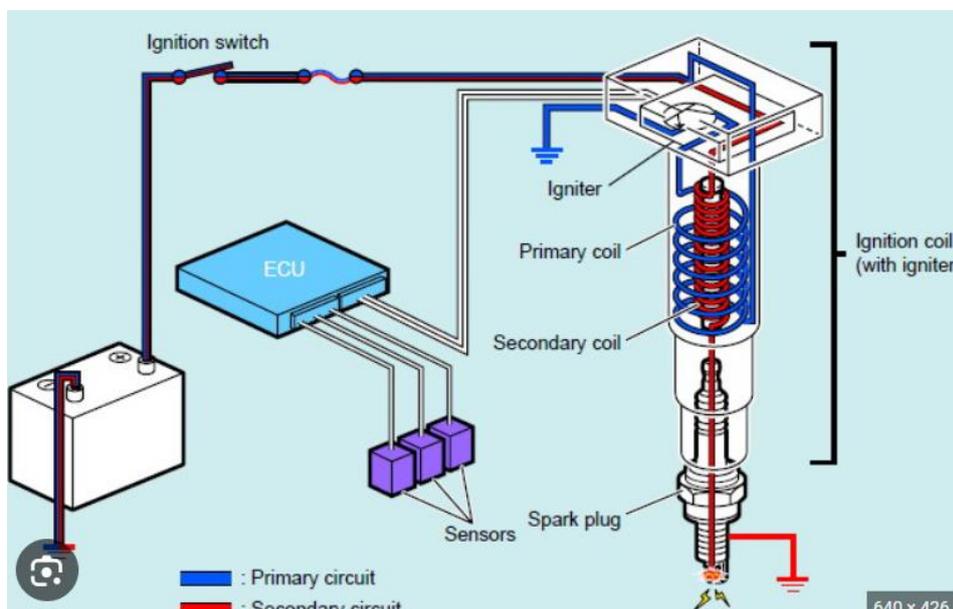
Fuente: (Stone, 2019).

2.1.1.4 Sistema de Encendido

Los motores necesitan una forma de iniciar la ignición del combustible dentro del cilindro. En los motores de encendido por chispa, el sistema de ignición consiste en un componente llamado bobina de encendido.

El dispositivo que produce la ignición es la bujía que, fijado en cada cilindro, dispone de dos electrodos separados unos milímetros, entre los cuales el impulso eléctrico produce una chispa, que inflama el combustible (Heldt, 2017).

Existen diferentes tipos de sistemas de encendido, siendo los más comunes el encendido por distribuidor y el encendido electrónico (figura 4). El sistema de encendido por distribuidor utiliza un distribuidor mecánico para enviar la chispa a las bujías en el orden correcto, mientras que el sistema de encendido electrónico utiliza sensores y una unidad de control para controlar el tiempo y la duración de la chispa de manera más precisa.

Figura 4*Sistema de Encendido*

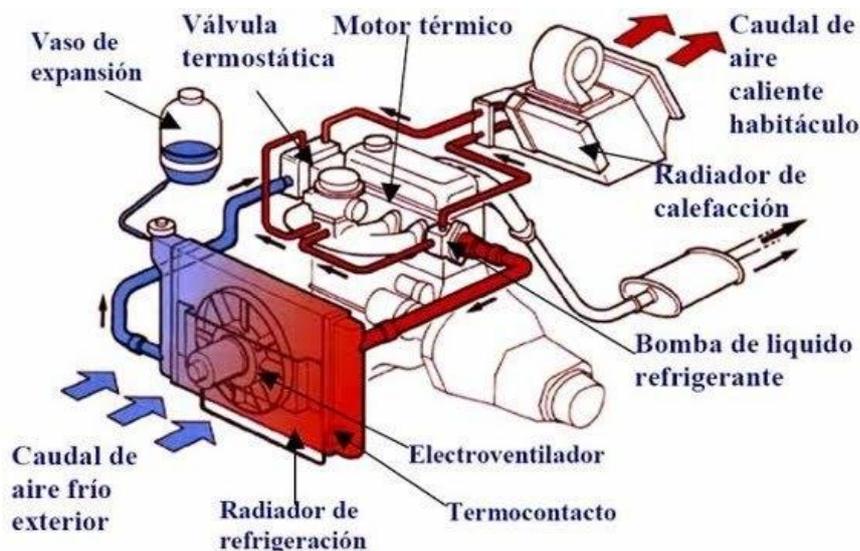
Fuente: (Huanca, 2018).

2.1.1.5 Sistema de Refrigeración

Debido a que la combustión genera calor, todos los motores requieren algún tipo de sistema de refrigeración. En algunos casos, como en motores estacionarios, automóviles y aviones, así como motores fuera de borda, se utiliza un sistema de enfriamiento por aire (Pundir, 2018).

En otros motores, se emplea un sistema de refrigeración líquida como se observa en la figura 5, donde los cilindros se encuentran dentro de una carcasa llena de agua, que se hace circular mediante una bomba en el caso de los automóviles. El agua se enfría al pasar a través de las láminas de un radiador.

Es muy importante que el líquido utilizado para enfriar el motor no sea agua común, ya que los motores de combustión operan a temperaturas superiores al punto de ebullición del agua.

Figura 5*Sistema de Refrigeración*

Fuente: (Taylor, 2018).

2.1.2 Potencia del Motor

El estudio de la potencia del motor en los sistemas de combustión interna constituye una parte fundamental de la ingeniería de motores. La potencia es una medida clave del rendimiento de un motor y se refiere a la capacidad de este para producir trabajo mecánico a partir de la energía liberada durante la combustión del combustible. Este parámetro es de suma importancia en diversas aplicaciones, como la propulsión de vehículos, la generación de energía y otras aplicaciones industriales (Richard, 2019).

La potencia del motor en combustión interna está determinada por varios factores interrelacionados que afectan su desempeño. En primer lugar, el diseño y las características geométricas del motor tienen un impacto significativo en su capacidad para generar potencia. Esto incluye aspectos como la cilindrada, el número de cilindros, la relación de compresión, la disposición de los cilindros y la configuración del sistema de distribución de gases (Ryan, 2019).

El rendimiento del motor también se ve influenciado por la eficiencia de la

combustión. La combustión interna se produce mediante la mezcla controlada de aire y combustible en el interior de la cámara de combustión. La proporción adecuada de esta mezcla, conocida como relación estequiometría, es crucial para obtener una combustión eficiente y maximizar la potencia del motor. La calidad de la atomización del combustible, la distribución uniforme de la mezcla y la eficiencia de la ignición son factores determinantes en este proceso.

Además de los aspectos de diseño y combustión, la potencia del motor también está influenciada por la eficiencia volumétrica. Esto se refiere a la capacidad del motor para aspirar y expulsar los gases de manera efectiva, permitiendo un flujo óptimo de aire y combustible dentro y fuera de los cilindros. Factores como la geometría del sistema de admisión y escape, la presencia de restricciones en los conductos y la eficiencia de los mecanismos de distribución de gases afectan directamente la potencia del motor (Klaus, 2018).

En cuanto al control de la potencia, los motores de combustión interna utilizan sistemas de gestión electrónica para regular la entrega de combustible y aire, así como el encendido. Estos sistemas, conocidos como Unidades de Control del Motor (ECU), monitorean y ajustan constantemente los parámetros operativos del motor, como la cantidad de combustible inyectado, el tiempo de encendido y otros aspectos relacionados. Esto permite optimizar la potencia del motor en función de las condiciones de operación, como la carga, la velocidad y la temperatura.

2.1.3 Torque del Motor

El torque del motor en los sistemas de combustión interna es un parámetro fundamental que describe la capacidad del motor para generar fuerza de torsión y realizar trabajo mecánico. El torque es una medida de la fuerza rotacional aplicada por el motor a través del cigüeñal y se considera esencial en diversas aplicaciones, como la propulsión de

vehículos, la maquinaria industrial y otros dispositivos impulsados por motores de combustión interna (Edward, 2018).

El torque del motor en combustión interna se determina por una combinación de factores relacionados con el diseño, la geometría y las características del sistema. En primer lugar, la cilindrada del motor es un factor clave que afecta directamente el torque generado. La cilindrada se refiere al volumen total de los cilindros del motor y se calcula multiplicando el área de la sección transversal del cilindro por la carrera del pistón. Un motor con una mayor cilindrada tiene la capacidad de generar más torque en comparación con uno de menor cilindrada, siempre y cuando otros factores se mantengan constantes (Simone, 2019).

Además de la cilindrada, la relación de compresión es otro factor determinante del torque del motor. La relación de compresión es la relación entre el volumen de la cámara de combustión cuando el pistón está en su posición más baja (punto muerto inferior) y el volumen de la cámara cuando el pistón está en su posición más alta (punto muerto superior). Una relación de compresión más alta generalmente resulta en un mayor torque, ya que comprime la mezcla de aire y combustible de manera más efectiva, lo que a su vez produce una mayor fuerza de explosión durante la combustión.

La eficiencia de la combustión también juega un papel crucial en la generación de torque. Una combustión eficiente se logra mediante la mezcla adecuada de aire y combustible en la cámara de combustión, lo que permite una liberación óptima de energía durante la explosión. La calidad de la atomización del combustible, la distribución uniforme de la mezcla y la eficiencia de la ignición son factores determinantes en este proceso. Una combustión eficiente puede resultar en una disminución del torque del motor (Dante, 2017).

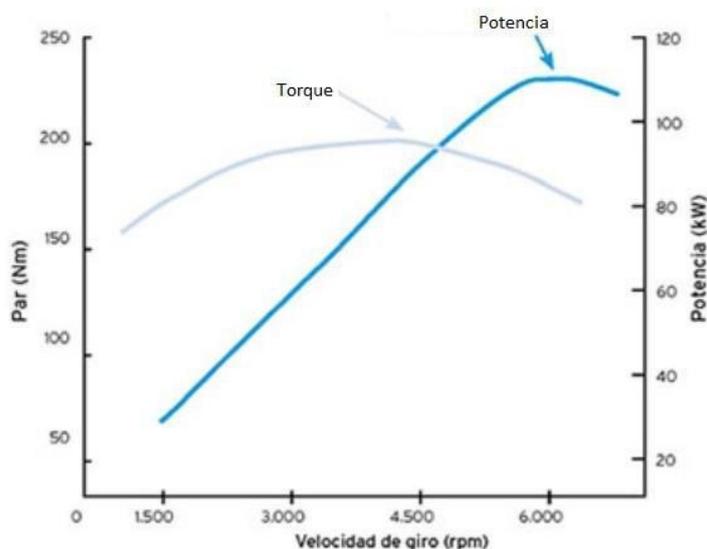
Además de los aspectos de diseño y combustión, el torque del motor también está influenciado por el sistema de admisión y escape. El diseño y las restricciones en los conductos de admisión y escape pueden afectar el flujo de aire y gases, lo que a su vez

puede influir en el torque generado. Factores como la longitud y el diámetro de los conductos, la presencia de restricciones y el diseño de los colectores de admisión y escape pueden ser optimizados para maximizar el torque del motor en diferentes rangos de velocidad y carga (Arias, 2019).

Es importante tener en cuenta que el torque del motor puede variar en función de las condiciones de operación, como la velocidad del motor, la carga aplicada y la temperatura ambiente. Por lo tanto, los sistemas de gestión electrónica del motor, como las ECU's, desempeñan un papel crucial en la optimización del torque. Estas unidades monitorean constantemente los parámetros operativos del motor y ajustan la entrega de combustible y la sincronización del encendido para maximizar el torque en función de las condiciones cambiantes, como se aprecia en la figura 6.

Figura 6

Gráfica de Torque vs Potencia



Fuente: (Clarker, 2019).

La forma de la curva en la figura 6, puede variar según el diseño y las características

del motor. Algunos motores pueden mostrar curvas de torque y potencia más suaves y amplias, lo que indica una entrega de torque y potencia más lineal a lo largo del rango de velocidad de rotación. Otros motores pueden tener curvas más pronunciadas y estrechas, lo que indica un rendimiento más específico en un rango de velocidad de rotación más limitado.

El análisis de una gráfica de torque vs potencia proporciona información valiosa sobre el rendimiento y las características de un motor. Permite identificar los puntos de torque y potencia máximos, así como evaluar la eficiencia y el comportamiento del motor en diferentes condiciones de operación. Este análisis es fundamental para comprender el rendimiento del motor y optimizar su funcionamiento en diversas aplicaciones.

2.2 Módulo de Control Electrónico del Motor (ECU)

2.2.1 *Funcionamiento de la ECU*

La ECU es un sistema electrónico que actúa como el cerebro del motor de combustión interna, recopilando datos en tiempo real de diversos sensores ubicados en el motor y tomando decisiones para controlar y regular diferentes aspectos del funcionamiento del motor. Estos aspectos incluyen la inyección de combustible, el encendido, la mezcla aire-combustible, el control de emisiones y otros parámetros críticos (Maione, 2018).

El corazón de la ECU es un microprocesador, que ejecuta algoritmos y programas de control específicamente diseñados para el motor en cuestión. Los datos obtenidos de los sensores, como el sensor de oxígeno, el sensor de temperatura del aire, el sensor de posición del acelerador y el sensor de presión absoluta, se procesan en tiempo real para determinar la cantidad de combustible a inyectar, el tiempo de encendido óptimo y otros ajustes necesarios para lograr un funcionamiento eficiente y seguro del motor.

Además de los sensores, la ECU también se comunica con otros módulos del vehículo, como el sistema de frenos antibloqueo (ABS), el sistema de control de tracción

(TCS) y el sistema de control de estabilidad (ESP), para lograr una coordinación efectiva y mejorar el rendimiento general del vehículo.

La programación de la ECU es crucial para adaptar el control del motor a las características específicas del mismo, como el tipo de motor (gasolina, diésel, híbrido, etc.), el número de cilindros y la configuración del sistema de admisión y escape. Mediante la programación, se establecen los mapas de combustible y de encendido, que determinan la cantidad de combustible a inyectar y el tiempo de encendido en función de las condiciones de funcionamiento del motor (Santini, 2019).

La ECU también desempeña un papel importante en el control de emisiones. A través del monitoreo continuo de los sensores, puede ajustar la mezcla aire-combustible y el tiempo de encendido para reducir las emisiones contaminantes y cumplir con los estándares de emisiones establecidos. En la figura 7 se puede apreciar el diseño de la ECU.

Figura 7

ECU (Modelo V123-4)



Fuente: (Gill, 2017).

2.2.2 Partes de la ECU

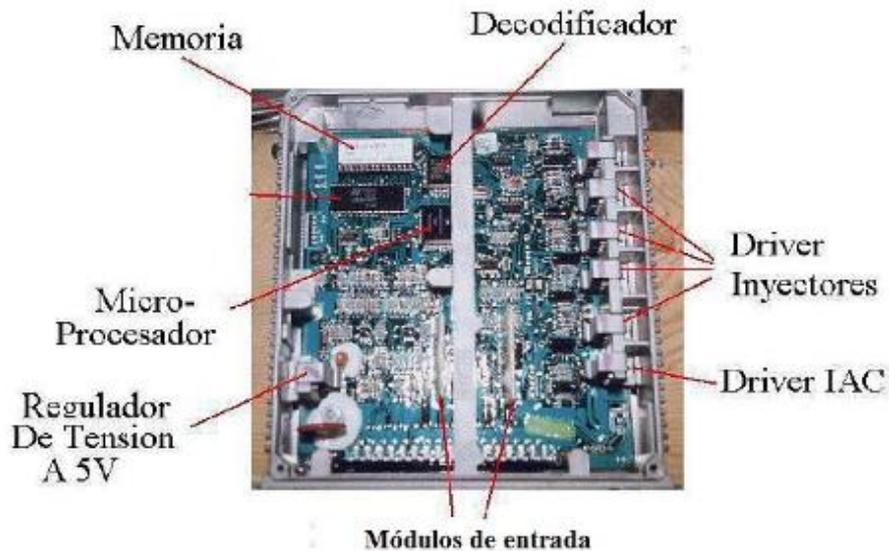
Las características específicas de las partes de la ECU pueden variar según el

fabricante y el modelo del vehículo. Además, los avances tecnológicos continúan evolucionando el diseño y las funcionalidades de la ECU en los motores de combustión interna. A continuación, se muestra las partes de la ECU en la tabla 1 y en la figura 8.

Tabla 1

Partes y Funcionamiento de la ECU

Partes	Funcionamiento
Microprocesador	La ECU cuenta con un microprocesador que es el núcleo del sistema. Este componente realiza cálculos y ejecuta algoritmos para procesar los datos de entrada, controlar las funciones del motor y tomar decisiones en tiempo real.
Memoria	La ECU contiene diferentes tipos de memoria que almacenan programas, datos y ajustes. La memoria de solo lectura (ROM) contiene el programa básico y los datos fijos necesarios para el funcionamiento de la ECU. La memoria de acceso aleatorio (RAM) almacena datos temporales y variables utilizados durante la operación del motor.
Sensores	La ECU recopila información a través de una variedad de sensores distribuidos en el motor. Estos sensores incluyen el sensor de oxígeno, sensor de temperatura del aire, sensor de posición del acelerador, sensor de presión absoluta, sensor de velocidad del motor, entre otros.
Actuadores	La ECU controla los actuadores del motor para regular diferentes funciones. Los actuadores más comunes son los inyectores de combustible, las válvulas de admisión y escape, y el sistema de encendido. La ECU envía señales a los actuadores para ajustar la cantidad de combustible inyectado, la sincronización de las válvulas y el momento del encendido, asegurando así un funcionamiento óptimo y eficiente del motor.
Unidad de control de encendido (ignición)	Algunas ECU incorporan una unidad de control de encendido que se encarga de generar y controlar la chispa de encendido en cada cilindro. Esta unidad utiliza información de los sensores para determinar el momento preciso del encendido y garantizar una combustión adecuada.

Figura 8*Partes de la ECU*

Fuente: (Smith, 2021).

2.2.3 Pin Data de la ECU

El pin data es la información específica relacionada con los pines de conexión en el conector de la ECU. Estos pines actúan como interfaces entre la ECU y los diversos componentes del vehículo, como sensores, actuadores y módulos adicionales. El pin data proporciona detalles técnicos y eléctricos precisos para cada pin, incluyendo su función, asignación, voltaje de referencia y otras características relevantes (Herrtwich, 2019).

El pin data desempeña un papel crítico en el diagnóstico y solución de problemas de los sistemas electrónicos automotrices. Los fabricantes de vehículos y los proveedores de herramientas de diagnóstico proporcionan información detallada sobre los pines de conexión de la ECU en forma de diagramas de cableado y tablas de pin data. Estos recursos permiten a los técnicos identificar y verificar la correcta conexión de los cables, así como diagnosticar posibles problemas relacionados con los sensores, actuadores u otros componentes conectados a la ECU.

Además del diagnóstico, el pin data es esencial para la programación y reprogramación de la ECU. Los datos precisos de los pines ayudan a los especialistas en programación a identificar los pines correctos para la conexión de dispositivos de programación o herramientas de calibración. La información de los pines también puede ser necesaria para leer y escribir datos en la memoria interna de la ECU, lo que permite ajustar parámetros de rendimiento, configuraciones específicas del vehículo o solucionar problemas relacionados con el software de control del motor.

El pin data es importante en la reparación y reemplazo de componentes electrónicos de la ECU. Al reemplazar una ECU defectuosa, es fundamental asegurarse de que la nueva unidad esté correctamente configurada y se conecte adecuadamente a los pines correspondientes. En la figura 9, se puede apreciar el pin data.

Figura 9

Computadora SBEC 2, de 80 Pines, Utilizada en Algunos Vehículos Chrysler



Fuente: (Rodríguez, 2016).

2.2.4 Mapeo de la ECU

El mapeo de la ECU es el proceso de ajuste y programación de las tablas de referencia que controlan los parámetros de funcionamiento del motor, como la inyección de combustible, el encendido, la presión del turbocompresor, entre otros. Estas tablas contienen los valores óptimos para cada parámetro en función de diferentes variables, como la velocidad del motor, la carga del acelerador y la temperatura del motor (Martin, 2018).

La ECU utiliza estos mapas para determinar la cantidad de combustible a inyectar, el momento adecuado para encender la chispa y otros ajustes necesarios para optimizar el rendimiento y la eficiencia del motor en diferentes condiciones de operación. El mapeo de la ECU se basa en datos de prueba y análisis exhaustivos, así como en modelos matemáticos y algoritmos sofisticados (Igor, 2017).

El proceso de mapeo de la ECU implica la recopilación de datos mediante la instrumentación del motor y la realización de pruebas en bancos de prueba o en condiciones reales de conducción. Estos datos se utilizan para ajustar las tablas de referencia de la ECU y lograr un rendimiento óptimo del motor en términos de potencia, eficiencia de combustible, respuesta del acelerador y emisiones.

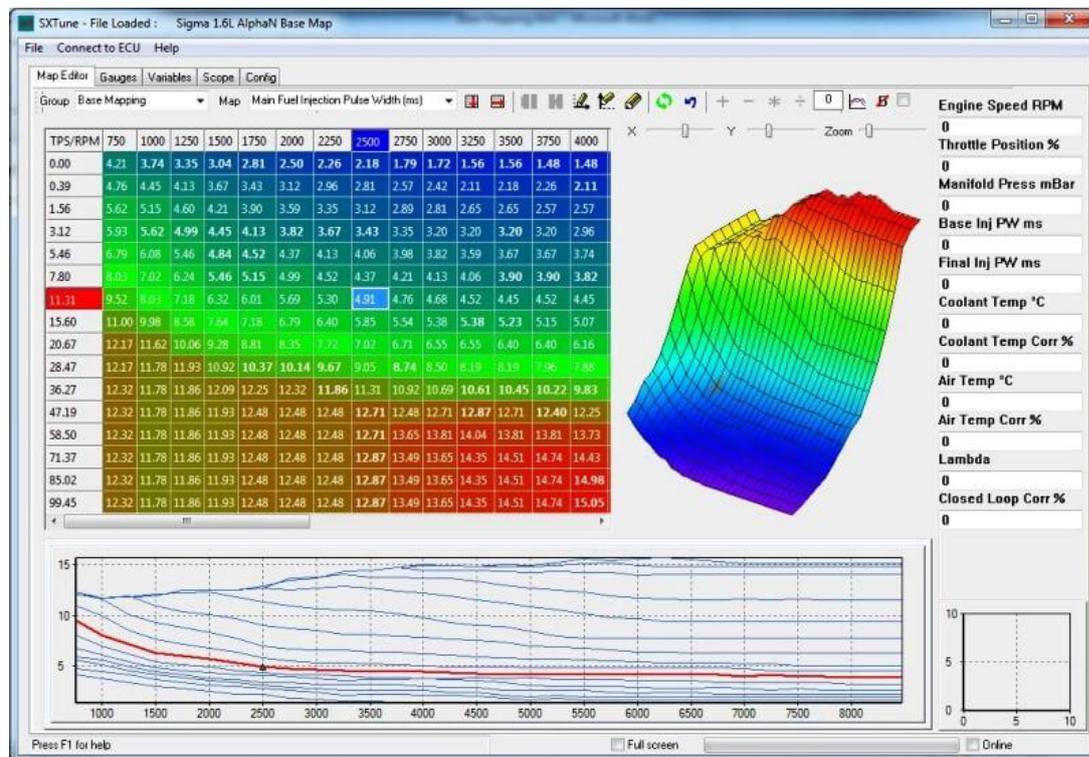
El mapeo de la ECU puede ser realizado por los fabricantes de vehículos durante el desarrollo del motor y la calibración de la ECU de fábrica. Sin embargo, también es común que los entusiastas del automovilismo y los especialistas en ajuste de motores realicen modificaciones en el mapeo de la ECU para adaptarlo a necesidades específicas, como mejoras de rendimiento o cambios en la configuración del motor (Oberg, 2017).

La importancia del mapeo de la ECU radica en su capacidad para optimizar el rendimiento del motor, mejorar la eficiencia de combustible y reducir las emisiones contaminantes. Un mapeo adecuado puede aumentar la potencia del motor, mejorar la respuesta del acelerador y optimizar la mezcla de combustible y aire, lo que resulta en un

funcionamiento más suave y eficiente del motor. En la figura 10 se puede observar un software del mapeo de un motor.

Figura 10

Mapeo de la ECU



Fuente: (Lee, 2019).

2.3 Microchips de Uso Automotriz

2.3.1 Funcionamiento de Microchip

Los microchips en automóviles, también conocidos como controladores o módulos de control electrónicos (ECU), son dispositivos electrónicos integrados que contienen circuitos y programas diseñados para controlar y gestionar diferentes sistemas en los automóviles. Estos microchips son responsables de la gestión y supervisión de sistemas cruciales, como el motor, la transmisión, los frenos, la dirección, la suspensión y otros sistemas auxiliares.

El funcionamiento de los microchips se basa en la recopilación de datos a través de

sensores distribuidos en diferentes partes del vehículo. Estos sensores detectan variables como la velocidad del vehículo, la posición del acelerador, la temperatura del motor, la presión de los frenos, entre otros. Los datos recopilados son procesados y analizados por el microchip, que toma decisiones y envía comandos a través de actuadores para controlar los sistemas correspondientes (Rezek, 2017).

Estos utilizan algoritmos y programas complejos para interpretar los datos de los sensores y generar respuestas adecuadas en tiempo real. Estos programas están diseñados para realizar cálculos precisos y tomar decisiones óptimas, ajustando parámetros como la inyección de combustible, el encendido, el control de tracción, la estabilidad del vehículo, entre otros, con el fin de optimizar el rendimiento, la eficiencia y la seguridad del automóvil (Nolan, 2016).

Además, permiten la comunicación y el intercambio de datos entre los diferentes sistemas del vehículo. A través de base de datos y protocolos de comunicación, los microchips facilitan la interacción y la coordinación entre los sistemas electrónicos del automóvil, lo que garantiza un funcionamiento armonioso y eficiente.

La importancia de estos dispositivos radica en su capacidad para mejorar el rendimiento del vehículo, optimizar el consumo de combustible, reducir las emisiones contaminantes y proporcionar funcionalidades avanzadas, como sistemas de asistencia al conductor, conectividad y entretenimiento a bordo. Además, los microchips automovilísticos permiten el diagnóstico y la detección de fallos en los sistemas del vehículo, facilitando el proceso de mantenimiento y reparación.

En la tabla 2, el siguiente cuadro presenta una descripción resumida de los diferentes tipos de funcionamiento de los microchips en los autos. Cabe destacar que los microchips pueden tener capacidades adicionales y realizar múltiples funciones simultáneamente, dependiendo de las especificaciones y características del vehículo en particular.

Tabla 2*Tipo de Funcionamiento de los Microchips en Autos de Motor de Combustión*

Tipo de Funcionamiento	Descripción
Control del Motor	Gestiona la inyección de combustible, encendido y sincronización del motor para mejorar el rendimiento y la eficiencia.
Control de Transmisión	Controla los cambios de marcha y optimiza el rendimiento del sistema de transmisión.
Control de Frenos	Supervisa y controla el sistema de frenos, ajustando la distribución de la fuerza de frenado según las condiciones de conducción.
Control de Estabilidad	Gestiona sistemas como el control de tracción y estabilidad, ayudando a mantener el control del vehículo en situaciones desafiantes.
Control de Airbag	Monitorea sensores de impacto y despliega los airbags en caso de colisión.
Sistemas de Asistencia al Conductor	Proporciona funciones de asistencia al conductor, como el control de crucero adaptativo, asistencia de mantenimiento de carril y alerta de colisión.
Sistemas de Entretenimiento	Permite funciones de entretenimiento, como sistemas de navegación, reproducción de medios y conectividad con dispositivos móviles.
Diagnóstico y Monitoreo	Facilita el diagnóstico y monitoreo continuo del vehículo, registrando códigos de falla y datos de funcionamiento para el análisis y la detección de problemas.

Fuente: (Simone, 2019).

2.3.2 Tipos de Microchips

A continuación, se presenta una descripción exhaustiva de los distintos tipos de microchips utilizados en las ECU, su funcionamiento y su relevancia en el control y la gestión de los sistemas del vehículo. La información presentada se basa en fuentes bibliográficas confiables y pertinentes.

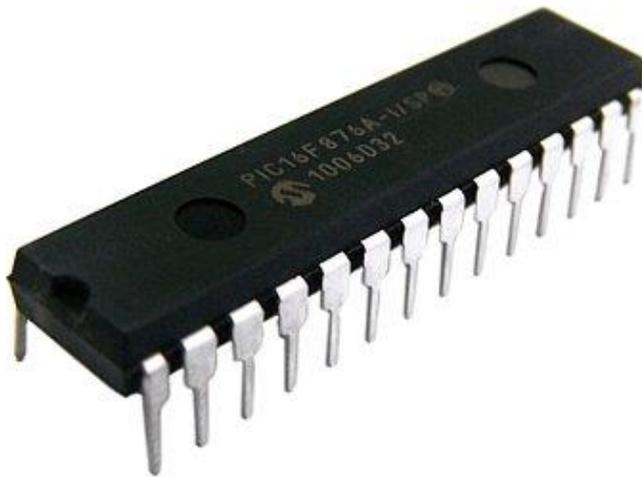
2.3.2.1 Microcontroladores

Los microcontroladores son una categoría común de microchips utilizados en las ECU. Estos dispositivos integrados combinan un procesador central, memoria, puertos de

entrada/salida y otros componentes en un solo chip. Ofrecen capacidad de procesamiento y control de alta velocidad, lo que les permite realizar tareas complejas, como el monitoreo y control de sensores, la ejecución de algoritmos de control y la comunicación con otros sistemas del vehículo. En la figura 11 se puede observar un microcontrolador.

Figura 11

Microcontrolador PIC16



Fuente: (Weste, 2019).

2.3.2.2 Procesadores de Señal Digital (DSP)

Los DSP son microchips diseñados específicamente para el procesamiento de señales en tiempo real. En la ECU como se puede ver en la figura 12.

Se utilizan para tareas de procesamiento de señales relacionadas con el control del motor, como el análisis de señales de los sensores y la generación de señales de salida para los actuadores.

Estos microchips ofrecen capacidades de procesamiento de alta velocidad y algoritmos optimizados para aplicaciones de control de motores.

Figura 12*DSP TMXE320*

Fuente: (Rabaey, 2019).

2.3.2.3 FPGA (Field-Programmable Gate Array)

Los FPGA son dispositivos lógicos programables que permiten la implementación de circuitos digitales personalizados en la ECU.

Se utilizan para funciones específicas que requieren un alto grado de personalización y flexibilidad, como la implementación de algoritmos de control adaptativo y la gestión de interfaces de comunicación con protocolos particulares.

Permiten una configuración y reconfiguración rápida y flexible de los circuitos lógicos, lo que los hace adecuados para aplicaciones especializadas en la ECU como se puede ver en la figura 13.

Figura 13*Altera Stratix IV*

Fuente: (Kang, 2018).

2.3.2.4 ASIC (Application-Specific Integrated Circuit)

Los ASIC son microchips diseñados específicamente para cumplir una función particular en una aplicación determinada.

En las ECU, los ASIC se utilizan para tareas altamente especializadas, como la generación de señales de alta tensión para la ignición del motor, la detección y protección contra sobre corriente, y la comunicación con sistemas de diagnóstico y servicio.

Los ASIC ofrecen un rendimiento optimizado y una integración de componentes personalizada para satisfacer los requisitos específicos de la ECU. A continuación, se puede ver en la figura 14 un ASIC TXC234.

Figura 14

ASIC TXC234



Fuente: (Warner, 2018).

2.3.3 Instalación de Microchip en ECU

Es importante destacar que la instalación de un microchip en la ECU requiere habilidades técnicas y conocimientos especializados en electrónica y sistemas de control automotriz. A continuación, se indica los pasos esenciales para la instalación.

Figura 15

ECU con Chip Cobra RTP Instalado



Fuente: (Ayres, 2019)

Los pasos para la instalación son:

- Preparación de la ECU

Antes de instalar un microchip en la ECU, es esencial realizar una adecuada preparación para asegurar un proceso de instalación exitoso. Esto incluye desconectar la alimentación eléctrica del vehículo y, en algunos casos, retirar la ECU del vehículo para facilitar el acceso a ella.

- Identificación de los Pines de Conexión

Una vez que la ECU está lista para la instalación, se deben identificar los pines de conexión relevantes en la placa de circuito impreso de la ECU. Estos pines son los puntos de conexión donde el microchip se conectará físicamente.

- Extracción del Microchip Existente (si corresponde)

En algunos casos, es posible que sea necesario extraer el microchip existente de la ECU antes de instalar uno nuevo. Esto se debe a que algunos vehículos pueden venir con microchips preinstalados que deben ser reemplazados por uno nuevo para realizar modificaciones o actualizaciones en la ECU.

- Soldadura o Conexión del Microchip

Una vez que los pines de conexión han sido identificados, el siguiente paso es soldar o conectar el microchip en la ECU. Esto implica utilizar herramientas y técnicas de soldadura adecuadas para asegurar una conexión eléctrica sólida y confiable entre el microchip y la placa de circuito impreso de la ECU.

- Verificación de la Conexión

Después de la instalación física del microchip, se debe verificar la conexión para asegurarse de que no haya problemas de conexión o soldadura defectuosa. Esto implica realizar pruebas de continuidad y medición de resistencia en los pines de conexión para confirmar que el microchip está correctamente conectado a la ECU.

- Programación del Microchip

Una vez que el microchip está correctamente instalado y conectado, se procede a la programación de este. Esto implica cargar el software o firmware correspondiente en el microchip para que pueda realizar las funciones y operaciones específicas requeridas para el vehículo en cuestión.

- Verificación de la Funcionalidad

Después de la programación, se realizan pruebas exhaustivas para verificar la funcionalidad del microchip instalado. Esto puede incluir pruebas de comunicación entre el microchip y otros componentes del vehículo, así como la verificación del correcto procesamiento de los datos y señales de control por parte del microchip en la ECU.

2.4 Dinamómetro Automotriz

El dinamómetro automotriz se enmarca en el contexto de la industria automotriz como una herramienta esencial para evaluar y medir el rendimiento de los motores de vehículos. Su función principal consiste en proporcionar información precisa y detallada sobre parámetros como la potencia, el par y otros aspectos relacionados con el rendimiento

del motor (Andrade, 2019).

En el ámbito del desarrollo de vehículos, el dinamómetro automotriz estático desempeña un papel fundamental durante el proceso de diseño y ajuste de motores. Permite a los fabricantes de automóviles, ingenieros y especialistas en motores realizar pruebas exhaustivas y repetibles en condiciones controladas. Esto facilita la identificación y solución de problemas, así como la optimización del rendimiento del motor de acuerdo con los estándares de emisiones y eficiencia establecidos. Así mismo, el dinamómetro automotriz se emplea en la investigación y desarrollo de tecnologías automotrices. Permite evaluar el desempeño de nuevos sistemas de propulsión, como motores eléctricos o de combustible alternativo, y compararlos con los motores de combustión interna convencionales. Esto contribuye a un mejor entendimiento de las ventajas y desafíos de cada tecnología (Carbo, 2016).

En el ámbito de la competición automovilística, los equipos de carreras utilizan el dinamómetro automotriz para optimizar el rendimiento de los motores. Mediante su uso, se logra una configuración precisa de los parámetros de rendimiento y se obtiene una ventaja competitiva en las pistas. Esto implica evaluar la capacidad de frenado, la respuesta y la eficiencia de los frenos en diferentes situaciones y condiciones. En la figura 16 se puede observar un tipo de dinamómetro de autos.

Figura 16

Dinamómetro para Autos



Fuente: (Wang, 2018).

Capítulo III

Proceso Instalación del Microchip

3.1. Características del Cobra RTP

Las características del Cobra RT, tiene diversas funcionalidades y beneficios en los autos como se muestra en la tabla 3, puede reprogramar los ajustes de la ECU original del vehículo para mejorar el rendimiento del motor. Esto incluye aumentar la potencia, el par motor y la respuesta del acelerador. En general, se busca obtener una mejora en el rendimiento y la entrega de potencia (Ferguson, 2016).

Tabla 3

Características del Cobra RTP

Características Cobra RTP	
Programación	Programación en tiempo real
Mensajería	Capacidad de enviar parámetros (registro de datos) a un teléfono inteligente / tableta a través de Bluetooth
Descarga	Posibilidad de descargar 2 firmware (mapa dual completo)
Entradas	Tres entradas analógicas 0-5V (AUX)
Batería	No necesita batería (memoria no volátil)
Compatibilidad	Compatible con OBD0, OBD1. Compatible con caja USDM, EDM y JDM
Placa	Diseño de placa simplificado (SRAM eliminada) gracias a un MCU STM32 (180 MHz) más potente y moderno
Tamaño	Tamaño reducido en 5 mm
Tablero o base	Fijador de tablero vertical agregado

Fuente: (Ayres, 2019).

Como todas las versiones de Cobra RTP, esta versión también permite sintonizar en "Tiempo Real" como nos indica la tabla 3 en mensajería, que sigue siendo un aspecto muy importante en la sintonización con el dispositivo del cliente.

Las pequeñas dimensiones y la ubicación le permiten crear una "ECU deportiva" con un conjunto inagotable de funciones y capacidades para la exigencia del cliente. Tiene una implementación de RTP + Datalog para un mayor desempeño.

Se puede personalizar los ajustes según las preferencias individuales del propietario del vehículo. Esto puede incluir configuraciones específicas para el uso en carretera, competición u otras aplicaciones especializadas. A continuación, en la figura 17 se puede apreciar el microchip Cobra RTP.

Figura 17

Microchip Cobra RTP en un Módulo de Control



3.1.1. Partes del Cobra RTP para la Instalación

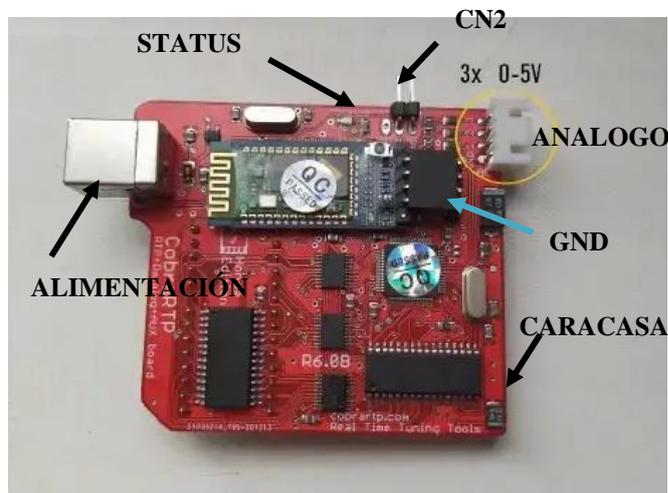
El Cobra RTP (Remote Tuning Platform) es un dispositivo diseñado para facilitar la programación y ajuste remoto de vehículos. Conectándose al puerto de diagnóstico del automóvil como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4*Características de Conexión del Cobra RTP para la Instalación*

Parte	Descripción
Tensión de alimentación	5 V ($\pm 10\%$)
Corriente de alimentación	220 mA
Tiempo de acceso a la memoria	4 μ A
Dimensiones	60 ns
Peso	90 x 64 mm

(Ayres, 2019)

Es importante tener en cuenta que las características exactas del Cobra RTP pueden variar según la versión y el fabricante del dispositivo. Para obtener información más detallada sobre el funcionamiento y las especificaciones del Cobra RTP se puede obtener información en sus manuales publicados en la web y es totalmente gratis, ya que cierto tiempo aparecen nuevas actualizaciones de chips. Se puede observar en la figura 18 sus componentes.

Figura 18*Partes del Cobra RTP*

Fuente: (Ayres, 2019).

3.1.2. Especificaciones Técnicas del Chip Cobra RTP

Las especificaciones técnicas del chip se presentan:

- **Compatibilidad de vehículos:** El Cobra RTP es compatible con una amplia gama de vehículos, incluyendo automóviles, camionetas y vehículos todo terreno. Sin embargo, la compatibilidad específica puede variar según el modelo y el año del vehículo.
- **Comunicación:** El Cobra RTP utiliza el puerto de diagnóstico del vehículo, generalmente un conector OBD2A, para establecer la comunicación bidireccional con el sistema electrónico del vehículo. Esto permite la programación y el ajuste remoto de diversos parámetros del vehículo.
- **Funciones de programación y ajuste:** El Cobra RTP ofrece diversas funciones de programación o ajuste para optimizar el rendimiento y las características del vehículo. Algunas de las funciones comunes incluyen:
 - **Ajuste de la mezcla de combustible:** Permite modificar los parámetros relacionados con la inyección de combustible para optimizar el consumo de combustible y el rendimiento del motor.
 - **Ajuste del encendido:** Permite modificar los parámetros relacionados con el momento de encendido para mejorar la potencia y la eficiencia del motor.
 - **Ajuste de la transmisión:** Permite modificar los parámetros de cambio de marchas y otras características relacionadas con la transmisión para adaptarse a las preferencias del conductor.
 - **Ajuste del control de tracción:** Permite modificar los parámetros relacionados con el control de tracción para mejorar la tracción y la estabilidad del vehículo en diferentes condiciones de conducción.
 - **Ajuste de los sensores y actuadores:** Permite calibrar y ajustar los sensores y actuadores del vehículo para garantizar su correcto funcionamiento.

- Interfaz de usuario: El Cobra RTP cuenta con una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar que permite la navegación por los menús y la selección de opciones de manera sencilla. Puede tener una pantalla integrada y botones de control para facilitar la interacción con el dispositivo.
- Conectividad: El Cobra RTP puede contar con diferentes opciones de conectividad, como puertos USB, conectividad inalámbrica o puertos de red, para facilitar la conexión con dispositivos externos, como computadoras o redes inalámbricas, para la transferencia de datos y la actualización del firmware.
- Actualizaciones de software: El Cobra RTP puede admitir actualizaciones de software, lo que permite mantener el dispositivo actualizado con las últimas características y mejoras. Estas actualizaciones se pueden realizar mediante la conexión con una computadora o mediante la conexión inalámbrica.
- Seguridad: El Cobra RTP puede contar con medidas de seguridad integradas para proteger la integridad de los datos y prevenir el acceso no autorizado. Esto puede incluir cifrado de datos y protección contra manipulaciones no autorizadas (Ayres, 2019).

3.2. Características del Vehículo de Prueba

El Honda Civic gasolina 1997 es un automóvil que presenta una serie de características técnicas distintivas.

Es un vehículo compacto con un motor de gasolina. Este modelo en particular cuenta con un motor de cuatro cilindros y una cilindrada de 1600cc. La transmisión estándar es una manual de cinco velocidades, aunque también puede haber opciones automáticas disponibles.

En términos de rendimiento, destaca por su eficiencia de combustible, ofreciendo un consumo moderado tanto en ciudad como en carretera. El sistema de suspensión proporciona una conducción suave y cómoda, mientras que la dirección es precisa y

sensible, facilitando las maniobras.

El diseño exterior del automotor presenta líneas aerodinámicas y un aspecto moderno para su época. El habitáculo, aunque compacto, ofrece suficiente espacio para los ocupantes, con asientos cómodos y ajustables.

Es un automóvil compacto con un motor de gasolina eficiente y un rendimiento sólido como se muestra en la tabla 5.

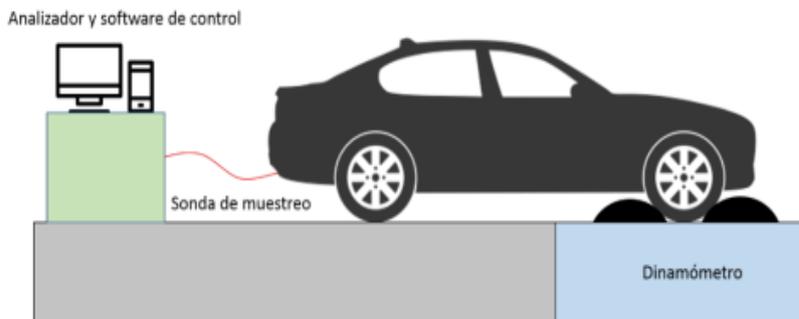
Tabla 5

Características del Honda Civic

Características	Descripción
Marca	Honda
Modelo	Civic
Combustible	Gasolina
Año Modelo	1997
Potencia	106 Hp
Torque	140 Nm
Compresión	9.2:1
Cilindros	4 cilindros

3.3. Proceso de Montaje en el Dinamómetro

Para verificar el estado inicial del automóvil se procedió a realizar una serie de pruebas en el dinamómetro en las cuales se tenía que seguir el siguiente procedimiento que se detalla en la figura 19 a continuación:

Figura 19*Banco Dinamométrico*

Fuente: (Ayres, 2019).

El primer paso fue conectar el equipo interfaz al sistema eléctrico (computador, cables) con el controlador al dinámometro para luego realizar el bloqueo de los rodillos y proceder a subir el vehículo. como se muestra en la figura 19 y 20.

Se debe realizar una inspección previa para que no exista inconvenientes con los rodillos o las cintas de seguridad al momento de realizar las pruebas en el automotor.

Figura 20*Dinámometro*

Una vez montado el vehículo en el banco de pruebas se procede a encenderlo y poner en marcha para luego acelerarlo de esta manera se consigue verificar el estado inicial del motor.

Al final además de conocer los valores de torque y potencia máximos y sus respectivas revoluciones del motor donde se obtienen y se observa las gráficas resultantes.

3.4 Obtención de la Potencia y Torque con la ECU Original

Con la prueba realizada se obtuvieron los siguientes datos de torque y potencia en las ruedas del vehículo.

En el dinamómetro, el vehículo es llevado a sus máximas revoluciones con 3910(rpm) acelerando a fondo, permitiendo recorrer toda la curva de potencia desde marcha mínima hasta el punto donde el fabricante anuncia la máxima potencia disponible.

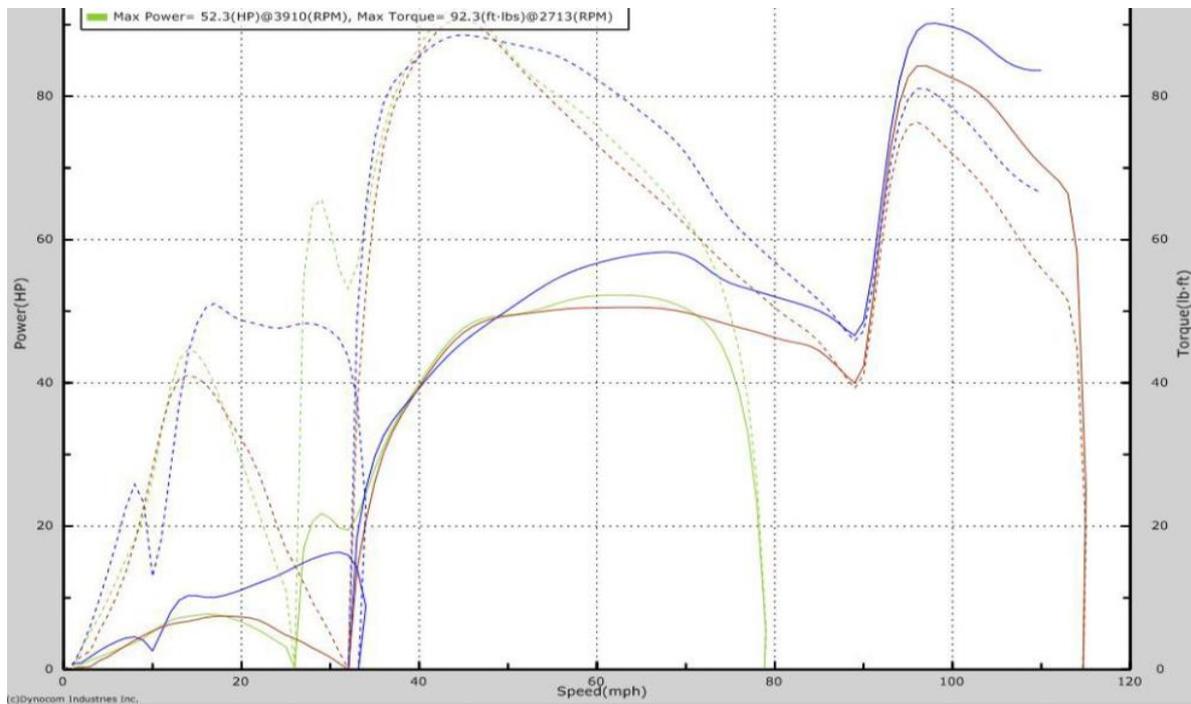
La potencia y torque en la ECU (Módulo de Control del Motor) muestra la relación entre la potencia que es de 52,3 hp y el torque del motor que tiene 92,3 Nm en función de las revoluciones por minuto (RPM) del motor.

La curva como se muestra la potencia del motor varía a medida que las RPM aumentan o disminuyen. Generalmente, la potencia aumenta a medida que las RPM aumentan, alcanzando un punto máximo en el rango de RPM óptimo del motor, también conocido como "punto de potencia máxima".

También se muestra la curva de torque que varía con las revoluciones del motor. Por lo general, el torque es mayor a RPM más bajas y disminuye a medida que las RPM aumentan. Sin embargo, la curva de torque puede variar dependiendo del diseño y características del motor.

Figura 21

Curva de Torque y Potencia con ECU Original



3.4. Implementación del Chip Cobra RTP en la ECU del Vehículo

La implementación del chip Cobra RTP (Remote Tuning Platform) implica la instalación y configuración del dispositivo en un vehículo específico. El proceso generalmente incluye los siguientes pasos:

Paso 1: primero se quita la cubierta superior de la ECU, ahí se verá todos los componentes internos que lleva la ECU P28. Como se muestra en la figura 22.

Figura 22

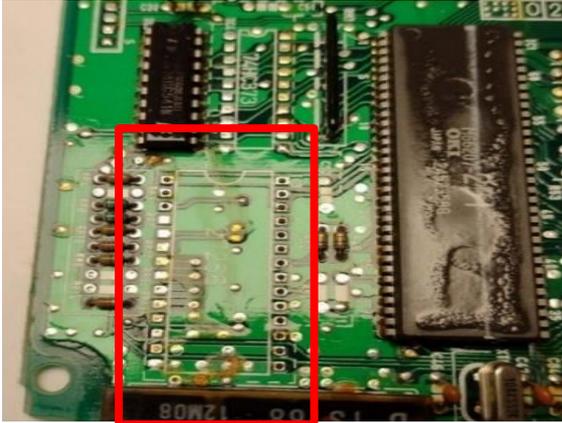
ECU P28



Paso 2: se localiza la ranura donde va a ser instalado el chip Cobra RTP. Como se muestra a continuación en la figura 23.

Figura 23

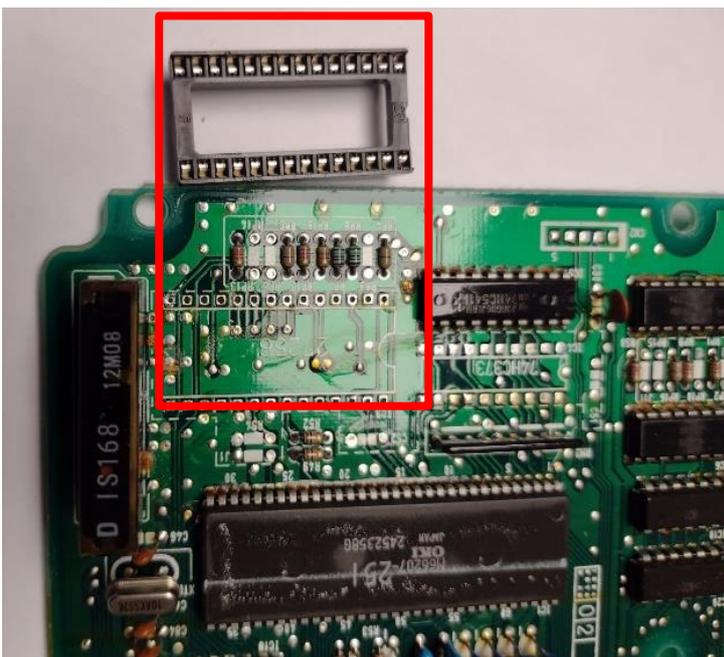
Ranura para Instalación de Chip Cobra RTP



Paso 3: una vez localizada la ranura donde va ubicado el chip se procede a limpiar la zona y con un soldador cautín se calienta los agujeros donde se aloja dicho chip. Como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Porta Chip y Ranura de Chip



Paso 4: Se debe soldar de manera apropiada el llamado porta chip donde se alojan los terminales del chip Cobra RTP, Como se observa a continuación en la figura 25.

Figura 25

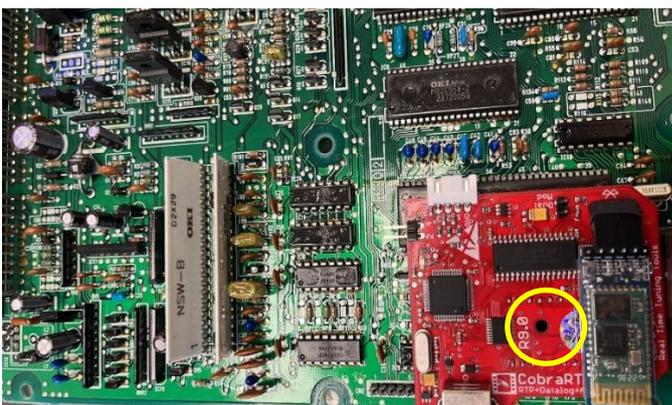
ECU P28 con Porta Chip Instalado



Paso 5: una vez soldado el porta chip se procede a ubicar el chip Cobra RTP y se lo asegura con un tornillo que viene en el mismo chip. Esto se visualiza en la figura 26, el circulo de contorno amarillo.

Figura 26

ECU P28 con Chip Cobra RTP Instalado



Paso 6: Una vez que se ha completado la instalación del chip Cobra RTP en el vehículo, es importante asegurarse de cerrar adecuadamente la ECU con su respectiva tapa. Para proteger el interior del dispositivo y los componentes electrónicos de posibles daños

externos, como el polvo, la humedad o impactos físicos. Se observa en la figura 27.

Figura 27

ECU P28 Finalizada Instalación de Chip Cobra RTP



3.5. Adaptación de la Nueva ECU

La adaptación de la nueva ECU denominada P28 varía en su conector, ya que se va a trabajar con el sistema OBD1 y por ello va a tener cambios en su cableado como se muestra en la figura 28.

Es por esto que se va a utilizar un convertidor de OBD2A a OBD1. Este va conectado al harnes del vehículo hacia la ECU.

Figura 28

Adaptación ECU OBD2A a OBD1



Tabla 6**Conversión OBD2A a OBD1**

OBD2A			OBD1	
A1	Amarillo	Inyector 4	A2	Inyector 4
A2	Azul	Inyector 3	A5	Inyector 3
A3	Azul	Inyector 2	A3	Inyector 2
A4	Café	Inyector 1	A1	Inyector 1
A5	Negro/Blanco	Control secundario del Calentador de O2		-
A6	Negro/Blanco	Control primario del Calentador de O2		-
A7	?	EGR Control de Solenoide		-
A8	Verde/Amarillo	Solenoide VTEC	A4	Solenoide VTEC
A9	Café/Negro	Base Lógica		-
A10	Negro	Energía Eléctrica		-
A11	Amarillo/Negro	Fuente de Alimentación	A25/B1	Entrada de Alimentación
A12	Negro/Azul	Válvula de Control de Aire de Ralentí	A9	Válvula de Control de Aire de Ralentí
A13	Naranja	Lado Negativo de IACV		-
A14	Negro/Azul	Lado Positivo de IACV		-
A15	Rojo	Solenoide de Purga EVAP		-
A16	Verde/Amarillo	Relé de la Bomba de Combustible	A15	Relé de la Bomba de Combustible
A17	Negro/Rojo	Controlador del Aire Acondicionado	B5	Controlador del Aire Acondicionado

De acuerdo a la tabla se puede apreciar cómo se utiliza un convertidor de OBD2A a OBD1 para facilitar la conexión entre el arnés del vehículo y la nueva ECU. El convertidor actúa como un puente entre los cables y conectores de diferentes estándares (OBD2A y OBD1) para asegurar una comunicación adecuada entre los componentes.

El convertidor se instala físicamente entre el arnés del vehículo y la ECU P28. Se conecta al conector OBD2A del vehículo en un extremo y al conector OBD1 de la ECU P28 en el otro. Esta configuración facilita la comunicación efectiva entre los cables y pines del arnés del vehículo y la P28.

3.6. Programación de la ECU Cobra RTP con el Vehículo

La programación de la ECU es un proceso especialmente para ajustar y configurar los parámetros de funcionamiento del motor, esto se lo realiza para sacar el máximo rendimiento del motor. A continuación, se describen los pasos por seguir para la programación:

- Montaje del vehículo en el dinamómetro
- Colocación de Cintas de Seguridad al vehículo en el dinamómetro
- Programa de Honda tuning suite
- Conexión cable USB de la laptop hacia la entrada del Microchip Cobra RTP
- Calibración de válvula IAC
- Activación y calibración de launch control o control de largada
- Medidor Analógico Wideband
- Calibración del sensor TPS
- Calibración de datos de la ECU
- Programación de la ECU Cobra RTP en el banco de pruebas
- Configuración final de la ECU

A continuación, se presenta el detalle de cada paso para programar la ECU

- *Paso 1:* Montaje del vehículo en el dinamómetro para empezar con su programación. Como se muestra en la figura 29.

Figura 29*Montaje del Vehículo en el Dinamómetro*

- *Paso 2:* Con la ayuda de cintas de seguridad se lo amarra al vehículo para evitar altercados y para seguridad del programador y de los presentes. Como se muestra en la figura 30.

Figura 30*Colocación de Cintas de Seguridad al Vehículo en el Dinamómetro*

- *Paso 3:* Se procede a descargar en una laptop el programa Honda Tuning Suite (<https://hondatuningsuite.com/download/>), esta es la herramienta que nos ayudara durante el procedimiento de programacion del vehiculo. Como se muestra en la figura 31.

Figura 31

Programa De Honda Tuning Suite



Fuente: (Ayres, 2019).

- *Paso 4:* Se debe conectar el cable USB de la laptop hacia la entrada del microchip Cobra RTP. Como se muestra en la figura 32.

Figura 32

Conexión Cable USB de la Laptop hacia la Entrada del Microchip Cobra RTP.



- *Paso 5:* Se instaló el wideband para medir la relación de aire-combustible, es importante instalar este sensor porque ayuda a incrementar el rendimiento del motor y nos informa si la mezcla está rica o pobre para así realizar sin problemas la programación de la ECU, su instalación se realiza en el múltiple de escape o header.

Como se muestra en la Figura 33-34

Figura 33

Medidor Analógico Wideband

**Figura 34**

Sensor Wideband



- *Paso 6:* Una vez que se conectó correctamente el programa con el microchip de la ECU se empieza con el mapeo o la programación, se procede a calibrar el TPS para conocer que la aleta de aceleración se está abriendo en su 100%. Como se ve en la figura 35 al 37.

Figura 35

Calibración de Válvula IAC

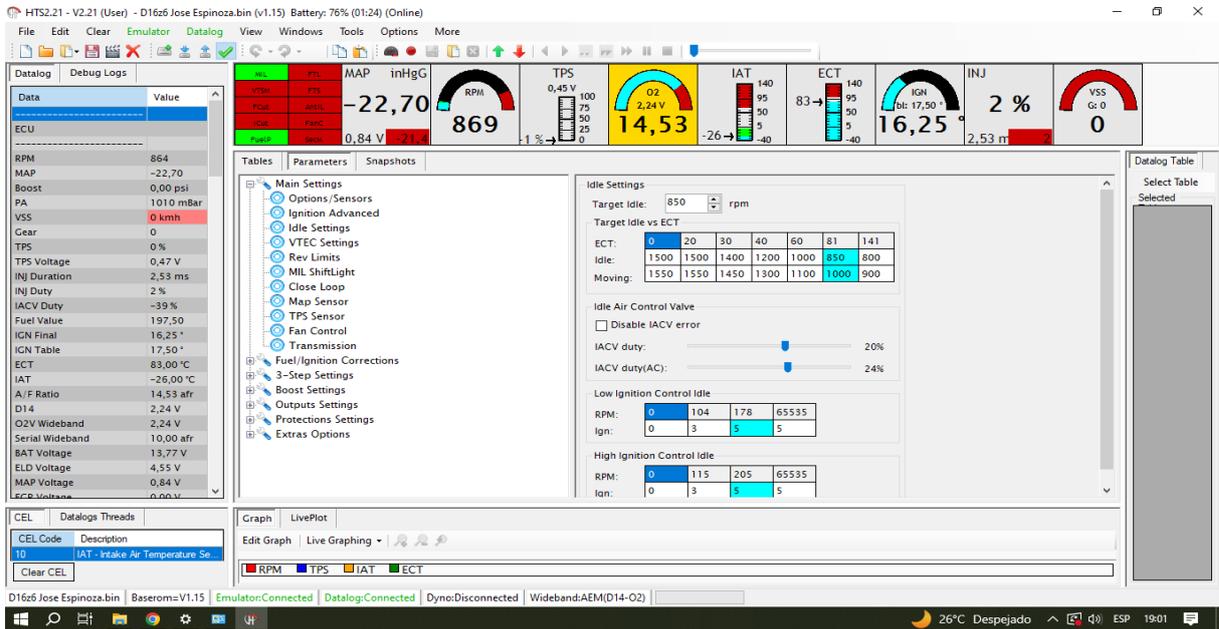


Figura 36

Activación y Calibración de Launch Control o Control de Largada

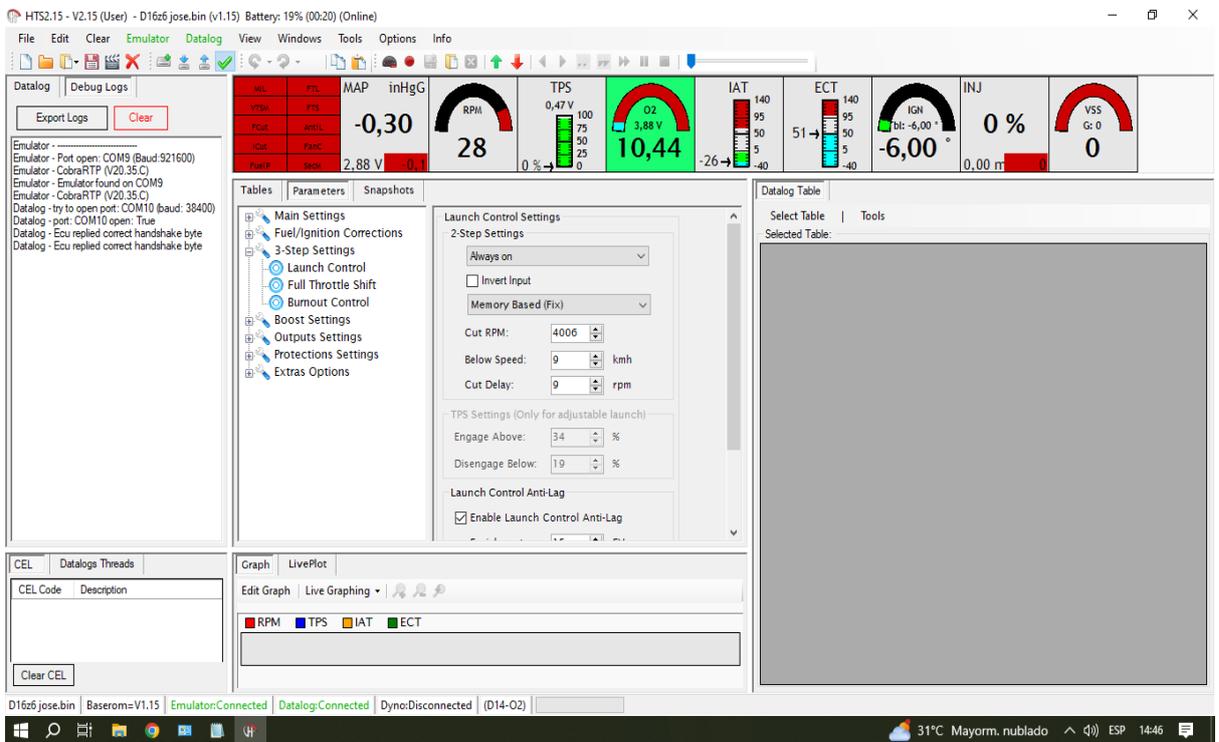
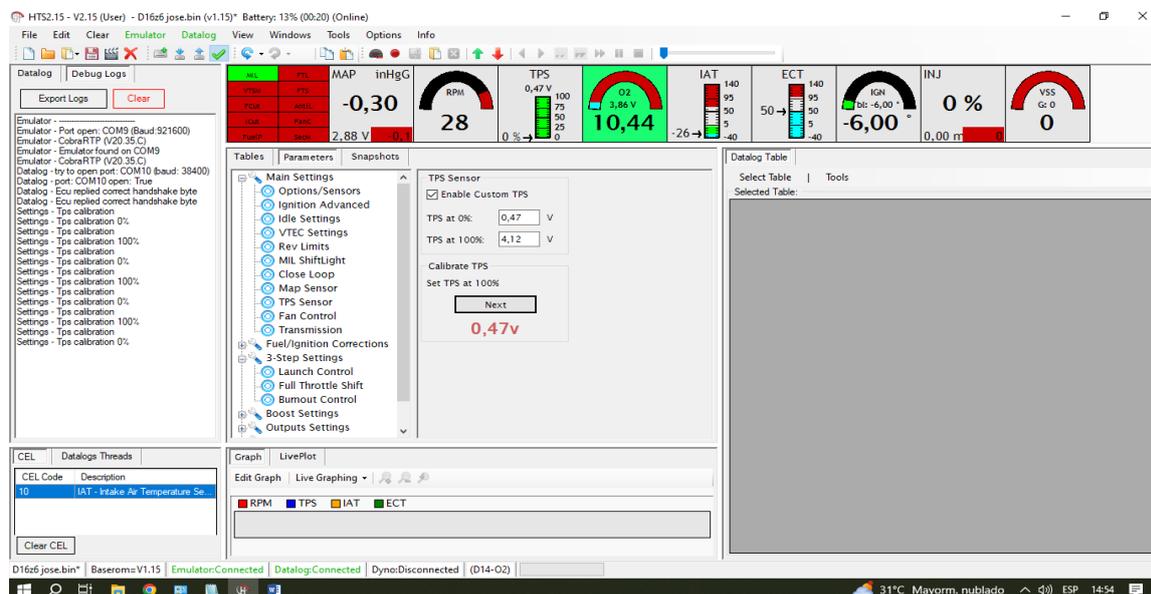


Figura 37

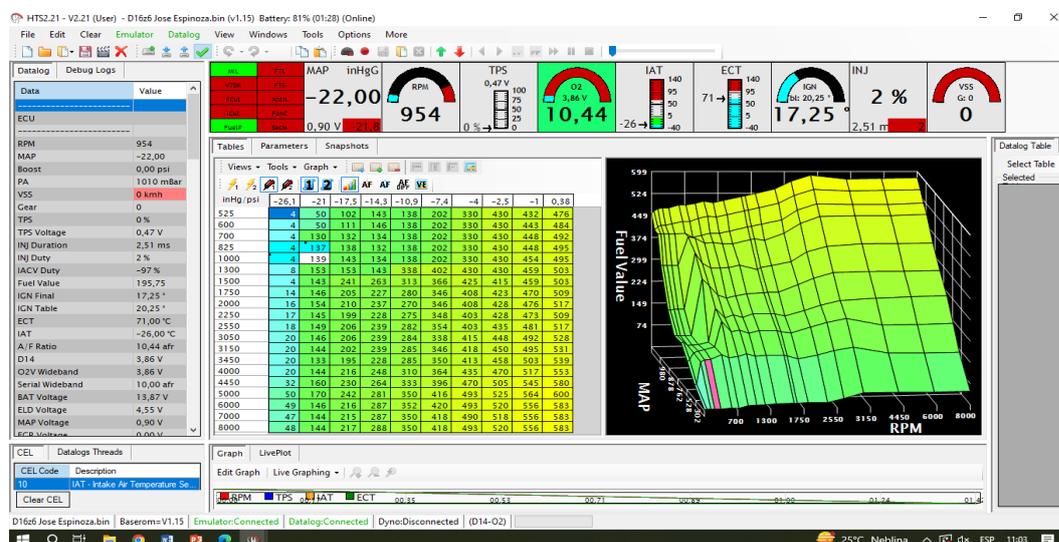
Calibración del Sensor TPS



- Paso 7: En este punto se enciende el vehículo y inicia con la verificación de datos de combustible como se puede observar en la siguiente figura 38, se empieza a variar los datos de pulverización de combustible para poder llegar al punto que el motor del vehículo este con su mezcla estequiometrica bien calibrado.

Figura 38

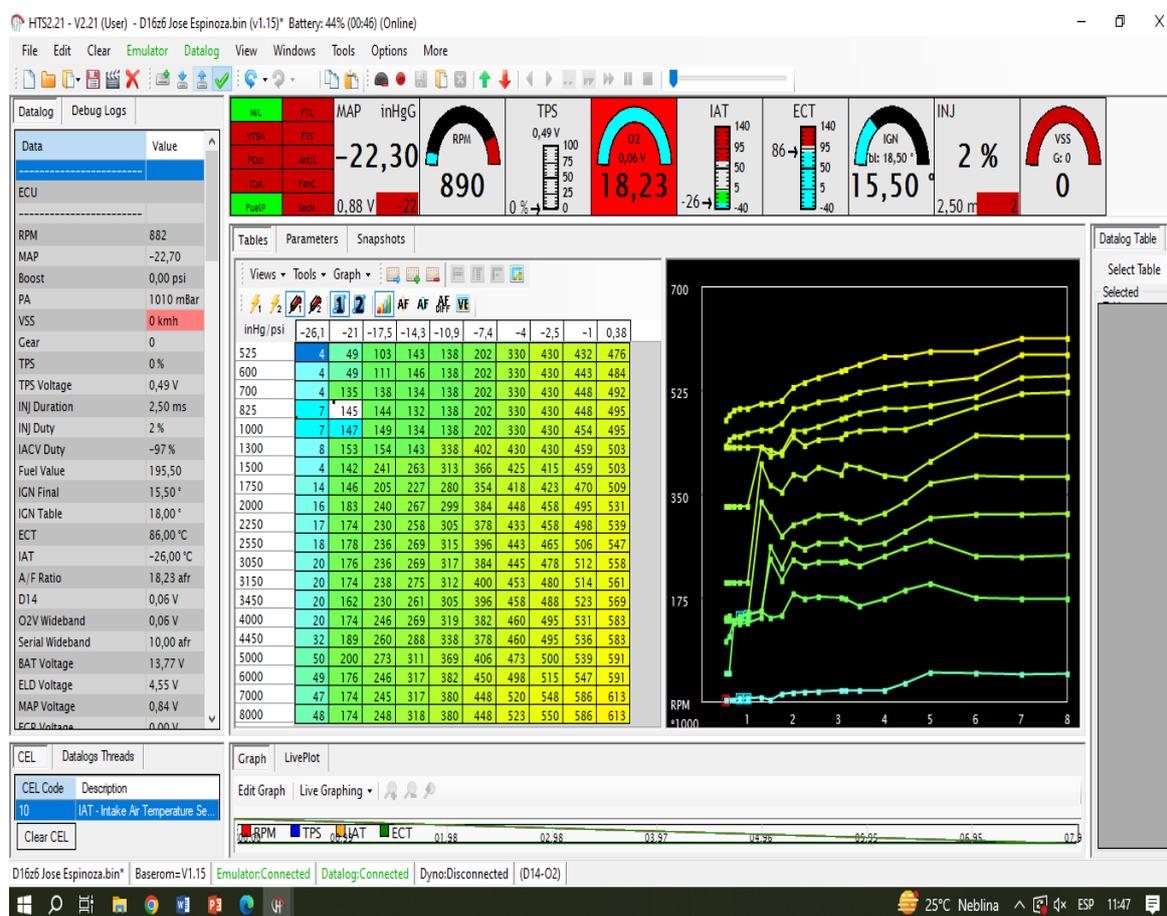
Calibración de Datos de la ECU



- *Paso 8:* Con la ayuda del dinamometro se facilitara la programacion del vehiculo, ya que permitira acelerar el motor para revisar que la mezcla estequiometrica vaya conforme a las revoluciones del motor. Este paso es importante debido que si no hay una buena programacion de la ECU del vehiculo el mismo empezara a fallar.
- La programación de la ECU Cobra RTP en el dinamometro permite realizar ajustes precisos en los mapas de inyección y encendido, así como en otros parámetros clave, para garantizar un funcionamiento óptimo del motor en todas las condiciones de conducción. Esto contribuye a mejorar el rendimiento del vehículo, la respuesta del acelerador y la potencia.

Figura 39

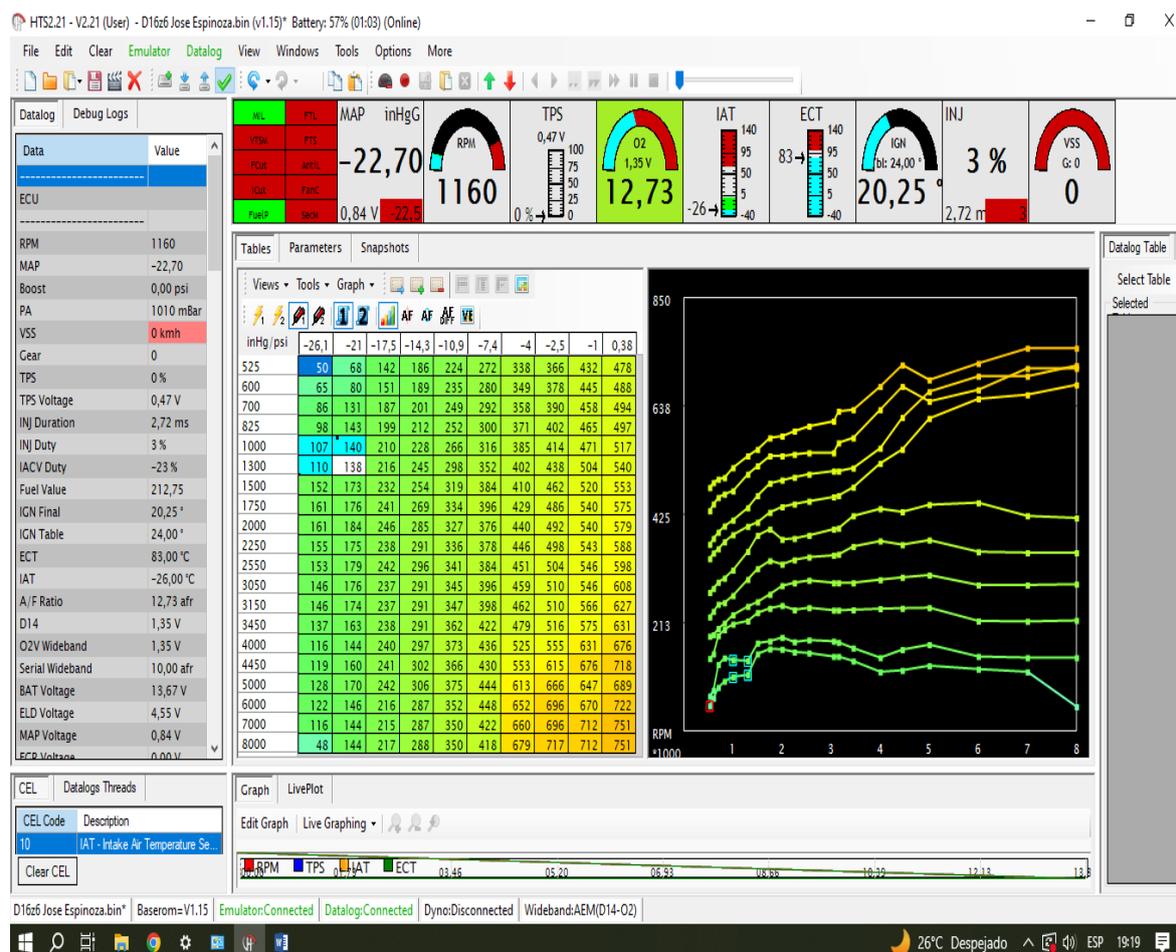
Programación de la ECU Cobra RTP en el Banco de Pruebas



Paso 9: Una vez terminada la programación y que el vehículo este en optimas condiciones se procede a guardar los datos del mapeo que se creo.

Figura 40

Configuración Final de la ECU



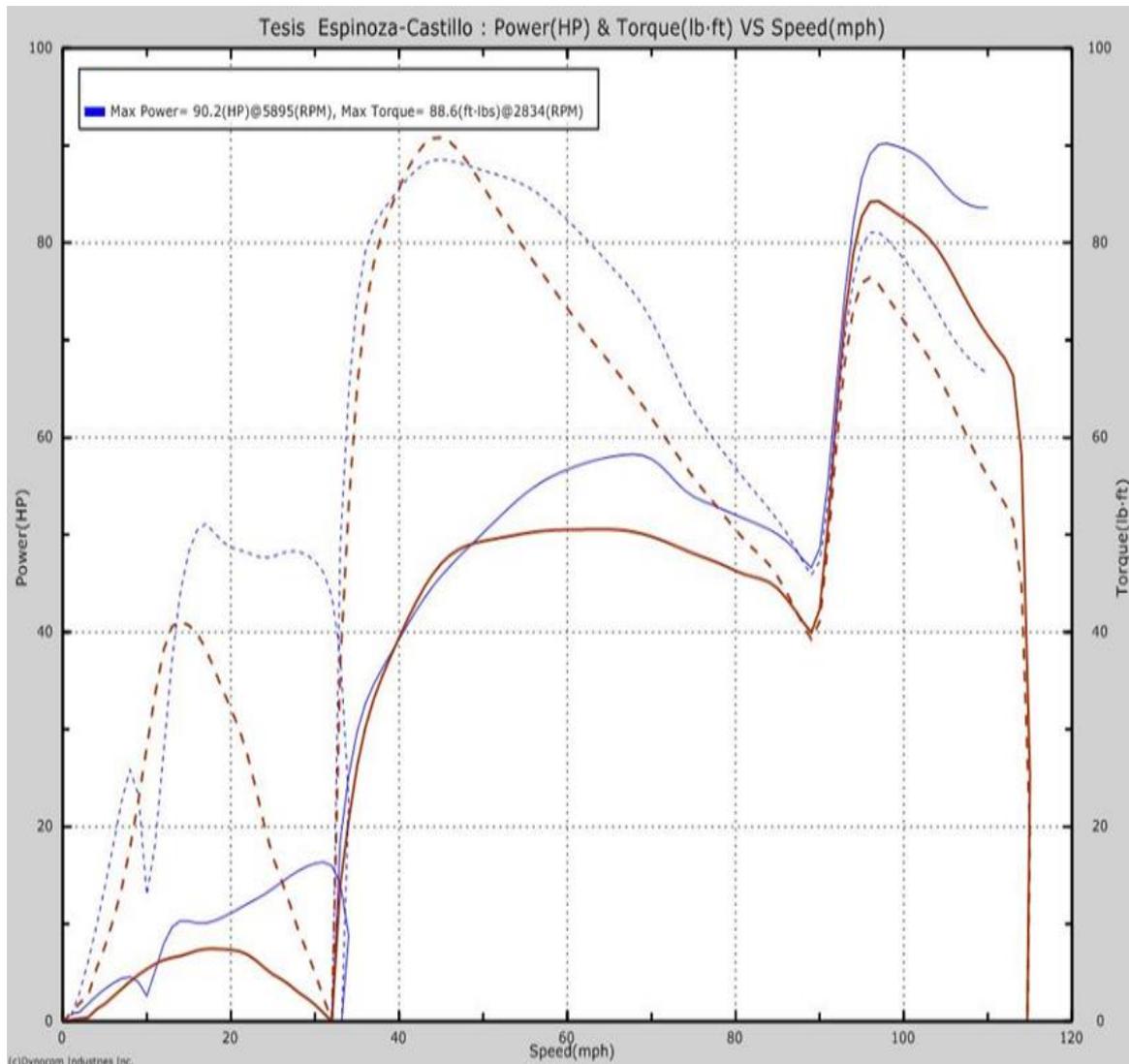
3.7. Obtención de la Potencia y Torque con la Nueva ECU

Con la prueba realizada, se registraron mediciones precisas de potencia y torque. Estas mediciones se recopilaron en una amplia gama de cargas y RPM, generando una curva de torque detallada y reveladora.

En la figura 42 se observa el desempeño del motor en la curva de torque y potencia. Los datos obtenidos son 90.2 hp de potencia y el torque del motor que tiene 88.6 Nm, representando gráficamente la relación entre torque y velocidad de giro.

Figura 41

Curva de Torque y Potencia Con ECU Instalado el Cobra RTP



El proceso de calibración implicó ajustes precisos en parámetros esenciales, incluyendo el avance del encendido, la duración de la inyección de combustible y otros factores determinantes. Los datos en tiempo real del dinamómetro dirigen estos ajustes, buscando alcanzar una curva de torque más prominente y eficiente, con aumentos significativos en la potencia general del vehículo.

Es importante destacar que este proceso técnico avanzado se requirió un profundo conocimiento de la mecánica del motor, la teoría de la afinación y la programación de ECU.

Capítulo IV

Análisis de Resultados

4.1. Análisis de Datos con la ECU Original

En el ámbito del análisis de datos con la ECU original, se observa en la tabla 7 una diferencia entre los valores proporcionados de fábrica y los resultados obtenidos a través de pruebas en un dinamómetro. En la primera entrada, la cifra de potencia nominal de fábrica se establece en 106 caballos de fuerza (hp) al motor, mientras que el dinamómetro registra una cifra de 52.3 hp a las ruedas.

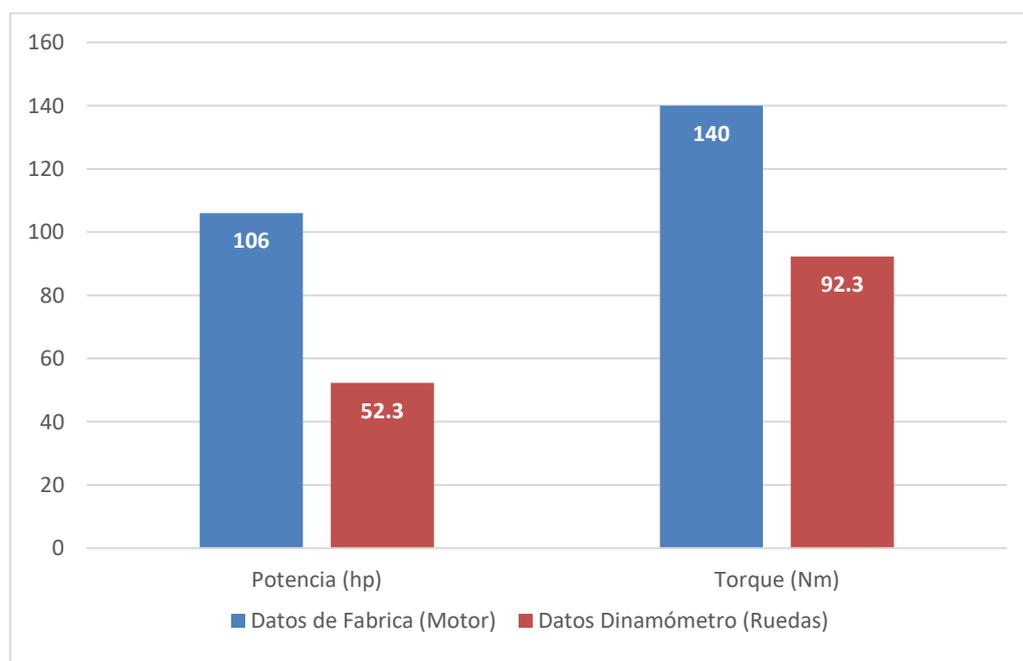
Tabla 7

Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Original

N	Datos de Fábrica (Motor)	Datos Dinamómetro (Ruedas)
1	106 hp	52.3 hp
2	140 Nm	92.3 Nm

Figura 42

Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Original



Esta disparidad da como resultado una diferencia de 53.7 Hp, indicando un marcado desajuste entre las estimaciones teóricas y el rendimiento real del motor. En la segunda entrada, la especificación de torque designada por el fabricante es de 140 (Nm), contrastando con los 92.3 Nm documentados en el dinamómetro.

Estas considerables divergencias entre los valores de fábrica y los del dinamómetro señalan la necesidad de una evaluación exhaustiva de la calibración de la ECU, así como la viabilidad de realizar ajustes en la afinación para lograr una correspondencia más precisa entre las estimaciones teóricas y el desempeño empírico del motor.

4.2. Análisis de Datos con la ECU Modificada

En el ámbito del análisis de datos con la ECU modificada, se puede apreciar en la tabla 8 un análisis técnico detallado de la variación entre los valores de fábrica y las mediciones realizadas en un dinamómetro.

En la primera entrada, la potencia nominal de fábrica se establece en 106 caballos de fuerza al motor (hp).

Sin embargo, al someter el motor a pruebas en el dinamómetro, se registra un aumento en la potencia a 90.2 hp a las ruedas, lo que refleja una mejora notable de 37.9 Hp comparación con los valores originales.

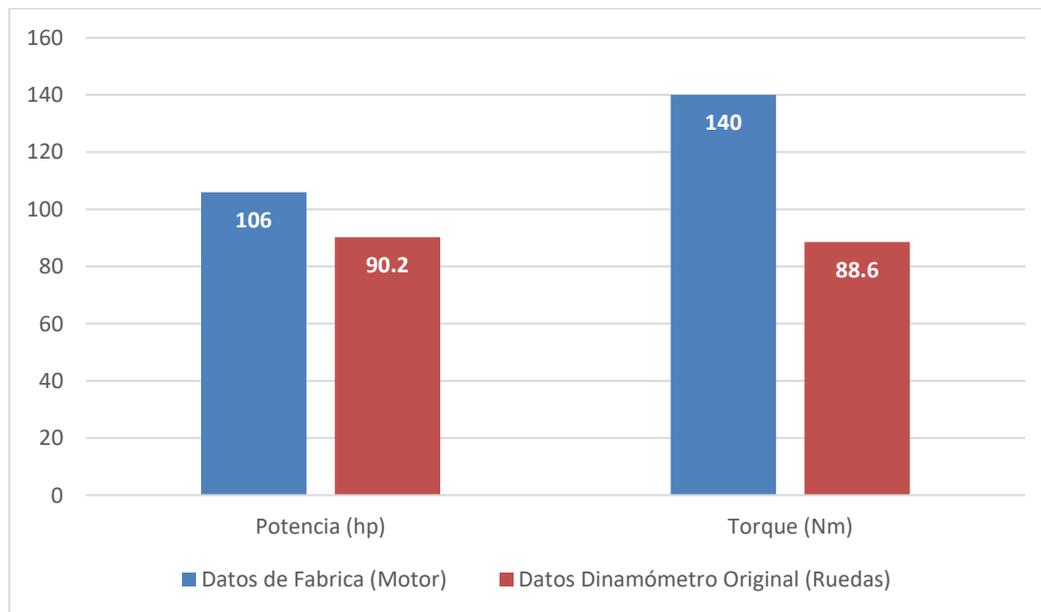
Tabla 8

Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Modificada

N	Datos de Fabrica (Motor)	Datos Dinamómetro (Ruedas)
1	106 hp	90.2 hp
2	140 Nm	88.6 Nm

Figura 43

Comparación de los Análisis de Datos con la ECU Modificada



En la segunda entrada, la especificación de torque de fábrica es de 140 Nm al motor.

Al llevar a cabo las mediciones en el dinamómetro, se obtiene un valor de 88.6 Nm a las ruedas, lo que representa una reducción del 51.4 Nm en relación con los datos del motor y las ruedas.

Este cambio sugiere que las modificaciones en la ECU pueden haber influenciado la respuesta del motor en términos de torque, aunque la disminución también puede ser un resultado de las adaptaciones realizadas para mejorar la potencia.

4.3. Análisis de Datos ECU Original vs Modificada

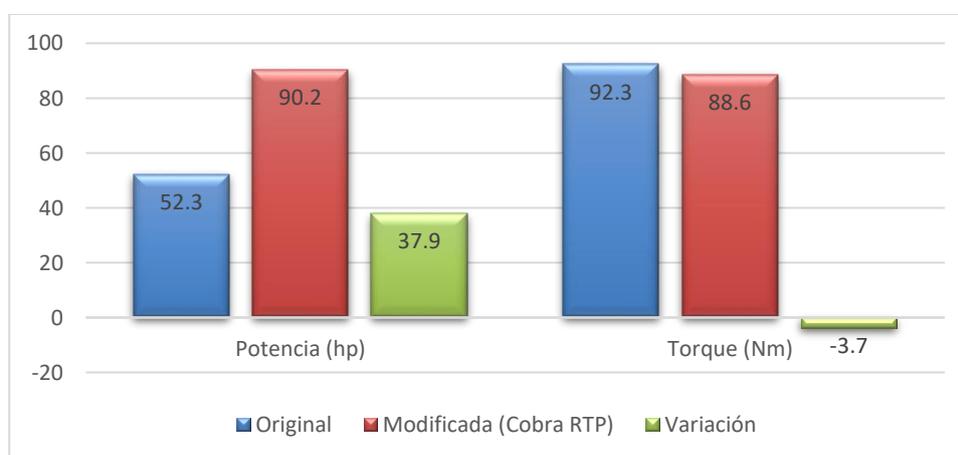
El análisis comparativo entre los datos originales y modificados que se visualiza en la tabla 9, proporciona una perspectiva técnica detallada sobre la evolución de la potencia y el torque del motor. En la primera entrada, se presenta una potencia nominal de fábrica de 52.3 caballos de fuerza (hp).

Tabla 9*Comparación de Análisis de Datos Original vs Modificada*

N	Original	Modificada	Variación
1	52.3 hp	90.2 hp	37.9 hp (Aumento)
2	92.3 Nm	88.6 Nm	3.7 Nm (Disminuyo)

Figura 44

Comparación de Análisis de Datos Original vs Modificada



Al ser sometida a mediciones en condiciones originales, la potencia es 52.3 hp a las ruedas, por lo que sugiere que la configuración original puede no estar completamente optimizada para alcanzar el máximo rendimiento.

Por otro lado, la condición modificada muestra una potencia aumentada a 90.2 hp a las ruedas, lo que representa un incremento del 37.9 hp en relación con la configuración original. En cuanto al torque, la especificación original se mide un valor de 92.3 Nm a las ruedas.

Al realizar las modificaciones, el torque se establece en 88.6 Nm, lo que representa una disminución de 3.7 Nm. Estas diferencias señalan cómo las modificaciones que influyen en la respuesta del motor a niveles específicos.

Conclusiones

La indagación realizada ha mostrado una variedad de microchips utilizados en la modificación de sistemas de control electrónico de motores, y se han identificado las características clave de cada uno. Esta comprensión detallada de las opciones disponibles ha permitido tomar decisiones informadas en cuanto a la selección de microchips automotrices para la implementación en el módulo de control electrónico del motor en estudio. La exploración minuciosa de los diversos microchips disponibles ha sido esencial para alcanzar los objetivos trazados en esta investigación, y ha proporcionado una base sólida para la aplicación exitosa del Microchip Cobra RTP en la modificación del mapeo original en el módulo de control electrónico del motor, con potencial para mejorar el rendimiento y la eficiencia del vehículo.

Se concluye para el proceso de instalación del microchip en un módulo de control electrónico va a depender de varios procesos adicionales tanto en la instalación extracción o adaptación del chip original para luego ubicar el chip cobra RTP en la computadora del auto, estos procesos son muy rigurosos ya que se trata de la adaptación de un microchip.

Al variar por medio de un software el mapeo original del vehículo se lo debe realizar con el auto en movimiento, estas pruebas se las hacen en un dinamómetro automotriz.

Los resultados obtenidos de las pruebas han revelado cambios significativos en el rendimiento del motor después de la modificación del mapeo. Se han observado mejoras en áreas clave como la potencia del motor que paso de 52.3 Hp a 90.2 Hp debido al aumento de inyección que se realiza por la reprogramación que se hace en el mapeo, dando como resultado una mayor fuerza de explosión en los pistones. También se evidencio que el torque tuvo una disminución no considerable de pasar de 92,3 Nm a 88,6 Nm, esto se podría haber dado debido a que al tener mayor velocidad en el pistón se genere un corte de torque después de la potencia máxima generando una mínima variación con la original.

Recomendaciones

La investigación actual ha demostrado que esta etapa de indagación y selección es fundamental para el éxito de la implementación de mejoras en el rendimiento del motor. Además, la exploración minuciosa y la elección apropiada del Microchip Cobra RTP han sido esenciales para lograr los objetivos de la presente investigación. Por lo tanto, se recomienda que los profesionales y entusiastas de la ingeniería automotriz consideren este enfoque metodológico al planificar y ejecutar proyectos similares, con el fin de maximizar los resultados y beneficios en términos de optimización y eficiencia del rendimiento del motor.

Se sugiere que los profesionales y entusiastas del campo de la ingeniería automotriz consideren la metodología y el enfoque riguroso empleado en esta investigación al abordar proyectos similares de modificación de sistemas de control electrónico en motores. La dedicación y atención meticulosa a los detalles técnicos.

Se recomienda que los fabricantes de vehículos y empresas del sector automotriz consideren la posibilidad de incorporar tecnologías de modificación de mapeo, como el microchip Cobra RTP, como una opción para mejorar y optimizar los vehículos desde la etapa de diseño y producción. Estos resultados demuestran que la implementación de esta tecnología puede tener un impacto positivo medible en el rendimiento y la eficiencia de los motores. Esta recomendación se basa en resultados tangibles y cuantificables, lo que brinda una base sólida para la toma de decisiones informadas y estratégicas en el ámbito de la ingeniería automotriz.

Bibliografía

- Andrade. (2019). Principles of CMOS VLSI Design: A Systems Perspective.
- Arias. (2019). *Manual de Automóviles 56ª Edición, Edit.*
- Ayres. (2019). Partes Cobra RTP.
- Carbo. (2016). Investigación en microchip aplicados al sector industrial.
- Clarker. (2019). *A Mathematical Model for Combustion in Internal Combustion Engines. SAE Technical Paper 2006-01-1158.*
- Dante. (2017). Motores Endotérmicos 3ª Edición, Edit.
- Edward. (2018). "Internal Combustion Engines and Air Pollution." .
- Ferguson. (2016). *Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences.* Wiley.
- Freich. (2017). "Manual de Reparación Automotriz: Automóviles de pasajeros".
- Gallardo. (2016). "Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine." .
Pearson.
- Ganesan. (2017). "Internal Combustion Engines." . *McGraw-Hill Education.*
- Gill. (2017). *Fundamentals of Automotive Electronics.* . SAE International.
- Guillespie. (2020). "Fundamentals of Vehicle Dynamics." . *Society of Automotive Engineers.*
- Heldt. (2017). "Internal Combustion Engines: Performance, Fuel Economy, and Emissions." .
- Herrtwich. (2019). "Automotive Systems Engineering II." .
- Heywood. (2015). *Internal Combustion Engine Fundamentals.* McGraw-Hill.
- Igor. (2017). "Control of Diesel Engine Emissions." .
- Kang. (2018). CMOS Digital Integrated Circuits: Analysis and Design.
- Klaus. (2018). "Combustion Engines: An Introduction to Their Design, Performance, and Selection." .

- Lee. (2019). *"Design and Implementation of High-Speed Memory Chips for Engine Control Units in Internal Combustion Vehicles."* Journal of Electrical Engineering and Technology.
- Liam. (2017). Enfoque en tesis.
- Maione. (2018). "Automotive Embedded Systems Handbook."
- Martin. (2018). "Automotive Mechatronics: Operational and Practical Issues." .
- Martinez. (2023). Dinamómetro en Honda Civic 1997.
- Nolan. (2016). "Automotive Engine Performance." .
- Noroña, M. V., & Gómez, M. F. (2019). *Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil: una revisión. Enfoque UTE, 10(1), 117-127.*
- Oberg. (2017). "Engine Blueprinting: Practical Methods for Racing and Rebuilding."
- Pulkrabek. (2017). *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Pearson.
- Pundir. (2018). "Automotive Fuels and Fuel Systems."
- Peñañiel Candelario, Jean Paúl. (2017). *Diseño de manual para el diagnóstico por imágenes de circuitos electrónicos automotrices a través del software "FADOS". Facultad de Mecánica Automotriz. Uide. Guayaquil. 74p.*
- Rabaey. (2019). *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective.*
- Rezek. (2017). "Automotive Computer Codes: Electronic Engine Management Systems." .
- Richard. (2019). "Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives." *Springer.*
- Rodrigo. (2018). Investigación Experimental.
- Rodriguez. (2016). *"Performance Analysis of Memory Chips in Automotive ECUs for Combustion Engines."* . Proceedings of the International Conference on Automotive

Technology.

Ryan. (2019). "Automotive Engine Performance.". *Delmar Cengage Learning*.

Santini. (2019). "Engine Control Systems: Architecture and Algorithms.".

Simone. (2019). "Internal Combustion Engine: Performance, Fuel Economy, and Emissions." .

Smith. (2021). "*Advancements in ECU Memory Chip Technology for Internal Combustion Engines.*". International Journal of Automotive Engineering.

Stone. (2019). *Introduction to Internal Combustion Engines*. Macmillan International Higher Education.

Taylor. (2018). *The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice: Thermodynamics, Fluid Flow, Performance*. MIT Press.

Wang. (2018). *International Journal of Automotive Engineering and Technologies*.

Warner. (2018). "*Design and Implementation of an Engine Control Unit Based on FPGA.*". International Journal of Automotive Engineering and Technologies.

Watson. (2019). *Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences.*". *McGraw-Hill* .

Weste. (2019). *Principles of CMOS VLSI Design*.