

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Ingeniería Mecánica Automotriz

Tema: Influencia del CHIP NITRO OBD2 en el torque y potencia de un vehículo Chevrolet

D-MAX 3.0 año 2009

Nota del autor

Edwin Mauricio Jarrin Charro, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad
Internacional SEK.

Director Ing. Edilberto Antonio Llanes Cedeño, PhD.

Cualquier correspondencia concerniente a este trabajo puede dirigirse a:

emjarrin.aut@uisek.edu.ec

Quito, 15 de septiembre de 2022

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, EDWIN MAURICIO JARRIN CHARRO, con cédula de identidad # 1004018238 declaro bajo juramento que el trabajo desarrollado a continuación es de autoría propia, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA

1004018238

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“INFLUENCIA DEL CHIP NITRO OBD2 EN EL TORQUE Y POTENCIA DE UN
VEHÍCULO CHEVROLET D-MAX 3.0 AÑO 2009”**

Realizado por:

EDWIN MAURICIO JARRIN CHARRO

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

ha sido dirigido por el profesor

EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.



FIRMA

PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes

Después de revisar el trabajo presentado,
Lo han calificado como apto para su defensa oral ante
El tribunal examinador

Firma

Ing. Eli Benjamín Falcon Cárdenas

Firma

Ing. Wilson Fabián Ayala Vega

Quito, septiembre de 2022

Resumen

El control digital de potencia y torque es muy común encontrarlos a la vuelta de la esquina, porque facilita el ajuste adecuado de un sistema mecánico en dependencia de cada modelo vehicular, sin necesidad de fabricar distintos mecanismos como se hacía en la década anterior. El nitro OBD2 destaca entre la lista de dispositivos potenciadores de autos, debido a su bajo coste y fácil implementación, sin necesidad de conocimientos avanzados, esto motivó su elección para ser evaluado, mediante tres mediciones del torque y potencia con un dinamómetro automotriz, con chip y sin chip. La comparativa de resultados se realizó en base a los valores que fueron observados del monitor del sistema de medición que muestra las variaciones en tiempo real de las magnitudes a evaluar. El chip si muestra señales de encendido, como también de comunicación con la ECU, pero no corrobora su funcionamiento como tal, en comparación con los datos teóricos que el fabricante promete; al evaluar estas observaciones, se decide indagar métodos auxiliares como lo es la ingeniería inversa, para observar la arquitectura interna del dispositivo e intuir posibles causas de su deficiente desempeño. Finalmente, se dedujo que el CHIP NITRO OBD2 es fácil de conseguir a buen precio; sin embargo, no cumple con las expectativas ofrecidas por el fabricante, así como también su análisis interno es inviable, debido a la carencia de nomenclaturas en elementos que conforman el circuito electrónico del dispositivo, como normalmente debería ser en tarjetas fabricadas bajo los correctos estándares técnicos regulados.

Palabras claves: Monitoreo de vehículos, Diagnóstico a bordo, OBD, OBDII, DTC, Código de diagnóstico de problemas, Notificación de fallas. torque, potencia, rendimiento.

Abstract

The digital control of power and torque is very common to find around the corner, because it facilitates the proper adjustment of a mechanical system depending on each vehicle model, without the need to manufacture different mechanisms as was done in the previous decade. The Nitro OBD2 stands out among the list of car booster devices, due to its low cost and easy implementation, without the need for advanced knowledge, this motivated its choice to be evaluated, through three measurements of torque and power with an automotive dynamometer, with chip and no chips. The comparison of results was made based on the values that were observed from the monitor of the measurement system that shows the variations in real time of the magnitudes to be evaluated. The chip does show ignition signals, as well as communication with the ECU, but it does not corroborate its operation as such, compared to the theoretical data that the manufacturer promises; When evaluating these observations, it is decided to investigate auxiliary methods such as reverse engineering, to observe the internal architecture of the device and intuit possible causes of its poor performance. Finally, it was deduced that the NITRO OBD2 CHIP is easy to get at a good price; however, it does not meet the expectations provided by the manufacturer, as well as its internal analysis is unfeasible due to the lack of nomenclatures in elements that make up the electronic circuit of the device, as it should normally be in cards manufactured under the correct regulated technical standards.

Keywords: Vehicle Monitoring, On-Board Diagnostics, OBD, OBDII, DTC, Diagnostic Trouble Code, Fault Notification. torque, power, performance

Índice

Resumen.....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	12
Estado del arte.....	15
Método.....	26
Resultados y discusión.....	39
Conclusiones.....	46
Recomendaciones.....	47
Bibliografía.....	48
Anexos.....	51

Lista de figuras

Figura 1: Arquitectura Básica de los Sistemas ECU	15
Figura 2: Puerto OBD2 del Vehículo	18
Figura 3: Periféricos de un Puerto OBD2	19
Figura 4: Funcionamiento del CAN BUS	20
Figura 5: Componentes principales de una ECU	21
Figura 6: Inyector a gasolina.....	23
Figura 7: Diagrama de la planificación del proyecto.....	26
Figura 8: Ubicación del puerto OBD2 en el vehículo.....	27
Figura 9: Conexión del NITRO OBD2 en su puerto	28
Figura 10: Montaje del vehículo en el dinamómetro	29
Figura 11: Inmovilización del vehículo mediante ganchos metálicos en su parte delantera	30
Figura 12: Inmovilización del vehículo mediante ganchos metálicos en su parte trasera	30
Figura 13: Dinamómetro Autodyn 30.....	31
Figura 14: Paso previo a la realización de la primera prueba	32
Figura 15: Monitor donde se registran los valores de potencia y rendimiento del vehículo	32
Figura 16: Cuadro de relación entre el motor y la caja por velocidades.....	33
Figura 17 Prueba uno con chip Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3750 RPM	34
Figura 18 Prueba dos con chip Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3755 RPM	34

Figura 19 Prueba tres con chip Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3750 RPM	35
Figura 20: Prueba uno sin chip Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3750 RPM	37
Figura 21: Prueba dos sin chip Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3755 RPM	37
Figura 22: Prueba tres sin chip Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3747 RPM	38
Figura 23: Diagrama esquemático del OBD2	42
Figura 24: Dispositivo potenciador desmantelado.....	42
Figura 25: Configuración de la placa de circuito para monitorear el CAN BUS	43
Figura 26: Chip NITRO OBD2 desmontado	44
Figura 27: Chip NITRO OBD2 con microcontrolador PIC16F59.....	45

Lista de tablas

Tabla 1: <i>Atributos que el Nitro OBD2 ofrece en el mercado</i>	26
Tabla 2: <i>Datos técnicos Auto Dyn 30</i>	31
Tabla 3: <i>Valores de Torque Obtenidos en las Pruebas con el Dinamómetro.</i>	39
Tabla 4: <i>Valores de Potencia Obtenidos con el Dinamómetro.</i>	40
Tabla 5: <i>Valores de Torque Estimados por el Fabricante +25%.</i>	40
Tabla 6: <i>Valores de Potencia Estimados por el Fabricante +35 %.</i>	41

Anexos

Anexo A. Opciones de dispositivos potenciadores.....	51
Anexo B. Diagrama esquemático del OBD2	53
Anexo C. Osciloscopio usado para observaciones en el BUS CAN del vehículo	54
Anexo D. Grafica CAN LOW obtenida con osciloscopio.....	54
Anexo E. Grafica CAN HIGH obtenida con osciloscopio	55
Anexo F. Ficha técnica del Osciloscopio.....	55
Anexo G. Ficha técnica Chevrolet LUV D-MAX	56
Anexo H. Hoja técnica del microchip PIC16F/LF1824/1828	57

Introducción

Antecedentes

Hace tres décadas, no existían los métodos de control para potencia de forma circuitada, a medida que estos se hacían más complejos, la electrónica se sumó a su auge para customizarlos, pero a costos elevados con tecnologías poco accesibles, esto impulsó al desarrollo de dispositivos con configuraciones precargadas que se comunicaran con el vehículo a través de un puerto OBD2.

El OBD2, no solo permite la lectura de errores del vehículo, también presenta la capacidad de escribir los archivos en la centralita del vehículo haciendo uso de los sistemas de reprogramación de las ECU, para modificar los parámetros de configuración de acuerdo con lo requerido por el coche (Moreno, 2021).

Los sistemas de *tuning* permiten llevar a cabo la modificación de las configuraciones de la centralita para que el coche mejore su rendimiento y controle su potencia según la adaptación personalizada que requiera su usuario. Los más comunes son: dispositivos chip de potencia, escáner automotriz, reprogramadores de centralitas, adaptadores por cable o bluetooth ELM327 con software para PC o app para celular (Coronel, 2020).

Un método accesible para personas con teléfonos inteligentes es usar dispositivos adaptadores, estos comunican la ECU del vehículo con la tecnología procesadora externa, sobre un teléfono o PC. Esta es la forma como trabaja el ELM327.

ELM327 tiene un módulo de comunicación serial rs232 que permite realizar la comunicación con el OBD2 del vehículo, transfiriendo bytes de información que sirve de comunicación entre este dispositivo y la ECU (Arévalo, 2016)

Cuando la centralita, no es lo suficientemente apta para soportar actualizaciones y sobre escritura de algoritmos, existen opciones como MegaSquirt, que son unidades de control programables lo suficientemente asequibles para la posibilidad de controlar motores de 2 o 4 tiempos, de 1 hasta 12 cilindros. Permiten el funcionamiento en una amplia gama de encendido por chispa, independientemente del tipo de admisión (natural o sobrealimentado) (Dumitru, 2016).

En las casas comerciales de vehículos suelen tener un flash point (Scanner), que sirven para modificar y cambiar los parámetros de RPM, el consumo de combustible y el rendimiento del motor. Existen varios tipos de scanners compatibles con motores a gasolina, motivo por el cual el scanner de la serie Launch X431 pro es uno de los que cumple con los estándares necesarios para la investigación.

Este scanner de última generación es capaz de diagnosticar todos los sistemas electrónicos presentes en los vehículos, motor, transmisión, inyección, cubriendo todas las marcas de fabricantes de vehículos a gasolina incluyendo a los vehículos chinos que han ingresado al Ecuador dando como resultado un excelente asistente de diagnóstico para toda clase de vehículos, inclusive vehículos pesados. (Aguilar, 2016)

Problema:

¿Cómo incide en el Torque y potencia la instalación de un CHIP NITRO OBD2 en una camioneta D-Max?

Objetivo general

Evaluar la incidencia del CHIP NITRO OBD2 en el Torque y Potencia de un vehículo Chevrolet D-MAX año 2009, por medio de ensayos en el dinamómetro Autoyn 30, para su recomendación en vehículos a gasolina.

Objetivos específicos

- Seleccionar el CHIP NITRO OBD2, mediante el análisis de las características que sus modelos proponen en el mercado, para su correcto uso en un vehículo Chevrolet DIMAX año 2009.

- Determinar un método de ensayo en el CHIP NITRO OBD2, por medio de consulta bibliográfica, para la realización de mediciones de torque y potencia de un vehículo Chevrolet DIMAX año 2009.
- Realizar el ensayo con y sin el chip de prueba, por medio del uso del dinamómetro automotriz para la obtención de los datos de torque- potencia y su posterior comparativo.

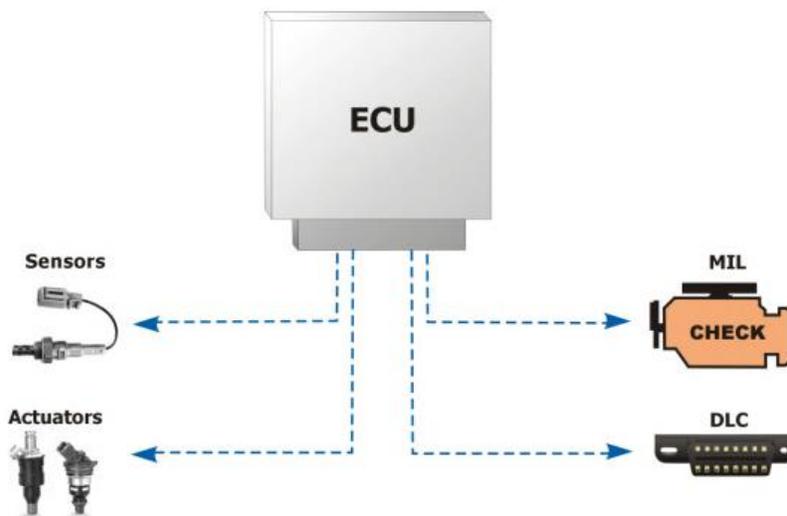
Estado del arte

Un sistema OBD básico consta de una ECU (unidad de control electrónico), que utiliza la entrada de varios sensores (por ejemplo, sensores de oxígeno) para controlar los actuadores (por ejemplo, inyectores de combustible) para obtener el rendimiento deseado. La luz "Check Engine", también conocida como MIL (luz indicadora de mal funcionamiento), proporciona una advertencia temprana de mal funcionamiento al propietario del vehículo. Un vehículo moderno puede admitir cientos de parámetros, a los que se puede acceder a través del DLC (conector de enlace de diagnóstico) mediante un dispositivo llamado herramienta de escaneo (OBD, 2021).

Tal y como se observa en la Figura 1, se puede apreciar la estructura básica de una ECU

Figura 1:

Arquitectura Básica de los Sistemas ECU



Nota. Reproducida de Gráfico de la estructura de una ECU, de OBD Solutions,2021

(<https://www.obdsol.com/knowledgebase/on-board-diagnostics/what-is-obd/>)

El sistema muestra y registra anomalías, que el operador puede identificar a través del uso de diversos instrumentos. Un vehículo moderno puede admitir cientos de parámetros, a los que se puede acceder a través del DLC (conector de enlace de diagnóstico) utilizando herramientas de escaneo, conocidas popularmente como escáneres (Santos, 2016).

Típicamente, las ECU se basan en microcontroladores programables de 8 a 32 bits, con pocos megabytes de memoria, operando entre 32 y 100 MHz. A pesar de la baja frecuencia de operación, en comparación con los ordenadores personales, estos controladores son capaces de procesar en tiempo real, desde funciones simples, como la señalización de apertura de una puerta, hasta el control de sistemas críticos como los de frenado y tracción. Para esto hay algunos requerimientos, como: soporte para la conversión de señales analógicas y digitales, generación de señales, temporizadores, entrada y salida serial y paralela, tolerancia a fallos y bajo tiempo de contestar (Santos, 2016).

Protocolos del OBD2

Cada protocolo de comunicación tiene características específicas (tiempo de respuesta, ancho de banda, redundancia, detección de errores, arquitectura de red y software de programación), y es normal encontrar más de un bus instalado en un vehículo. Así, los autores afirman que en 1994 la Sociedad de Ingenieros Automotrices de Estados Unidos (Sociedad de Ingenieros Automotrices - SAE) definió una clasificación para los protocolos de comunicación automotriz. Esta clasificación se basa en la velocidad de transmisión de datos y la función que se distribuyen por la red. (Alvear, 2015)

El conector OBD2 proporciona cinco protocolos automotrices, son:

- a) SAE J1850 PWM: tiene una tasa de transferencia de 41,6 kbps utiliza 2 pines de conector OBD2 y su tamaño de mensaje es de 12 bytes; estándar utilizado por Ford Motors
- b) SAE J1850 VPW: tiene un solo cable de conexión, por lo que se considera de bajo costo. Tasa de transferencia de 10,4 kbps y tamaño para mensajes de 12 bytes utilizado por General Motors - GM -, con el nombre de GM Clase 2;
- c) ISO 1941-2: la comunicación es Asincrónica Universal / Asincrónica Receptor / Transmisor (UART), velocidad en baudios de 10,4 kbps y mensaje de 5 a 11 bytes, protocolo utilizado por Crysler, fabricantes europeos y asiáticos.
- d) ISO 14230: popularmente llamada Keyword 2000 (KW2000), es solo un enlace de diagnóstico y no se puede utilizar para transmitir mensajes. Fue ampliamente utilizado incluso antes del OBD2 por fabricantes como Bosch, Opel y otros fabricantes europeos, que presionaron a los organismos reguladores para que hicieran viable el uso de este enlace. Su lanzamiento tuvo lugar en la década de 1990 y solo fue aprobado por tener el protocolo y los requisitos de hardware casi idénticos a ISO 1941-2. Este protocolo tiene una velocidad entre 1.2 y 10.4 kbps y sus mensajes pueden contener hasta 255 bytes;
- e) ISO 15765: más conocida como Controller Area Network (CAN), fue desarrollada por Bosch, su comunicación es serial y su velocidad es de 500 kbps. La norma ISO 15765-4 determina los requisitos para la aplicación OBD (Bastos, 2012).

Conexiones del protocolo

La sigla OBD (en idioma inglés *On-Board Diagnostic*) es el nombre de un sistema de autodiagnóstico disponible en la mayoría de los vehículos automotores actualmente. La conexión a este sistema se realiza a través de un conector estandarizado que fue establecido como obligatorio en Europa y en los Estados Unidos para todos los vehículos producidos a partir de 1996, y, en Brasil, a partir de 2010 con el estándar de segunda generación llamado OBD2. Esta medida tiene la meta de indagar las emisiones de gases contaminantes en el aire, dado que algunos países tienen

acuerdos mundiales en que se comprometen con la preservación del ambiente, como es el protocolo de Kyoto. Habitualmente, el conector OBD se encuentra ubicado en la parte inferior izquierda del panel del conductor (Santos, 2016). En la Figura 2 se muestra la conexión al OBD2 del vehículo.

Figura 2:

Puerto OBD2 del Vehículo



Nota. Reproducida de Gráfico del puerto OBD2, de Mundoautomotriz,2021

(<https://www.mundoautomotriz.tech/obd2/nitro-obd2/>)

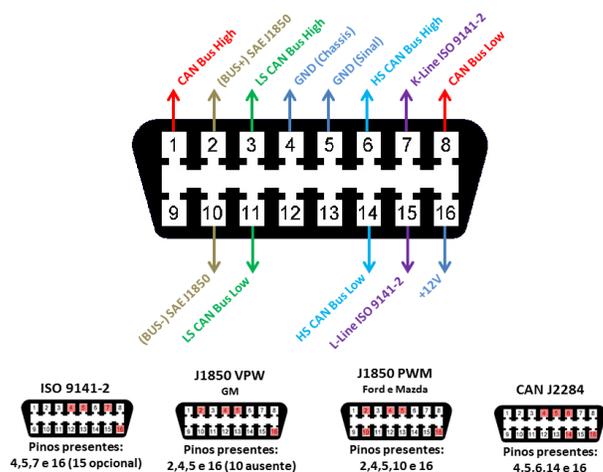
También según el mismo autor los sistemas OBD tienen dos versiones: OBD1 y OBD2. La primera fue desarrollada en la década de los años 80 y definía un grupo de estándares de comunicación entre los módulos de control electrónico de los vehículos y las herramientas de diagnóstico. Sin embargo, cada fabricante utilizaba sus propios conectores y códigos de error (*Diagnostic Trouble Codes o DTC*). “Desde 1996, los vehículos fabricados en los Estados Unidos y Europa pasaron a salir de fábrica equipados con el sistema OBD2 estandarizado con el conector J1962" (SAE, 1992) y también los protocolos soportados. Con este avance, se necesitó un único dispositivo para obtener datos de diagnóstico de vehículos de diferentes marcas (Santos, 2016)

Pines del conector OBD2

El primordial objetivo del sistema OBD2, ya no era el principio de pase o no pase de sensores como la reproducción anterior que solo se conformaba con advertir que exista una falla en el sistema, este por lo contrario fue diseñado para, la preservación medio ambiental mediante el control de emisiones las cuales tienen desde aquel entonces una prueba dada por el gobierno denominada FTP (*Federal Test Procedure*), instituido por la EPA (*Environmental Protection Agency*), la cual es una prueba que se la realiza en dinámómetros o meramente en carretera gracias al sistema de diagnóstico a bordo, esta tiene un parámetro el cual no debe ser superior a $1\frac{1}{2}\%$ de la prueba. Otra de las ventajas de este sistema es el rápido diagnóstico, gracias a los múltiples puntos de estandarización, los cuales han sido de gran ayuda tanto para los técnicos como para los propietarios, ya que se necesita menos tiempo que el vehículo esté en el taller de servicio. (Marín, 2017)

Figura 3:

Periféricos de un Puerto OBD2



Nota. Reproducida de Gráfico pines del puerto OBD2, de Extralink, 2021

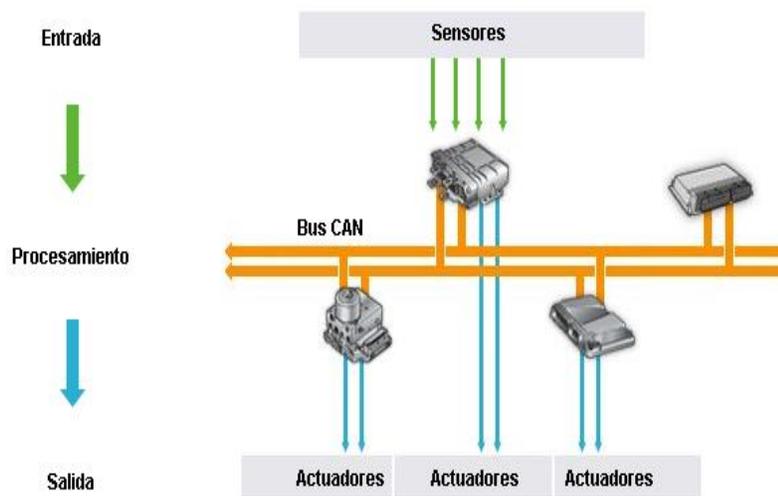
(<https://www.extralink.com.br/automotivo/scanners-automotivos/scanner-automotivo-bluetooth-elm327-obd2-v2-1>)

CAN BUS

El bus CAN (*Controller Area Network*) por sus siglas en inglés, es un bus automotriz desarrollado por Bosch, que permite que los microcontroladores y dispositivos se comuniquen entre sí dentro de un vehículo sin una computadora host. El bus CAN es un protocolo basado en mensajes, diseñado específicamente para aplicaciones automotrices, pero ahora también se usa en otras áreas como aeroespacial, automatización industrial y equipos médicos. Conecta los sistemas y sensores individuales como una alternativa a los telares de cables múltiples convencionales; permite que los componentes automotrices se comuniquen en un bus de datos en red de uno o dos cables de hasta 1 Mbps. El bus CAN es uno de los cinco protocolos utilizados en el estándar de diagnóstico del vehículo OBD-II (Manzanares, 2020).

Figura 4:

Funcionamiento del CAN BUS



Nota. Reproducida del Gráfico funcionamiento del CAN BUS, de INGENIERIA Y MECANICA

AUTOMOTRIZ, 2020 (<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-can-bus-y-como-funciona/>)

Unidad de control del motor (ECU)

Una ECU está hecho básicamente de hardware y software (*firmware*). El hardware está hecho de varios componentes electrónicos en una placa de circuito impreso (PCB). El componente más importante es un chip microcontrolador junto con un EPROM o un chip de memoria Flash. El software (firmware) es un juego de códigos de menor nivel que se ejecuta en el microcontrolador. (Gross, 2013)

Sus principales características son:

- Líneas de entrada y salida (E/S), tanto analógicas como digitales.
- Dispositivo de interfaz/control de potencia.
- Protocolos de comunicación (CAN, KWP-2000, entre otros).
- Reconocimiento automático de equipo y habilitar secuencia de software

Tal y como se observa en la figura 5, describe los componentes principales que se encuentran en una ECU, los drivers, el regulador de tensión, la memoria, los módulos de entrada y el decodificador.

Figura 5:

Componentes principales de una ECU



Nota. Reproducida del Gráfico estructura de una ECU, de MECÁNICO AUTOMOTRIZ

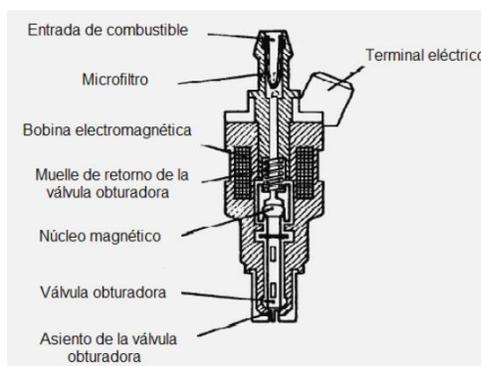
(<https://www.mecanicoautomotriz.org/1682-manual-ecu-motor-reparacion-reprogramacion-diagnostico-diagramas>)

Motor a gasolina

El motor de gasolina es un conjunto de piezas que tienen el objetivo de transformar la energía química del combustible en energía mecánica, la gasolina explota en el cilindro por medio de un sistema de encendido por chispa con ayuda del aire aspirado haciendo la mezcla estequiométrica, pasando por las válvulas del sistema de distribución hacia el cilindro. La mezcla explosiva produce movimiento giratorio del eje motor y es expulsada al exterior por las válvulas de escape. (Paz, 2004)

Inyectores

Los sistemas de inyección a gasolina pretenden conseguir una dosificación del combustible lo más ajustada posible a las condiciones de marcha y estado del motor. Todos los sistemas actuales efectúan la inyección del combustible en el colector de admisión delante de la válvula de admisión, mediante los inyectores que funcionan con mando electrónico que en su apertura presentan siempre la misma sección de paso y gracias a la forma del agujero de salida pulverizan finamente el combustible creando una buena emulsión con el aire; un microprocesador llamado módulo electrónico controla el tiempo de apertura de los inyectores en función que recibe de los diferentes captadores periféricos del sistema. (Parera, 1990)

Figura 6:*Inyector a gasolina*

Nota. Constitución de un inyector a gasolina (Villavicencio, 2012)

<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/2300/1/65T00053.pdf>

Inyectores de alta y baja impedancia

Los inyectores de combustible son controlados por circuitos denominados controladores de alta impedancia (saturado) o de baja impedancia o corriente regulada (pico y retención); para el primer caso el valor más alto de resistencia en su bobina es de (12-16 ohmios) haciendo que funciones a niveles de corriente bajos (0.8 y amperios) para mantener el circuito frío, pero debido a ello el tiempo de respuesta del inyector es mas lenta, sacrificando rango dinámico. Un circuito de control de baja impedancia utiliza inyectores con bobinas de baja resistencia (2-2.5 ohmios) requiriendo más corriente (4-5 amperios), haciendo que el circuito controlador se sobrecaliente; hay un mecanismo de conmutación integrado en el circuito que reducirá la corriente a un nivel más bajo y más aceptable después de que se abra el inyector. Una vez que se abre el inyector, se necesita mucha menos corriente para mantenerlo abierto y una vez que se alcanza el pico inicial de 4 amperios, el conductor reduce la corriente a 1 amperio que mantiene el inyector abierto durante la duración del ancho de pulso.

En la mayoría de las aplicaciones multipuerto baja impedancia el controlador opera con dos inyectores, en cuyo caso la corriente máxima por inyector es de 2 amperios y la corriente de mantenimiento es de 0.5 amperios, su ventaja es la rapidez del tiempo de respuesta del inyector con una alta corriente inicial que crea instantáneamente la fuerza magnética necesaria para elevar la válvula permitiendo un amplio rango dinámico, por lo que los sistemas de pico y retención se utilizan en motores de pequeña cilindrada y gran potencia, como los motores turboalimentados de 4 cilindros. (Parera, 1990)

Potencia

Es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; esto quiere decir que la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado (Obando,2016).

Control de potencia

Un método eficaz para el control de potencia vehicular es reasignar las instrucciones dirigidas al motor en cuanto a RPM (revoluciones por minuto) o a la medida de aire en relación con el combustible para realizar un adelanto de salto de chispa, con ello se podrá aprovechar una potencia adicional. En vehículos antiguos se hace con la colocación de un chip en las placas de circuito en cuanto a vehículos actuales se puede colocar el chip y reprogramar la ECU para que el vehículo funcione mejor y genere una potencia máxima u óptima, según se lo considere necesario. (Montecelos, 2019)

Par motor o torque

Torque es la acción que se realiza mediante la aplicación de una fuerza a un objeto que debido a ésta adquiere o puede adquirir un movimiento rotatorio (Patiño, 2014).

Dinamómetro (Autodyn 30)

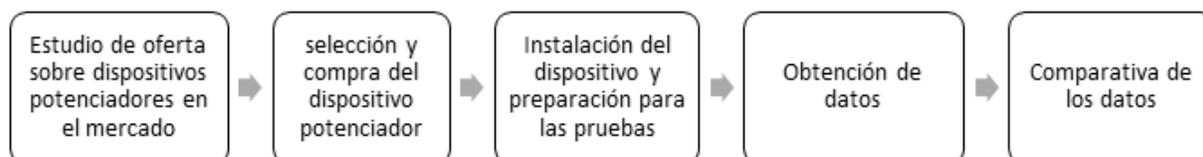
El dinamómetro vehicular es un dispositivo que permite conocer la potencia de un motor y/o la potencia en el eje de las ruedas de tracción de un vehículo. No debe confundirse con el frenómetro, que es un dispositivo que cuenta con uno o más motores de accionamiento, pues el frenómetro sirve para ensayar los frenos de un vehículo. A diferencia del frenómetro, el dinamómetro no acciona las ruedas del vehículo, sino más bien son ellas – las ruedas motrices – las que accionan al dinamómetro. Las magnitudes que se miden son comúnmente la velocidad angular y el torque en el eje. Sea del cigüeñal del motor, el eje de las ruedas de tracción, u otro eje. De esta manera, la potencia que se quiere conocer es resultado simple de la multiplicación de dichas variables: velocidad angular y torque (Coveñas, 2014).

Método

Para el desarrollo de la investigación se estructuró un plan de acuerdo a las herramientas y procesos factibles que se resume a continuación en la Figura 7.

Figura 7:

Diagrama de la planificación del proyecto



Nota. Planificación de las labores que se llevaran acabo

Estudio de oferta sobre dispositivos potenciadores en el mercado

En el mercado existe variedad de dispositivos que ofrecen aumentar la potencia y torque del vehículo tal (ver Anexo A), sin embargo, existe una alta demanda por el dispositivo potenciador Nitro OBD2, esto debido a su bajo costo y fácil acceso, por lo cual se decidió usar este chip potenciador para su estudio y determinar si cumple con las características que ofrece.

Tabla 1:

Atributos que el Nitro OBD2 ofrece en el mercado

Dispositivo	Características	Imagen	Precio
Nitro OBD2	<ul style="list-style-type: none"> ● -35% más potencia ● -25% más torque ● -Plug & Play ● -Funciona basado en el reajuste de la ECU ● -Incremento de la presión, cantidad del combustible inyectado, tiempos precisos y presión del oxígeno 	 <p>Chip potenciador estándar para carros</p>	\$10

-
- -Funciona dentro de los márgenes tolerados por el fabricante y motor
 - -200 km o más, el módulo mejorará la adaptación de tu sistema de inyección
 - -solo basta con desconectar el Nitro OBD2 para volver a su configuración de fábrica
- Fuente:
<https://listado.mercadolibre.com.ec/accesorios-vehiculos/nitro-obd2>

Nota. Chip potenciador estándar para carros a gasolina <https://listado.mercadolibre.com.ec/accesorios-vehiculos/nitro-obd2>

Instalación del dispositivo y preparación para las pruebas

La implementación del dispositivo no requiere conocimiento práctico profesional, está diseñado para tener una simplicidad, de manera que sus clientes no tengan inconvenientes en hacer uso de este potenciador; sin embargo, la poca recurrencia a ciertos lugares del automovil puede hacer confusa o irreconocible ciertos términos a sus usuarios. Por este motivo, el siguiente procedimiento es adecuado para su instalación, se desarrolla en los siguientes pasos:

1. Identificar la ubicación del OBD2 en el vehículo.

Por lo general suele estar ubicado debajo del volante del conductor, un conector similar al que trae el dispositivo potenciador, solo que, en lugar de pines, trae huecos.

Figura 8:

Ubicación del puerto OBD2 en el vehículo



Nota. Fuente propia

2. Quitar las llaves del switch del vehículo
3. Insertar el dispositivo potenciador Nitro OBD2 en el vehículo luego de que se ha identificado el puerto; al conectar el dispositivo en él, encajará perfectamente y la luz de encendido del dispositivo encenderá.

Figura 9:

Conexión del NITRO OBD2 en su puerto



Nota. Fuente propia

4. Inserte la llave en el switch y gire hasta la posición de accesorios, no encienda el vehículo.
5. Presione el botón de reset del Chip Nitro por al menos 5 segundos.
6. Después de resetear el Chip Nitro espere al menos 1 minuto hasta que el OBD2 pueda comunicarse y establecer conexión con la ECU.
7. Encienda el motor.
8. Conduzca el vehículo por al menos 200 km para que la ECU pueda ajustar sus parámetros con los datos obtenidos del Chip.
9. Realizar la etapa de recorrido para tomar variables que son fundamentales para el correcto funcionamiento de la ECU con el chip, para el presente estudio el objetivo es hacer un recorrido desde la ciudad de Riobamba a Cuenca con un aproximado de 258 km, el recorrido

se lo realizó en la mañana con una hora de llegada a la ciudad de Cuenca al medio día del 27 de mayo del 2021, usando gasolina extra que tiene 85 octanos; además se toma como referencia los datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador con el índice ultravioleta que se encontraba con valores de 8 a 12U, con una humedad del 60% y una temperatura de 28°C.

10. Montar el vehículo en el dinamómetro haciendo coincidir las llantas traseras sobre los rodillos del dinamómetro.

En el presente caso va a evaluar la variación de las magnitudes, este paso ha sido guiado por los profesionales de la mecánica, quienes han verificado la correcta ubicación del auto sobre el dinamómetro.

Figura 10:

Montaje del vehículo en el dinamómetro



Nota. Fuente propia

11. Asegurar el vehículo ganchos metálicos.

Esta medida de seguridad es esencial para evitar que el auto no salga de su sitio, si por alguna razón los rodillos estuvieran atascados.

Figura 11:

Inmovilización del vehículo mediante ganchos metálicos en su parte delantera



Nota. Fuente propia

Figura 12:

Inmovilización del vehículo mediante ganchos metálicos en su parte trasera



Nota. Fuente propia

Para la investigación se usó el dinamómetro Autodyn 30, tal y como se muestra en la Figura 8, este dinamómetro tiene una precisión de $\pm 0,5$ km/h y se pueden observar sus datos técnicos en la *Tabla 2*.

Figura 13:*Dinamómetro Autodyn 30**Nota.* Fuente propia

Para la adquisición de datos se utilizó un dinamómetro Auto Dyn 30, cuyas características se muestran en la *Tabla 2*.

Tabla 2:*Datos técnicos Auto Dyn 30*

Diámetro de rolo	La punta del poder	Pico de potencia absorbida	Máxima velocidad	Ancho de pista	Dimensiones	Inercia del sistema base	Peso del eje	Requisitos de aire	Requerimientos de energía
30" (76,2 cm)	2.500 CV (1.864 kW)	1,100 (SEC)/2,200 HP (DEC)-(820 kW/1,641 kW)	225 mph (362 km)	26"adentro-100"afuera (66 cm-254 cm)	120 x 4,5 x 35 plg (305 x 103 x 89 cm)	1,200 lb (544 kg)	8.000 lb por eje (3.629 kg)	50-100 psi (345-690 kPa)	110 VCA/15A o 250 VCA/8A y 208-250 VCA/20A

Nota. Fuente: Universidad internacional SEK

(<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4251/1/Eguez%20Basantes%2c%20Xavier%20Alejandro.pdf>)

Obtención de datos

- **Medición de potencia y torque con el dinamómetro (incluido chip)**

1. Empezar a rodar el vehículo sobre el dinamómetro.

Figura 14:

Paso previo a la realización de la primera prueba

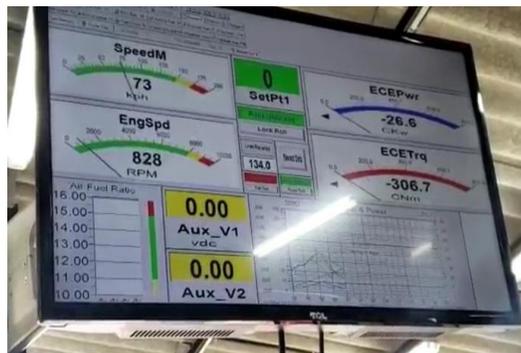


Nota. Fuente propia.

2. Una vez se marquen todos los sensores del vehículo se empieza con la primera prueba de aceleración para medir su potencia.

Figura 15:

Monitor donde se registran los valores de potencia y rendimiento del vehículo



Nota. Fuente propia.

3. Encontrar la velocidad en la cual existe relación de transmisión entre motor y caja de 1:1

Figura 16:

Cuadro de relación entre el motor y la caja por velocidades

1st gear	3.38:1	3.38:1
2nd gear	1.90:1	1.90:1
3rd gear	1.19:1	1.19:1
4th gear	0.87:1	0.87:1
5th gear	0.70:1	0.65:1
Reverse gear	3.30:1	3.30:1
Final drive	3.77:1	3.57:1
(alternative gear ratios)	4.00:1	4.25:1
	4.45:1	

Nota. Adaptada del cuadro de relación entre el motor y la caja del vehículo, de vBulletin,2021,

(http://forums.turbobricks.com/showthread.php?t=159605&highlight=m56*)

4. Para empezar con la primera medición partir de la velocidad encontrada y acelerar hasta un nivel de rpm con la que se llega al torque máximo del vehículo, de esta manera se marcará la lectura de la corrida.
5. Registrar los resultados obtenidos.
6. Poner el vehículo en neutral y esperar hasta que se desacelere.
7. Realizar el mismo procedimiento dos veces más.
8. Sacar un promedio de potencia y torque con los resultados obtenidos.

Se realizó tres pruebas, cada una con el NITRO OBD 2 en funcionamiento, en las mismas condiciones.

- Prueba N° 1

El torque registrado fue de 253 Nm aproximadamente y la potencia registrada fue de 48 kW aproximadamente, cuando el motor esté cerca a 3750 rpm (ver Anexo B).

Figura 17

Prueba uno con chip. Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3750 RPM



Nota. Gráfico con tres variables potencia y torque en la izquierda, y velocidad a la derecha.

- Prueba N° 2

El torque registrado fue de 247 Nm aproximadamente y la potencia registrada fue de 50 kW aproximadamente, cuando la velocidad angular estaba cerca a 3755 RPM

Figura 18

Prueba dos con chip. Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3755 RPM



Nota. Gráfico con dos variables, potencia a la izquierda en Kw y torque a la derecha en Nm.

- Prueba N° 3

El torque registrado fue de 245 Nm aproximadamente y la potencia registrada fue de 54 kW aproximadamente, cuando la velocidad angular estaba cerca a 3750 rpm.

Figura 19

Prueba tres con chip. Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3750 RPM



Nota. Gráfico con dos variables, potencia a la izquierda en Kw y torque a la derecha en Nm.

$$\text{promedio de torque} = \frac{253 + 247 + 245}{3} = 248 \text{ Nm}$$

$$\text{promedio de potencia} = \frac{48 + 50 + 54}{3} = 50,66 \text{ kW}$$

- **Medición de potencia y torque con el dinamómetro (sin chip)**

1. Quitar el dispositivo potenciador Nitro OBD2 del vehículo.
2. Después de retirar el chip, se necesita recorrer 200 km más, para que la ECU elimine los datos almacenados por el chip.

3. Revisión del pronóstico del tiempo para la verificación de las condiciones climatológicas similares a las del 27 de mayo del 2021
4. El día 29 de mayo del 2021 al medio día se presentaron las condiciones meteorológicas similares a las del día 27 de mayo, teniendo datos de temperatura de 27,5 °C, índice de radiación de (8 -13)U, con humedad del 60%, cabe recalcar que además se usó gasolina extra de 85 octanos.
5. Usar la misma velocidad del procedimiento anterior.
6. Para empezar con la primera medición sin chip, partir de la velocidad encontrada y acelerar hasta un nivel de rpm con la que se llega al torque máximo del vehículo, de esta manera se marcará la lectura de la corrida.
7. Registrar los resultados obtenidos.
8. Poner el vehículo en neutral y esperar hasta que se desacelere.
9. Realizar el mismo procedimiento dos veces más.
10. Sacar un promedio de potencia y torque con los resultados obtenidos.

Las siguientes pruebas fueron hechas con el dispositivo extraído, obteniendo los siguientes datos:

- Prueba N°1

El torque registrado fue de 254 Nm aproximadamente y la potencia registrada fue de 54 kW aproximadamente, cuando la velocidad angular estaba cerca a 3750 rpm

Figura 20:

Prueba uno sin chip. Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3750 RPM



Nota. Gráfico con dos variables, potencia a la izquierda en Kw y torque a la derecha en Nm

- Prueba N° 2

El torque registrado fue de 250 Nm aproximadamente y la potencia registrada fue de 55 kW aproximadamente, cuando la velocidad angular estaba cerca a 3755 RPM.

Figura 21:

Prueba dos sin chip. Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3755 RPM



Nota. Gráfico con dos variables, potencia a la izquierda en Kw y torque a la derecha en Nm

- Prueba N°3

El torque registrado fue de 253 Nm aproximadamente y la potencia registrada fue de 52 kW aproximadamente, cuando la velocidad angular estaba cerca a 3747 RPM.

Figura 22:

Prueba tres sin chip. Registro en el monitor del torque y potencia alcanzados con 3747 RPM



Nota. Gráfico con dos variables, potencia a la izquierda en Kw y torque a la derecha en Nm

$$\text{promedio de torque} = \frac{254 + 250 + 253}{3} = 252,33 \text{ Nm}$$

$$\text{promedio de potencia} = \frac{54 + 55 + 52}{3} = 53,66 \text{ Kw}$$

Resultados y discusión

Comparación de resultados

Todos los valores fueron tomados del monitor encargado de visualizar las variaciones en tiempo real las magnitudes que tomaba el dinamómetro, justo cuando el valor de RPM del coche estaba muy cercano a los 3800.

Los valores de torque obtenidos con el dispositivo potenciador no tuvieron mayor variación en referencia a su uso sin el chip, como se muestran en la tabla 3.

Tabla 3:

Valores de Torque Obtenidos en las Pruebas con el Dinamómetro.

Prueba	Torque sin chip (Nm)	Torque con chip (Nm)
1	254	253
2	250	247
3	253	245
Promedio	252,33	248

Nota. Fuente propia.

Los datos de potencia con el chip potenciador en funcionamiento, tuvieron variación casi nula, en relación a los datos medidos sin el dispositivo, obsérvese en la tabla 4.

Tabla 4:

Valores de Potencia Obtenidos con el Dinamómetro.

Prueba	Potencia sin chip (kW)	Potencia con chip (kW)
1	54	48
2	55	50
3	52	54
Promedio	53,66	50,66

Nota. Fuente propia.

El aumento de torque que proponen los anunciantes del dispositivo NITRO OBD 2, es de un 25 % mayor, al colocar el chip, entonces se esperaba obtener los datos de la tabla 5.

Tabla 5:

Valores de Torque Estimados por el Fabricante +25%.

Prueba	Torque sin chip (Nm)	Torque con chip (Nm)
1	254	317,5
2	250	312,5
3	253	316,25
Promedio	252,33	315,42

Nota. Fuente propia.

En cuanto a la potencia, los anunciantes del NITRO OBD 2, aseguran un aumento de hasta un 35 %, de ser así, los datos que deberíamos esperar serían los que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6:

Valores de Potencia Estimados por el Fabricante +35 %.

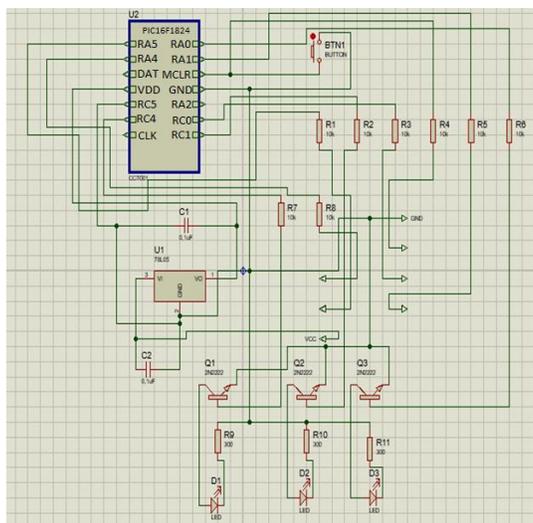
Prueba	Potencia sin chip (kW)	Potencia con chip (kW)
1	54	72,9
2	55	74,25
3	52	70,2
Promedio	53,66	72,45

Nota. Fuente propia.

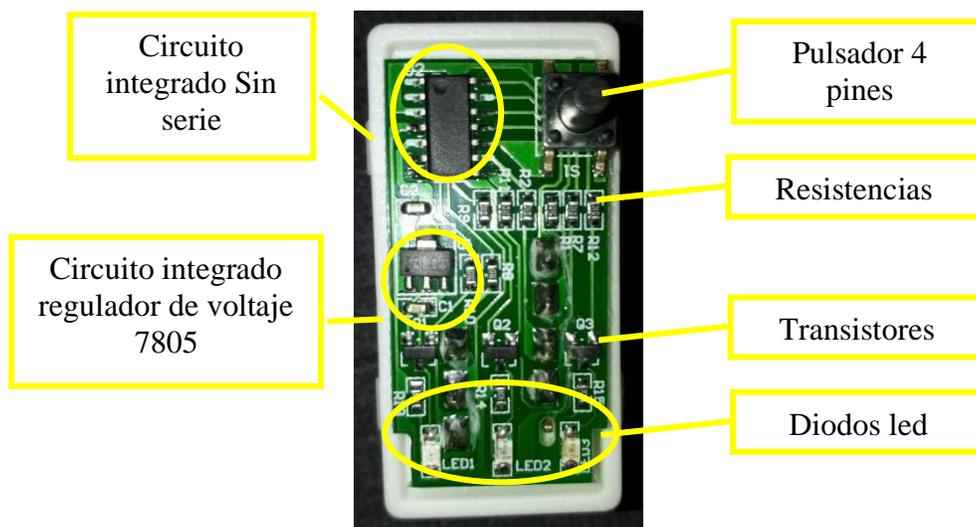
Análisis interno electrónico (desmontaje)

Al hacer el desmontaje del dispositivo potenciador nitro OBD2 se pudo observar que su circuito integrado principal no tiene serie que lo identifique, como se observa en la figura 24, por lo tanto, no se puede acceder a las especificaciones técnicas (funciones y características) del microcontrolador. Hay que destacar que por lo general un chip electrónico siempre lleva marcada su serie, la que permite al usuario contactarse con el fabricante u obtener la hoja de datos para saber las especificaciones técnicas del encapsulado, por lo tanto, se puede intuir que este semiconductor es de dudosa procedencia sin funciones ni programa grabado en su manufactura.

Para corroborar esta información se decidió hacer un diagrama electrónico, en el cual se muestra a detalle las conexiones de cada uno de los componentes del dispositivo para un análisis a fondo sobre el flujo de corrientes dentro del dispositivo, mírese figura 23

Figura 23:*Diagrama esquemático del OBD2*

Nota. Representación gráfica elaborada con uso de software Proteus

Figura 24:*Dispositivo potenciador desmantelado*

Nota. El chip con mayor numero de pines es el único que tiene identificación, a diferencia de los demás encapsulados que están cerca.

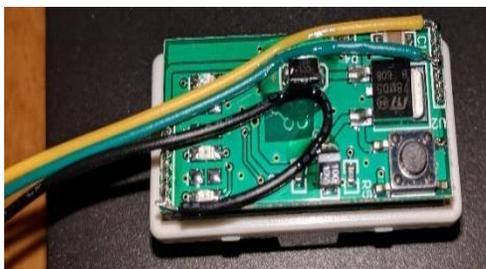
Adicional a esto también se pudo observar que el chip emite señales a las conexiones del puerto OBD2 y focos leds. Se puede asumir que las conexiones al puerto OBD2 tienen la función de comunicar al chip con la ECU (computadora del vehículo) y la conexión con los diodos leds podrían ser indicadores de alguna cuestión en específico. Además, se pudo observar un circuito integrado regulador de voltaje con serie 78L05 cuya función es únicamente reducir el voltaje de 12 voltios a 5 voltios.

Al descubrir estas carencias, se decidió indagar en otros análisis de ingeniería inversa, como lo es un artículo titulado “Ingeniería inversa del Nitro OBD2”. En dicha investigación, (Quarkslab, 2017) encontraron variedades de circuitos integrados que tampoco disponían de registros ni series que dieran a conocer la función que realizan a detalle.

Mediante una herramienta de monitoreo conectada dentro del dispositivo, 3 cables soldados en los pines: CAN_High, CAN_Low y GND, conectaron la interfaz PiCAN2 de una Raspberry e intentaron leer el tráfico del bus CAN, mientras el Nitro OBD2 estaba en funcionamiento.

Figura 25:

Configuración de la placa de circuito para monitorear el CAN BUS



Nota. Este dispositivo nitro no dispone de un microcontrolador por lo cual se hace imposible acceder a información relacionada con su desempeño, reproducida de Ingeniería inversa de Nitro OBD2, (Quarkslab, 2017)

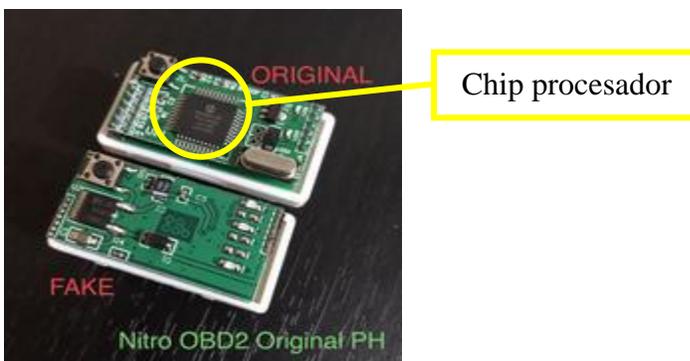
Como resultado se obtuvo que no hay ningún mensaje nuevo grabado mientras el Nitro OBD2 está enchufado, esto quiere decir que el chip no se comunica realmente con el bus CAN. Simplemente observa pasivamente las señales CAN_H y CAN_L para verificar la actividad de CAN y hacer parpadear los LED. También dedujeron que el dispositivo no está ejerciendo ninguna acción.

En las casas comerciales también mencionan sobre dispositivos genéricos y originales, en otra búsqueda realizada, donde la versión original debería disponer de un microcontrolador específico, el PIC16F59.

Este microcontrolador de serie PIC16F59, es de 8 bits y debería estar programado por la empresa fabricante del CHIP NITRO OBD2, con un algoritmo que interactúe con los sensores del vehículo para ejecutar en la ECU acciones de aumento de torque o potencia del vehículo.

Figura 26:

Chip NITRO OBD2 desmontado



Nota. Comparación de un dispositivo potenciador con microcontrolador PIC16F59 y sin microcontrolador.

Reproducidad de Nitro OBD2 original, Nitro Original Ph, <https://www.nitrooriginalph.com/>

También se puede notar un incremento en el precio del chip potenciador Nitro OBD2 con microcontrolador PIC16F59, tiene un valor de \$18,98, sin contar con el costo de envío desde filipinas, cuando el dispositivo genérico cuesta la mitad.

Figura 27:

Chip NITRO OBD2 con microcontrolador PIC16F59



Nota. Publicación del NITRO OBD2 en una tienda online, reproducida de Chip completo NitroOBD2 PIC16F59, 2021, Eketool CarCare, <https://es.aliexpress.com/item/33053525854.html>

Conclusiones

- La disposición de un CHIP NITRO OBD2 es muy común en el mercado en línea, así como también en las casas de autopartes para vehículos a gasolina, debido a su bajo costo, fácil implementación y funcionabilidad que propone cumplir en comparación a otros equipos potenciadores de alto costo, es la razón por la cual los clientes deciden comprarlo debido a que no representa un gasto significativo a sus bolsillos, pero así mismo, no se encuentran conformes al no obtener ningún cambio significativos en su coche.
- Luego de obtener los resultados de las pruebas se pudo concluir que el CHIP NITRO OBD2 no cumple con las funciones prometidas por el fabricante; no reduce ni aumenta el rendimiento del vehículo por lo cual no es viable la adquisición de este chip para aumentar la potencia y torque. Los resultados no tuvieron un cambio significativo, siendo la variación máxima del 3,67% en la comparación realizada.
- Se encontró varias versiones del CHIP NITRO OBD2, y a pesar de que se haya revisado desmontajes de dispositivos originales, el chip principal no fue determinante para definir la razón del no aumento en torque y potencia como lo anuncia el fabricante, debido a que, mientras algunos dispositivos carecían de microcontrolador, los que, si los disponían, variaban su serie de manufactura, esto no nos permite definir un único posible método de funcionamiento para poder modificar los parámetros de torque y potencia en la camioneta.

Recomendaciones

- Para estudiar los beneficios que alega este chip potenciador se debería adquirir el nitro OBD2 original o en su defecto adquirir el chip potenciador específico para el vehículo mismo que se muestra en el anexo 1, esto se debe a que existen muchos fabricantes con dudosa información acerca del funcionamiento, características, así también, varias versiones del mismo dispositivo.
- Hay que ser cuidadosos en el análisis de los datos representados en las gráficas obtenidas en las pruebas, también tener claros los conceptos de las magnitudes que se está leyendo, para evitar confusiones o errores de interpretación.
- No se recomienda hacer un desmontaje y adaptación de herramientas de rastreo de datos que pasan a través de un puerto OBD2, debido a que representa una intrusión directa en el sistema de la ECU y de no hacerse bajo estrictos parámetros de seguridad y con un personal adecuado, se podría fácilmente producir un daño cuyos costes podrían fácilmente derivar en un gasto significativo para la reparación o reprogramación de la centralita del automóvil.

Bibliografía

- Aguilar, L. (2016). *Aplicación de protocolo de diagnóstico e interpretación de fallas de los motores de combustión interna con el uso del scanner Launch X431 GDS para los laboratorios de Ingeniería Mecánica*. Arequipa.
- Alvear, O. (2015). *Validation of a vehicle emulation platform supporting OBD-II communications*. Las Vegas: IEEE.
- Arévalo, F. (2016). *Desarrollo de una interfaz para la visualización y adquisición de datos provenientes de la Ecu a través de OBDII, mediante un dispositivo de comunicación serial y del analizador de gases QROTECH 6000*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana de Cuenca.
- Basantes, X. A. (2021). *Evaluación del comportamiento en un motor de encendido provocado bajo mezcla de gasolina – etanol*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- Bastos, E. (2012). *Estudio de las diferencias en los requisitos de la principal legislación de diagnóstico a bordo para la estandarización de las pruebas de desarrollo y validación de la transmisión automática de automóviles*. Mauá: Centro Universitario del Instituto Tecnológico de Mauá.
- Beatriz de los Ángeles Tenorio Córdova, C. E. (2020). *Análisis y diseño de un sistema de seguridad y monitoreo vehicular usando dispositivos obd2 gsm*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- E. J. Kates, W. E. (2015). *Motores de gas de alta compresión*. Barcelona: Editorial Reverté.

- FCAR Tech USA. (21 de Octubre de 2014). *Amazon*. Obtenido de Amazon: <https://www.amazon.com/-/es/Truck-Pickup-Medium-profesional-esc%C3%A1ner/dp/B00OS454ZK>
- Flores, J. L. (2014). *Diseño mecánico de un dinamómetro vehicular portátil para determinar la potencia de automóviles rally de tracción simple*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Peru.
- Gross, D. (2013). *Unified Diagnostic Services Protocol Implementation in an Engine Control Unit*. Aachen: King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
- ManzanaresCaamal, A. F. (2020). *Análisis del estado actual de tecnología del bus CAN (Controller Area Network)*. México: Universidad de Quintana Roo.
- Marín, M. (2017). *Enfoque de hardware y software para la enseñanza de redes automotrices*. Bucarest: IEEE.
- Montecelos. (2019). *Vehiculos electricos*. Madrid: Paraninfo.
- Moreno, E. E. (2021). *Estudio de reprogramación para un aumento de potencia en golf v 1.4 tsi de 122 cv*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya Barcelona TECH.
- Motors, M. (21 de Diciembre de 2020). *Mitsubishi Motors*. Obtenido de <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/senales-inyector-combustible-falla/>
- OBD. (2021). What is OBD? Phoenix, Estados Unidos. Recuperado el 10 de Diciembre de 2021, de <https://www.obdsol.com/knowledgebase/on-board-diagnostics/what-is-obd/>
- Parera. (1990). *Inyección electrónica en motores de gasolina*. Barcelona: Marcombo.
- Parera, A. M. (1990). *Inyección Electrónica de Motores a Gasolina*. Barcelona: Boixerau Editores.

Paz, M. A. (2004). *Manual de Automóviles*. Madrid: Dossat 2000 SL.

Rios, W. D. (2014). *Propuesta metodológica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de torque aplicado en palancas simples, una mirada en contexto*. Universidad nacional de Colombia. . Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Santos, A. L. (2016). *Ahorro de combustible con el uso de telemetría para vehículos de pasajeros*. Porto Alegre: Universidad Federal de Rio Grande do sul.

Sebastian, G. M. (2013). *Elaboración de un manual técnico para el análisis del diagnóstico electrónico de vehículos con sistema OBD-II para el taller Ambamazda S.A. durante el año 2012*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Stalin, O. C. (2015). *Estudio e implementación de área para pruebas y calibración de inyectores mecánicos*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador.

Villavicencio, P. (2012). *Diseño y construcción de un banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina*. Riobamba.

Anexos

Anexo A.

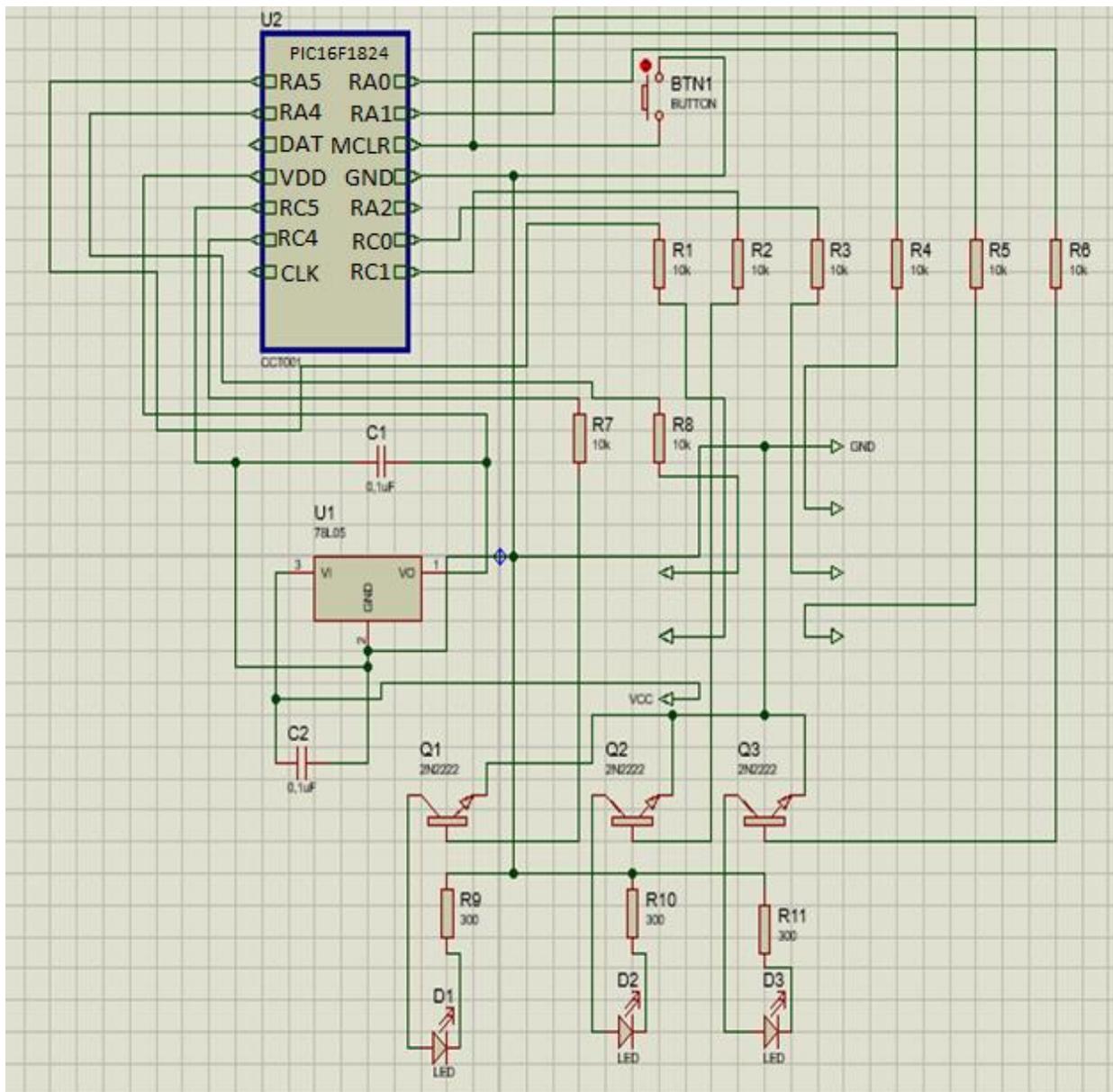
Opciones de dispositivos potenciadores.

Dispositivo	Características	Imagen	Precio
Chip potenciador específico	<ul style="list-style-type: none"> ● conserva los parámetros establecidos por el fabricante ● 35% más de potencia ● mayor capacidad de respuesta ● mayor capacidad de carga ● mayor seguridad ● menor desgaste en las piezas del motor y el clutch ● Plug and Play ● 100% conexión original 	 <p>Chip potenciador para la marca de carro a usar en el experimento del proyecto Chevrolet liv dimax 3.0 turbo gasolina. Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-476455899-tuning-box-chip-de-potencia-chevrolet-dmax-30-_JM</p>	\$533
Scanner Automotriz ELM 327	<ul style="list-style-type: none"> ● Fácil conexión (vía bluetooth) ● Acceso a distintas funciones de medición y testeo 	 <p>Scanner automotriz Bluetooth ELM327 ODB2 V2.1 Fuente: https://www.todomicro.com.ar/instrumentos-de-medicion-y-prueba/384-scanner-automotriz-bluetooth-elm327-odb2-v21.html</p>	\$6,67
ECO OBD2 (gasolina)	<ul style="list-style-type: none"> ● 35% más de potencia ● 25% más de torque ● 15% ahorro de combustible ● Estabiliza el voltaje del vehículo 	 <p>SUPER / ECO OBD2 Fuente: https://www.amazon.es/WANGQ-Adaptaci%C3%B3n-Regulador-Combustible-Centralita/dp/B098X1S59S/</p>	\$9,39

<p>OBDlink ScanTool LX 427201</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● análisis profesional de automoción ● conexión vía bluetooth ● Funciona en todos los vehículos, coches y camiones ligeros de 2001 en adelante vendidos en la Unión Europea (excepto híbridos o eléctricos) ● Consta con App de Android y Software de Windows 	 <p>OBDlink ScanTool LX 427201 Fuente: https://www.amazon.es/ScanTool-427201-herramienta-detecci%C3%B3n-profesional/dp/B00H9S71LW/</p>	<p>\$ 100,95</p>
<p>Genius & Flash Point OBDII</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● programador ECU portátil ● fácil uso ● Completamente independiente del PC durante las fases de lectura/escritura. ● El sistema se actualiza mediante USB. ● Memoria ampliable SD 1 GB (ampliable a 16 GB) ● Mapa táctil 	 <p>V5.005, nuevo, Genius & Flash Point OBDII/Protocolo de arranque, programador ECU portátil, mapa táctil Fuente: https://es.aliexpress.com/item/32800022065.html</p>	<p>\$25</p>
<p>Eco Power Chip</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 20% más de par ● 15% más de potencia ● Reductor de consumo y montaje muy fácil ● Más de 1500 aplicaciones. ● Incluye vehículos con FAP. 	 <p>Eco Power Chip - Centralita, ECO.40390.FHS Fuente: https://www.amazon.es/Eco-Power-Chip-Centralita-ECO-40390-FHS/dp/B0162SOUA4/</p>	<p>\$ 49,30</p>
<p>Remus REMD914617</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Compatible con Dacia Logan (Mcv) (Sd, Sr) (2004-2013) 1.5 Dci 88 Ps ● Gran calidad y acabado ● Muy práctico 	 <p>Remus REMD914617 Centralita para Coches Fuente: https://www.amazon.es/Remus-REMD914617-Centralita-para-Coches/dp/B01M0PE62T/</p>	<p>\$ 464,90</p>

Anexo B.

Diagrama esquemático del OBD2



Nota. Representación gráfica elaborada con uso de software Proteus

Anexo C.

Osciloscopio usado para observaciones en el BUS CAN del vehículo



Nota. Osciloscopio GT SuperTools para

Anexo D.

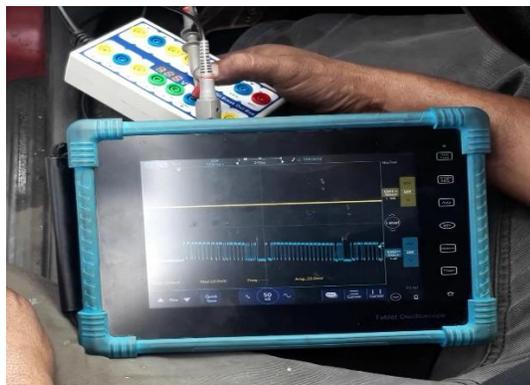
Grafica CAN LOW obtenida con osciloscopio



Nota. Osciloscopio conectado mediante DCL al sistema OBDII del vehículo

Anexo E.

Grafica CAN HIGH obtenida con osciloscopio



Nota. Osciloscopio conectado mediante DCL al sistema OBDII del vehículo

Anexo F.

Ficha técnica del Osciloscopio




**OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ
TIPO TABLETA**

G-SCOPE-4

Especificaciones Técnicas

Canales analógicos	4
Ancho de banda	100MHz
Frecuencia de muestreo (máx.)	1GSa/S (canal único)
Profundidad de Memoria	70Mpts (canal único)
Tasa de captura de forma de onda (máx.)	130.000 wfms/s
Pruebas de apoyo	Circuitos de carga, circuitos de arranque, sensores, actuadores, encendido, redes (incluyendo CAN, LIN, Flexray, línea K, etc.), pruebas de combinación
Filtro de ancho de banda	Ancho de banda completo, paso bajo
Interfaces	Wi-Fi, USB 3.0/ 2.0 Host, USB Tipo-C, conexión a tierra, HDMI, desencadenar
Diseño	Industrial 8" TFT-LCD (800*600), 14*10 grids
Dimensión / Peso neto	265*192*50mm / 1.9kg (con batería)
Batería	7.4V, 7500mAh, batería de iones de litio

Características

- Diseño de tableta portátil con funciones todo en uno.
- Paquete completo de presets de diagnóstico automático.
- Potente capacidad de captura y análisis de señales.
- Apoyo PC & Smartphone App control remoto.
- Función HDMI para entrenamiento y demostración.
- Actualización en línea de firmware gratuito de por vida.



Nota. Osciloscopio automotriz tipo tableta GTSuperTools

Anexo G.

Ficha técnica Chevrolet LUV D-MAX

ESPECIFICACIONES GENERALES

Años	2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012
Tipo de carrocería	Pick-up
Año de puesta en producción	2006.0
Finalización de producción	2012.0
Generación	LUV D-MAX
Numero de plazas	5 plazas
Número de puertas	4 puertas

MOTOR Y TRANSMISIÓN

Combustible	Gasolina
Cilindrada real	3510 c.c. (214.19 c.i.)
Diámetro del cilindro	99 milímetros (3.9 pulgadas)
Distribución de los cilindros	Motor en V
Modificación motor	3.5i V6 (197 Cv)
Número de cilindros	6 cilindros
Número de válvulas por cilindro	2 válvulas por cilindro
Número de velocidades transmisión manual	5 velocidades
Par máximo	285 Nm a 3800 Rpm 210.21 lb.-ft. a 3800 Rpm
Posición del motor	Motor frontal. Orientación transversal
Potencia máxima	197 (CV) Caballos a 5800 Rpm
Ratio de compresión	9.8 : 1
Recorrido del cilindro	76 mm (2.99 pulgadas)
Admisión	Inyección indirecta multipunto
Tracción	Trasera

MEDIDAS Y CAPACIDADES	
Longitud	5030 milímetros (198.03 pulgadas)
Altura	1735 milímetros (68.31 pulgadas)
Anchura	1800 milímetros (70.87 pulgadas)
Distancia entre ejes	3050 milímetros (120.08 pulgadas)
Vía delantera	1520 milímetros (59.84 pulgadas)
Vía trasera	1525 milímetros (60.04 pulgadas)

Nota. Datos de la ficha técnica del sitio web oficial Chevrolet

Anexo H.

Hoja técnica del microchip PIC16F/LF1824/1828

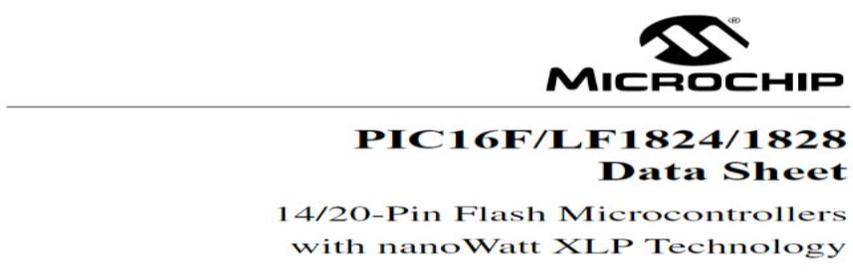
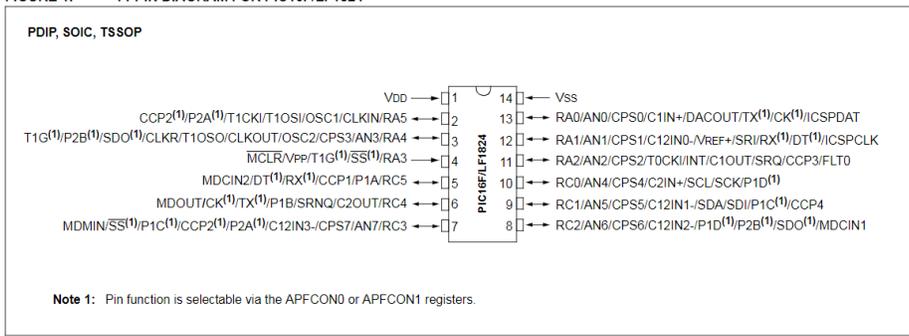


FIGURE 1: 14-PIN DIAGRAM FOR PIC16F/LF1824



DS1419A-page 5
Preliminary

PIC16F/LF1824/1828

Nota. Datos de diagrama