

Universidad Internacional del Ecuador

Facultad de Ingeniería Automotriz

Estudio de la influencia del Óxido Nitroso en un motor Nissan L16

**Tesis de grado para la obtención del título de
Ingeniero en Mecánica Automotriz**

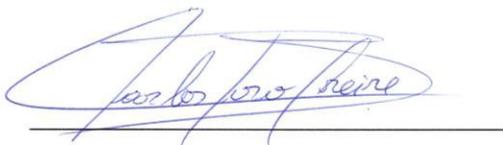
Carlos Alberto Toro Freire

Director: Ing. Miguel Granja

Quito, Enero 2014

CERTIFICACIÓN

Yo, Carlos Alberto Toro Freire, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.



Firma del graduado

Carlos Alberto Toro Freire

C.I.: 1713236675

Yo, Miguel Granja, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo él responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado

Ing. Miguel Granja

Director

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por darme vida y gracias a su voluntad la capacidad de estudiar y culminar la carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

A mi abuelita Elina Castillo, quien siempre ha estado pendiente de mi bienestar y que con su ejemplo me da la fuerza para nunca darme por vencido.

A mis amados padres, Carlos y Myrian, quienes me han apoyado en todo lo que me he propuesto, siempre con sus sabios consejos y sacrificio entregados a mi formación como persona de bien.

A mis hermanas Myriam y Elina, por su buena voluntad y compañía en todo momento.

A mis tíos Galo y Henry, gracias a su apoyo incondicional en momentos difíciles he podido llegar aún más lejos y culminar esta etapa, siempre creyeron en mí.

A mi director de tesis, Ing. Miguel Granja, que gracias a su conocimiento y apoyo he podido salir adelante y cumplir con el presente trabajo de titulación.

A todos mis profesores, quienes a lo largo de mi vida de estudiante, aportaron con su sabiduría, experiencia y conocimientos a mi formación profesional, a quienes respeto, admiro y siempre los tendré presentes.

A mis amigos Gastón, Nereo, Agustín, Fabián, y a todos quienes hicieron posible que este proyecto pueda cumplir su objetivo.

Carlos

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi familia, en especial a mi Padre, quien a pesar de las adversidades nunca se dio por vencido, quien siempre me ha apoyado en todo lo que me he propuesto a lo largo de mi vida, por haber inculcado en mí desde pequeño la forma de hacer bien las cosas, la responsabilidad, luchar por mis objetivos y ser mejor cada día como ser humano.

Carlos

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Medio Ambiente	5
2.1.1. Contaminación ambiental	5
2.1.2. Parámetros permitidos por la Corpaire para el control de gases en los vehículos	6
2.1.3. Índice de Contaminación en la ciudad de Quito	7
2.2. Sistemas de alimentación de combustible	8
2.2.1. Carburador	8
2.2.2. Inyección	9
2.3. Encendido del Motor	10
2.3.1. Avance al Encendido.....	10
2.4. Motor Nissan L16.....	11
2.4.1. Generalidades	11
2.4.2. Especificaciones.....	12
2.5. El óxido nitroso	14
2.5.1. Definición.....	14
2.5.2. Uso en Motores	15
2.5.3. Uso Automotriz	16
2.6. Sistemas de óxido nitroso	17
2.6.1. Partes	18
2.6.1.1. Botella, Tanque, Cilindro o Garrafa	20
2.6.1.2. Válvula Reguladora de Flujo	20

2.6.1.3.	Mangueras Malladas de Acero	21
2.6.1.4.	Filtros	22
2.6.1.5.	Electroválvula o Solenoide	23
2.6.1.6.	Armador.....	23
2.6.1.7.	Pulsador	24
2.6.1.8.	Jet, Calibre o Chicler	25
2.6.1.9.	Inyectores o Placa de Inyección.....	26
2.7.	Tipos de sistemas de óxido nitroso	27
2.7.1.	Sistema Seco	27
2.7.2.	Sistema Húmedo.....	28
2.7.2.1.	Sistema de Placa Simple.....	29
2.7.2.2.	Sistema de Inyector Simple.....	31
2.7.2.3.	Sistema de Puerto Directo.....	31
CAPÍTULO III - INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ÓXIDO NITROSO		33
3.1.	Elección de un sistema de óxido nitroso	33
3.2.	Precauciones y normas de seguridad	34
3.3.	Preparación básica previa a la instalación del sistema	36
3.3.1.	Actualización del Sistema de Encendido.....	37
3.3.2.	Implementación de una línea de combustible independiente.	43
3.3.3.	Adaptación del inyector de óxido nitroso al múltiple de admisión.....	47
3.4.	Montaje del equipo.....	50
3.5.	Funcionamiento del sistema de óxido nitroso	56
CAPÍTULO IV - PRUEBAS Y RESULTADOS		57
4.1.	Pruebas de ruta	57

4.2.	Pruebas de dinamómetro.....	58
4.2.1.	Gráficos comparativos de curvas de torque y potencia	60
4.2.1.1.	Prueba con motor estándar.....	60
4.2.1.2.	Prueba con Óxido Nitroso	61
4.2.2.	Análisis comparativo de curvas de potencia.....	62
4.3.	Emisiones Contaminantes	63
4.3.1.	Adaptación de Sonda Lambda	64
4.3.2.	Prueba de Emisiones	66
4.3.3.	Análisis	69
	CONCLUSIONES.....	70
	RECOMENDACIONES	72
	BIBLIOGRAFÍA	74
	ANEXOS	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Taller especializado en Argentina.	2
Figura 1.2. Instrucción en uno de los Vehículos Preparados.	3
Figura 1.3. Distribuidores de equipos de Óxido Nitroso.	3
Figura 2.1. Contaminación en Quito.	7
Figura 2.2. Carburador Nikki – doble vénturi.	9
Figura 2.3. Motor Nissan L16.	12
Figura 2.4. Molécula de Óxido Nitroso.	14
Figura 2.5. Messerschmitt – avión Alemán que utilizó Óxido Nitroso.	15
Figura 2.6. Primeras publicaciones en revistas acerca del Óxido Nitroso.	17
Figura 2.7. Equipo de Óxido Nitroso seleccionado para el proyecto.	19
Figura 2.8. Cilindro marca NX, de 10 lb de capacidad.	20
Figura 2.9. Válvula Reguladora de Flujo – con dispositivo de seguridad.	21
Figura 2.10. Manguera Mallada de Acero.	22
Figura 2.11. Filtro de N ₂ O – con malla.	22
Figura 2.12. Electroválvula o Solenoide.	23
Figura 2.13. Armador – con seguridad de activación.	24
Figura 2.14. Pulsador de N ₂ O.	25
Figura 2.15. Jets para N ₂ O y Combustible.	26
Figura 2.16. Inyectores de N ₂ O.	26
Figura 2.17. Sistema de Óxido Nitroso Seco.	28
Figura 2.18. Placa de Inyección marca NOS.	30
Figura 2.19. Placa de Inyección marca ZEX, en funcionamiento.	30
Figura 2.20. Sistema de Óxido Nitroso Húmedo – Inyector Simple.	31

Figura 2.21. Sistema de Óxido Nitroso Húmedo – Puerto Directo.	32
Figura 3.1. Encendido por Ruptor - Distribuidor Original Nissan L16	37
Figura 3.2. Polea de Cigüeñal Original.....	38
Figura 3.3. Rueda Dentada – 60 dientes menos 2.....	38
Figura 3.4. Platina para soporte de sensor CKP.	39
Figura 3.5. Montaje del Soporte de sensor CKP.	39
Figura 3.6. Rueda Fónica.....	40
Figura 3.7. Separación entre sensor CKP y Rueda Fónica.....	41
Figura 3.8. ECU Programable.	42
Figura 3.9. Bobina de Encendido DIS.	42
Figura 3.10. Software ECU Programable - ajuste avance al encendido.....	43
Figura 3.11. Acople Tipo “Y” – Derivación de Línea de Combustible.....	44
Figura 3.12. Sistema de Combustible para Inyección de N ₂ O.....	44
Figura 3.13. Adaptación de Línea para Retorno de Combustible al Tanque.....	45
Figura 3.14. Acople tipo “T” – Conexión a manómetro de presión.	46
Figura 3.15. Manómetro de presión de combustible.	46
Figura 3.16. Localización de sitio para instalación del Inyector de N ₂ O.....	47
Figura 3.17. Torneado de Acople Adaptador de Inyector.....	48
Figura 3.18. Fabricación de rosca ajustable al múltiple de admisión.	48
Figura 3.19. Acople Terminado.	49
Figura 3.20. Prueba de Adaptación del Inyector al Acople.....	49
Figura 3.21. Instalación del Inyector al Múltiple de Admisión.....	50
Figura 3.22. Instalación de soportes sujetadores del cilindro.....	51
Figura 3.23. Cilindro de N ₂ O instalado.	51
Figura 3.24. Manguera mallada bajo el vehículo.....	52

Figura 3.25. Habitáculo del Motor.	52
Figura 3.26. Filtro utilizado antes de la electroválvula.	53
Figura 3.27. Líneas conectadas a la Electroválvula.	53
Figura 3.28. Inyector de N ₂ O y Jets.	54
Figura 3.29. Jets instalados en el Inyector.	54
Figura 3.30. Inyector instalado al múltiple y conectado a las mangueras de N ₂ O y Combustible.	55
Figura 3.31. Sistema Instalado al Motor Nissan L16.	55
Figura 4.1. Curva comparativa de aceleración	58
Figura 4.2. Vehículo montado sobre los rodillos del dinamómetro.	59
Figura 4.3. Pruebas de Dinamómetro.	59
Figura 4.4. Mediciones computarizadas en dinamómetro.	60
Figura 4.5. Curvas de torque y potencia normal del motor.	61
Figura 4.6. Curvas de torque y potencia con óxido nitroso.	62
Figura 4.7. Sensor de Oxígeno.	63
Figura 4.8. Lector de factor lambda.	63
Figura 4.9. Colector de Escape.	64
Figura 4.10. Adaptación de tuerca al colector de escape.	64
Figura 4.11. Sensor de oxígeno instalado en el colector de escape.	65
Figura 4.12. Conector del sensor de oxígeno y lector de factor lambda.	65
Figura 4.13. Lector de factor lambda en funcionamiento.	66
Figura 4.14. Curva de porcentaje de CO y CO ₂ en función del factor lambda.	66
Figura 4.15. Curva de cantidad de HC en ppm de acuerdo al factor lambda.	67
Figura 4.16. Curva de cantidad de NO _x en ppm de acuerdo al factor lambda.	67
Figura 4.17. Lectura de factor lambda con motor estándar.	68

Figura 4.18. Lectura de factor lambda con óxido nitroso.....	68
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Valores de Umbrales de Emisiones.....	6
Tabla 2.2. Especificaciones Motor Nissan L16.....	13
Tabla 4.1. Aceleración normal y utilizando óxido nitroso.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Abreviaturas.....	75
Anexo 2 – Distribución de Pines en el Conector de la ECU.....	76
Anexo 3 – Diagrama esquemático del sistema de encendido.....	78
Anexo 4 - Diagrama de Instalación del Equipo de Óxido Nitroso Húmedo	79
Anexo 5 - Diagrama esquemático del Sistema de Óxido Nitroso Húmedo	80
Anexo 6 – Ajustes Sugeridos para Evitar la Detonación.	81
Anexo 7 – Tabla de Combinaciones de JETS en base a los HP Extra.	82

Estudio de la Influencia del Óxido Nitroso en un motor Nissan L16

La importancia de este trabajo tiene como finalidad aprender a instalar, poner a punto y utilizar un sistema de óxido nitroso (N_2O) en un vehículo equipado con un motor Nissan L16, lo cual servirá como guía para futuras aplicaciones.

Los equipos de óxido nitroso, han sido utilizados en muchos países desde hace varias décadas en motores de combustión interna, principalmente para competencias automotrices, pero en el Ecuador existe desconocimiento sobre el uso de dichos equipos, el incremento de potencia adicional que se puede obtener, los peligros expuestos, así como la contaminación ambiental que su uso pueda ocasionar, siendo estos los principales objetivos de la investigación.

El N_2O es un gas no inflamable, una molécula de óxido nitroso se compone de 2 átomos de nitrógeno y 1 átomo de oxígeno, contiene 36% de oxígeno (el aire contiene solo el 21% de oxígeno), éste aumento de oxígeno es lo que permite que más combustible sea quemado, y el resultado de esto es más potencia.

El proyecto logró cumplir las expectativas planteadas, que a través de la investigación, implementación, establecimiento de procedimientos, puesta a punto y pruebas, se incrementó la potencia del motor en un 77,08% mientras que el torque incrementó 103,37%; en lo referente a la emisión de gases, se enriqueció la mezcla hasta un 32% lo cual nos da un incremento de CO y HC, sin embargo éste aumento de emisiones es posible disminuirlas implementando un catalizador.

Cabe enfatizar que se establecieron todas las medidas de seguridad necesarias para evitar que tanto los ocupantes del vehículo, así como el motor, corran peligro a causa de fallas técnicas.

Study of the Influence of Nitrous Oxide in a Nissan L16 Engine

The core objective of this project is to learn how to install, tune and put to work a Nitrous Oxide (N_2O) System in a car equipped with a Nissan L16 Engine, which will serve as a guide for future implementations.

Nitrous Oxide Systems have been used in many countries for several decades in internal combustion engines, mainly for car racing purposes, but in Ecuador there is still little knowledge about the use of N_2O systems as well as the increment in power that can be gained, the exposed dangers and the pollution caused, being these the main objectives in the investigation.

The N_2O is a non-flammable gas, a molecule of nitrous oxide is formed of two atoms of nitrogen and one atom of oxygen, it contains 36% of oxygen (in normal air the oxygen is 21%). The increase in oxygen levels allows that more fuel can be burnt during combustion resulting in more power to the engine.

This project has been able to accomplish with all the expectatives raised, that through the investigation, implementation, establishment of procedures, tuning and extensive tests, the power of the engine was increased in a 77.08% while torque also increased in a 103.37%. In concern to gas emissions, the mixture was enriched in a 32%, which gives a proportional increase of CO and HC, however this increase in emissions can be reduced with a catalytic converter.

It should be emphasized that this project was executed considering all the necessary security measures to avoid any danger caused towards the passengers as well as the engine with any technical failures.

CAPÍTULO I

Introducción

El parque automotriz en el Ecuador en los últimos años ha sufrido un incremento considerable; y con ello, los porcentajes de contaminación ambiental, se han aumentado de igual forma.

En el ámbito de las carreras automotrices suelen utilizarse diferentes clases de combustibles y equipos que brindan potencia extra a los motores, pero a la vez se desconocen las normas de seguridad que hay que tener y la contaminación al medio ambiente que esto pueda ocasionar, prohibiendo el uso del sistema de Óxido Nitroso en las mismas.

No existen conocimientos sobre el uso e instalación de estos sistemas en los talleres automotrices en el Ecuador, así mismo es el desconocimiento por parte de las autoridades que regulan el uso de diferentes equipos no originales en los vehículos.

El Objetivo del presente proyecto se basa en estudiar y analizar la influencia del sistema de Óxido Nitroso utilizándolo en un motor Nissan L16, lo que ayudará a conocer los riesgos que este sistema pueda ocasionar tanto a los vehículos como al medio ambiente, y de igual forma a comprobar la potencia adicional que se puede adquirir en un motor, haciendo un análisis comparativo entre gasolina pura y mezclada con óxido nitroso utilizando un dinamómetro y analizador de gases.

Los procedimientos para la implementación de estos sistemas, permitirá su instalación en diferentes tipos de motores, también se establecerán los riesgos y peligros a los que están expuestas las personas que instalan y usan los sistemas de Óxido Nitroso.

La aplicación de técnicas de investigación teórico-prácticas para el desarrollo del presente trabajo de investigación, aportarán a corroborar si el estudio propuesto es viable. Por lo que las metodologías a usar son: las de observación, medición, experimentación y entrevista.

La presente investigación tiene lugar inicialmente en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, ya que allí se cuenta con bastante experiencia tanto en la fabricación como en talleres especializados en sistemas de óxido nitroso, además de competencias automotrices a nivel nacional e internacional.



Figura 1.1. Taller especializado en Argentina.

Fuente: Carlos Toro



Figura 1.2. Instrucción en uno de los Vehículos Preparados.

Fuente: Carlos Toro



Figura 1.3. Distribuidores de equipos de Óxido Nitroso.

Fuente: Carlos Toro

Posteriormente en Quito, Ecuador, en el taller automotriz de propiedad del autor del presente proyecto, se realizará la instalación del sistema, en un vehículo cuyo motor es un Nissan L16.

La realización del estudio emisión de gases y las pruebas de potencia de dinamómetro se las realizará en el área de taller de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.

El trabajo de investigación se lo ha planteado en 4 capítulos los cuales abarcan los principios básicos que sustentan el proyecto al igual que los detalles y características de las partes involucradas en aumentar la potencia del motor. Este análisis pretende identificar el impacto del Óxido Nitroso en el ambiente de Quito y conocer una nueva oportunidad de negocio para implementar la instalación, puesta a punto y funcionamiento de estos sistemas en diferentes modelos y tipos de motores.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1. Medio Ambiente

2.1.1. Contaminación ambiental

Se denomina contaminación ambiental a la presencia de cualquier concentración de agentes que puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de los seres vivos.

Al hablar de contaminación ambiental, inmediatamente se asocia a los vehículos, que por su antigüedad o mal mantenimiento emiten gases tóxicos por el tubo de escape; por lo cual se deduce, que el sector automotriz es uno de los responsables más directos de la contaminación ambiental.

El monóxido de carbono (CO) que resulta de la combustión de los derivados del petróleo es una sustancia venenosa que afecta la respiración y al transporte de oxígeno en la sangre.

El dióxido de carbono (CO₂) absorbe las radiaciones solares aumentando el calor.

Los gases del plomo, hidrocarburos (HC) y otros, que se desprenden de la gasolina también son venenosos.

2.1.2. Parámetros permitidos por la Corpaire para el control de gases en los vehículos

La Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito, ha establecido la siguiente tabla con los umbrales máximos permitidos en emisiones de gases de acuerdo al año y tipo de vehículo.

Tabla 2.1. Valores de Umbrales de Emisiones.

VALORES MÁXIMOS (UMBRAL TIPO III) DE EMISIONES DE VEHICULOS A GASOLINA (RTV 2009)			
PRUEBA EN VACIO EN ALTAS Y BAJAS REVOLUCIONES:			
ANO MODELO	CO (% V) Monóxido de carbono	HC (ppm) Hidrocarburos	O2 (% V) Oxigeno
2000 Y POSTERIORES	1	200	5
1990 – 1999	4.5	750	5
MENOR A 1989	7	1300	5

VALORES MAXIMOS (UMBRAL TIPO III) DE EMISIONES DE MOTOCICLETAS DE 2 Y 4 TIEMPOS (RTV2009)			
PRUEBA EN VACIO EN BAJAS REVOLUCIONES-RALENTI:			
AÑO MODELO	CO (% V) Monóxido de carbono	HC (ppm) Hidrocarburos	O2 (% V) Oxigeno
TODAS	8	6000	5

VALORES MAXIMOS (UMBRAL TIPO III) DE OPACIDAD DE VEHICULOS A DIESEL (RTV2009)	
PRUEBA EN ACELERACION LIBRE:	
ANO MODELO	% de OPACIDAD
2000 Y POSTERIORES	50
1999 Y ANTERIORES	60

Fuente: Corpaire

2.1.3. Índice de Contaminación en la ciudad de Quito

El primer punto es la incidencia de la altitud de la ciudad de Quito, está comprobado que a 2800 metros de altitud se respira aproximadamente un 30% menos de oxígeno que a nivel del mar, a esto sumado que el contaminante que predomina en el aire es el monóxido de carbono (CO) que proviene de los vehículos con motor a gasolina que de igual forma en la altitud de Quito, no completan la combustión al 100% haciendo no solo que se pierda potencia sino también que haya más emisión de toxinas de combustible.

Estas fueron algunas de las razones para implementar la revisión técnica vehicular como medida obligatoria para la circulación, logrando así una reducción de estos componentes de la atmosfera en un 35% de CO y 25% de hidrocarburos en solo 3 años.

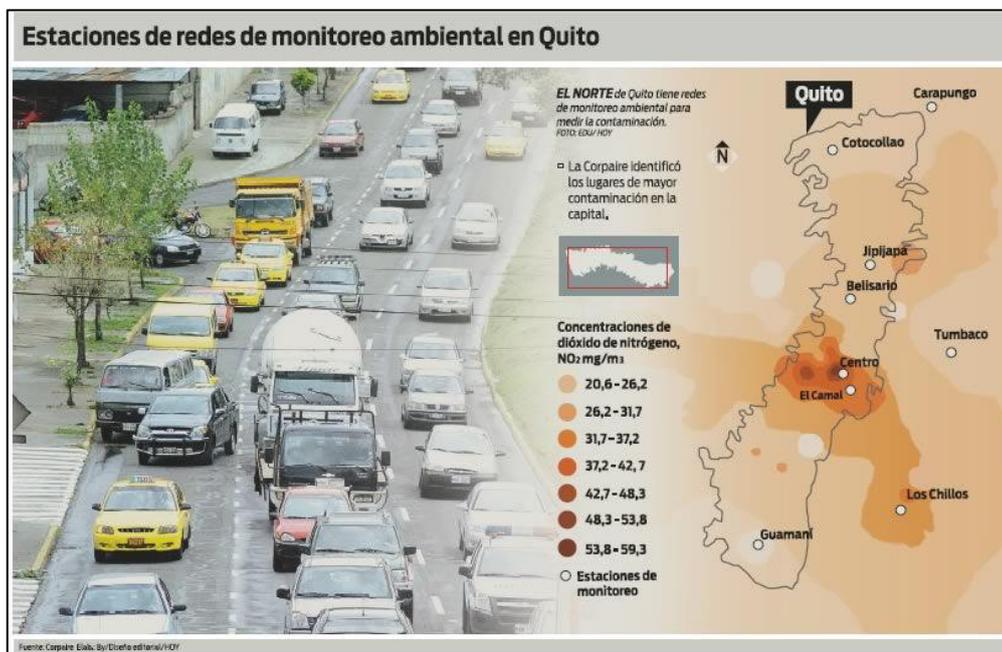


Figura 2.1. Contaminación en Quito.

Fuente: Corpaire

Elaborado: Diseño editorial HOY

2.2. Sistemas de alimentación de combustible

Son los encargados de hacer llegar el combustible desde el tanque hasta los cilindros del motor. El componente encargado de llevar el combustible desde el depósito al carburador o rampa de inyección es una bomba mecánica o eléctrica, pasando por el filtro.

2.2.1. Carburador

Fue desarrollado en el siglo XIX conjuntamente con el motor de ciclo Otto, para así poder controlar la velocidad a la que este funcionaba mediante la mezcla correcta de los 2 componentes que se necesitan: aire y combustible.

El carburador consta principalmente de 2 partes, la primera es la parte encargada de almacenar el combustible a un nivel constante, la segunda es donde se produce la mezcla de aire y combustible.

En la carrera de admisión, el pistón mientras baja aspira aire que proviene desde el depurador pasando por el carburador, específicamente por un estrechamiento llamado "Venturi", la velocidad del aire se eleva y por efecto el Venturi éste aspira el combustible por una tobera desde la "Cuba" que es donde se almacena el combustible. Esta gasolina es esparcida y mezclada con el aire fluyendo por el colector de admisión hacia el interior del cilindro.

En la mayoría de los casos el combustible es entregado por medio de una bomba de succión mecánica que trabaja por el accionamiento de una palanca en contacto al eje de levas, sin embargo es común también encontrar bombas eléctricas en estos sistemas, en ambos casos deberán estar ajustadas de forma

que el caudal que llegue al carburador y se interrumpa tan pronto como se alcance el nivel correcto de combustible.



Figura 2.2. Carburador Nikki – doble vénturi

Fuente: Carlos Toro

2.2.2. Inyección

Atrás ha quedado el uso del carburador. Las estrictas normas ambientales han obligado a evolucionar a pasos agigantados el desarrollo de sistemas alternativos.

Desde sistemas de inyección mecánicos se ha innovado a modernos sistemas electrónicos en los que la cantidad de gasolina inyectada depende de muchos factores que por medio de sensores se envía información a la unidad electrónica de control (ECU) tales como la composición de gases del escape, presión del colector de admisión, régimen y posición de giro del motor, porcentaje

de apertura de la mariposa del cuerpo de aceleración, temperatura del aire y del refrigerante del motor, etc. Hacen que la ECU, procese dicha información para realizar las correcciones necesarias en la dosificación del combustible por medio de actuadores.

En los sistemas de inyección modernos la gasolina no es aportada directamente por el aire, sino que es inyectada inmediatamente antes de cada válvula de admisión, consiguiéndose con ello eliminar los defectos causados por la diferencia de inercias. Pero también no podemos dejar de lado la progresiva y rápida incorporación de los sistemas de inyección de gasolina directos. En estos casos, la inyección se realiza directamente dentro de la cámara de combustión.

Estos sistemas de inyección trabajan con una bomba eléctrica de combustible que generalmente entrega un buen caudal que por medio de un regulador se puede obtener de 3 a 6 bares de presión.

2.3. Encendido del motor

El sistema de encendido ya sea convencional (por Ruptor), electrónico (efecto Hall) o DIS (Distributorless Ignition Systems) tiene como objetivo principal la producción y distribución de la chispa de alta tensión necesaria en la bujía en el momento preciso de culminación del tiempo de compresión para así lograr el encendido provocado y posterior combustión de la mezcla de aire y combustible.

2.3.1. Avance al Encendido

Teóricamente, el momento adecuado para lanzar la chispa a la bujía es cuando el pistón está en el punto muerto superior con la mezcla de aire combustible

completamente comprimida y así lograr el mayor empuje hacia abajo una vez iniciada la combustión.

El mayor problema surge en el tiempo que se demora la mezcla en encenderse, por lo tanto si la chispa llega a la bujía con el pistón en PMS, la expansión de la mezcla empujará el pistón hacia abajo recién cuando este esté bajando, lo cual desperdiciaría parte de la fuerza de la combustión.

Por ello, para obtener el máximo aprovechamiento de la fuerza de la combustión es utilizado el avance al encendido, es decir, hacer llegar la chispa a la bujía antes que el pistón llegue al PMS, pero teniendo muy presente que si le damos demasiado avance la expansión de la mezcla empujará el pistón antes que alcance el PMS y por tanto intentará que el motor gire en dirección contraria, a esto se lo conoce como “picar biela, cascabeleo o golpeteo” que se muestra por sonidos metálicos característicos de esta situación.

Al avance al encendido se lo mide en grados de giro del cigüeñal antes del PMS.

2.4. Motor Nissan L16

2.4.1. Generalidades

Los motores de la serie “L” de Nissan fueron fabricados en configuraciones de 4 y 6 cilindros en línea, con cilindradas que van desde 1,3L hasta 2,8L. Estos motores fueron producidos desde 1967 hasta 1986.

El motor Nissan L16 viene con una cilindrada de 1595 cc.



Figura 2.3. Motor Nissan L16.

Fuente: Carlos Toro

2.4.2. Especificaciones

A continuación, podemos apreciar los datos técnicos más relevantes del motor Nissan L16.

Tabla 2.2. Especificaciones Motor Nissan L16

Cilindrada	1.595 cc.
Número y Disposición de Cilindros	4 Cilindros en línea.
Combustible	Gasolina.
Enfriamiento	Agua.
Eje de Levas	OHC.
Diámetro de Cilindro	83,0 mm.
Carrera de Pistón	73,7 mm.
Relación de Compresión	8,5 : 1.
Potencia Máxima	100 HP a 6.000 rpm.
Par Motor Máximo	13,5 kg.m (97,6 lbs.pie) a 4.000 rpm.
Encendido	Convencional, Ruptor.
Orden de Encendido	1 – 3 – 4 – 2
Velocidad de marcha en vacío	600 rpm
Tiempo de Encendido (A.P.M.S.)	10°.
Bujías de Encendido	NGK BP5ES o equivalente.

Fuente: (Nissan Motor Co. Ltd., 1980, pág. 46)

2.5. El óxido nitroso

2.5.1. Definición

El Óxido Nitroso (N_2O), es una sustancia química compuesta por 2 átomos de Nitrógeno y 1 átomo de Oxígeno.

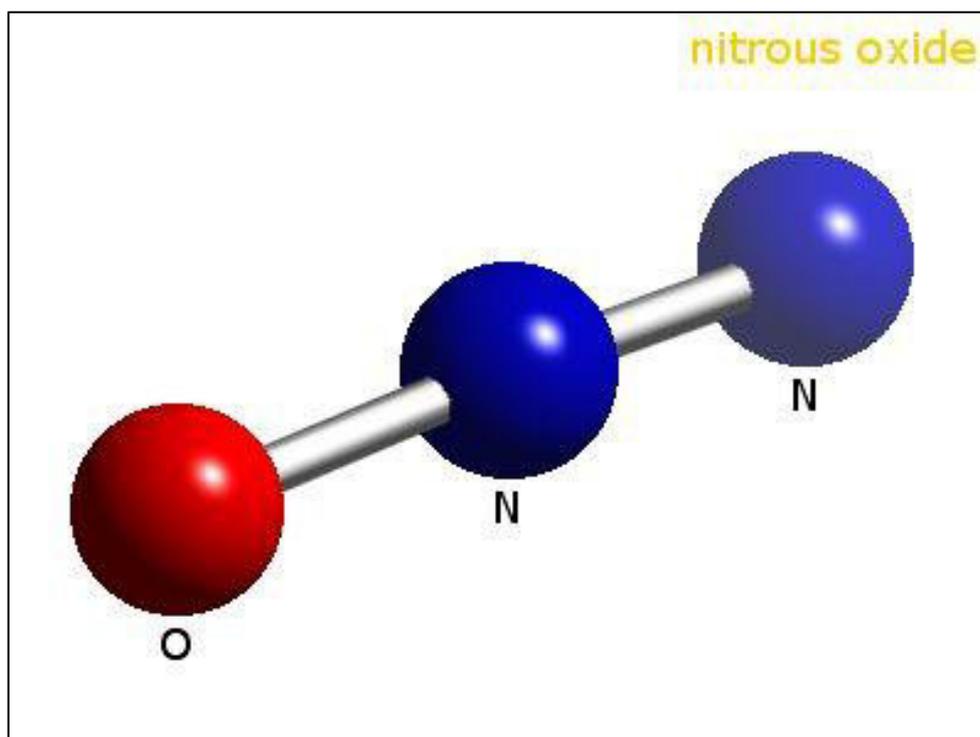


Figura 2.4. Molécula de Óxido Nitroso.

Fuente: Winter. M. (2012). *WebElements*. Recuperado el 10 de octubre de 2013, de http://www.webelements.com/compounds/nitrogen/nitrous_oxide.html

En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1.5 veces más pesado que el aire, es relativamente soluble en agua, alcohol y aceites.

El N_2O es estable y generalmente inerte, pero mantiene la combustión de manera semejante al Oxígeno, aunque es un comburente más suave.

2.5.2. Uso en Motores

Varias décadas antes que el N_2O fuese utilizado en motores de automóviles, la Luftwaffe (Fuerza Aérea de Alemania) de Hitler, ya habría tomado gran ventaja del N_2O durante la Segunda Guerra Mundial.

Destinado específicamente para proporcionar un impulso superior a gran altitud con una escapada rápida gracias al incremento de potencia de los motores.

Aviones de combate como el “Messerschmitt” lo utilizaban habitualmente, los cuales empleaban turbocompresores en combinación con el sistema de aumento de potencia de un sistema de inyección de óxido nitroso. El óxido nitroso era conservado, en estado líquido, en bombonas protegidas por fibra de vidrio y aleaciones ligeras para evitar fugas y proporcionaba oxígeno extra a la mezcla.



Figura 2.5. Messerschmitt – avión Alemán que utilizó Óxido Nitroso.

Fuente: USAF (2013). *Wikipedia*. Recuperado el 22 de octubre de 2013, de http://es.wikipedia.org/wiki/Messerschmitt_Me_262

2.5.3. Uso Automotriz

De acuerdo a Mc Clurg, B. (2012), dice que el primer comerciante de accesorios de alto desempeño en introducir el Óxido Nitroso para el sector automotriz fue Ron Hammel.

En California, alrededor de 1958, Ron Hammel trabajó en varios equipos de carreras “Drag”, pero no fue hasta 1962 a 1963 que empezó a experimentar con Óxido Nitroso. Su compañía “10,000 RPM SpeedEquipment” empezó a vender N_2O en 1962.

Ron Hammel vendió una gran cantidad de equipos de Óxido Nitroso desde aproximadamente 1969 hasta principios de 1980.

Podría decirse que la popularización del óxido nitroso como un sumador de potencia del automóvil no habría experimentado un crecimiento tan rápido y la popularidad no hubiera sido por un par de factores:

Primero, el resurgimiento de las carreras callejeras en la década de 1970, debido en parte al cierre de una serie de pistas “Drag” populares en todo el país; y en segundo lugar, la inmensa popularidad de las nuevas carreras y sus diversas clases como son: Outlaw Street Car, Street Legal Drag, World’sFastest Street Car Competition, etc.

Hoy en día los sistemas de óxido nitroso se han perfeccionado al punto que también son controlados por medio de computadoras que inyectan el N_2O automáticamente.

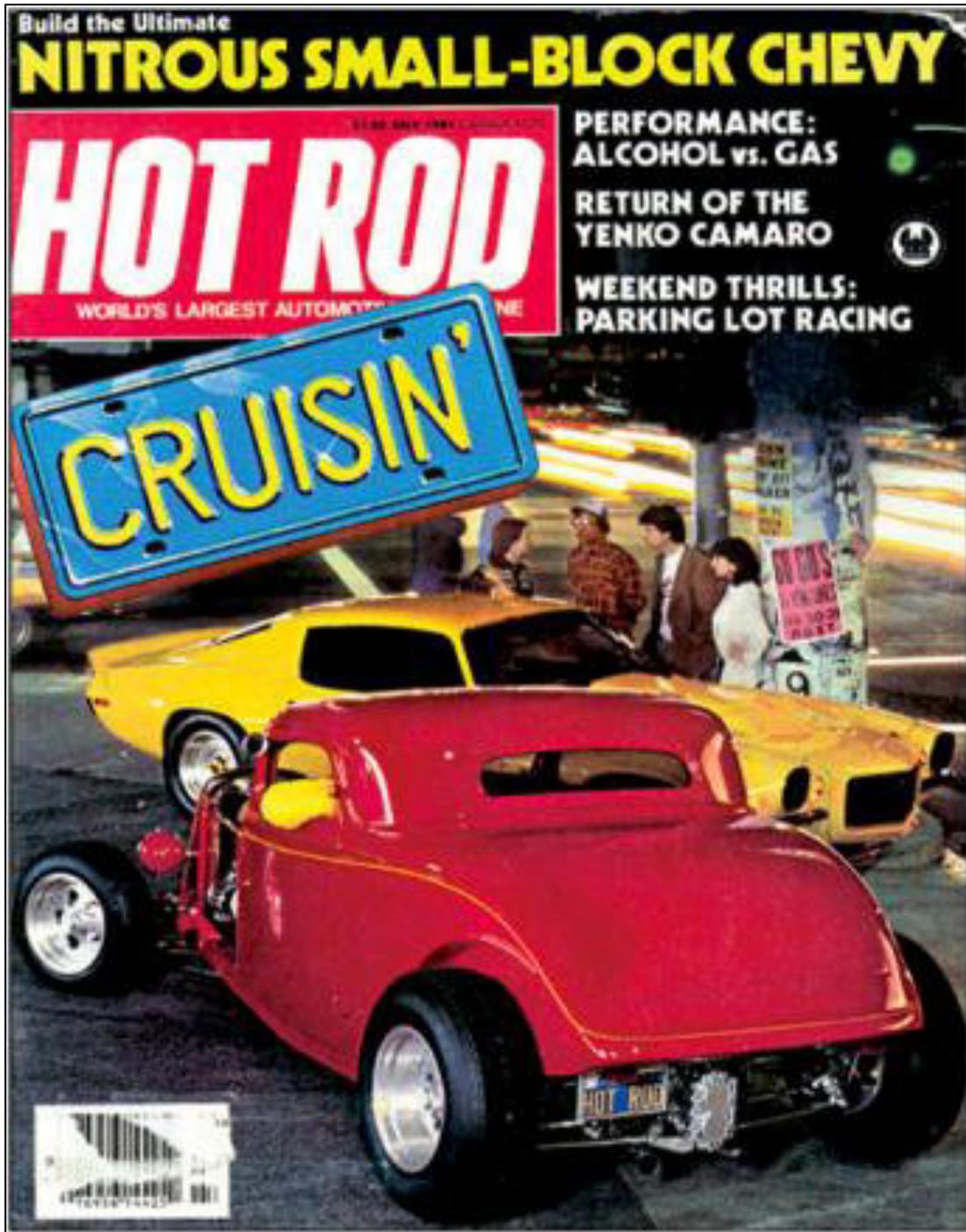


Figura 2.6. Primeras publicaciones en revistas acerca del Óxido Nitroso

Fuente: (Mc Clurg, 2012, pág. 8)

2.6. Sistemas de óxido nitroso

Actualmente, se venden equipos de Óxido Nitroso para uso automotriz, los cuales son fabricados por diferentes compañías, las marcas más destacadas son:

- NX (Nitrous Express)
- NOS (Nitrous Oxide Systems, Inc.).
- Edelbrock
- NS (Nitrous Supply)
- Venom
- ZEX
- Nitrous Works
- NY-Trex

El principal objetivo de un sistema de N_2O para uso automotriz es lograr potencia adicional, mediante el control y conducción de flujo del óxido nitroso en la dosis perfecta hacia el motor a voluntad del conductor.

Básicamente, inyectado Óxido nitroso en la admisión de aire, enriqueciendo la mezcla, y así aumentando el poder de quemado del combustible, lo que proporciona una ganancia instantánea de la potencia.

Además un sistema de N_2O cuenta con varias protecciones y seguridades para evitar que un motor se dañe, siempre y cuando el sistema sea instalado profesionalmente.

2.6.1. Partes

Un sistema de óxido nitroso, sin importar su marca, consta básicamente de las siguientes partes:

- Botella, tanque, cilindro o garrafa.
- Válvula reguladora de flujo.

- Mangueras malladas de acero.
- Filtros.
- Electroválvula o solenoide
- Armador
- Pulsador
- Jet, calibre o chicler.
- Inyectores o placa de inyección.



Figura 2.7. Equipo de Óxido Nitroso seleccionado para el proyecto.

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.1. Botella, Tanque, Cilindro o Garrafa

Es aquella que contiene el óxido nitroso, la cual dispone una válvula de seguridad que libera N_2O en caso se sobrepase los 2.000 psi de presión. El cilindro, suele ser de acero, aluminio o incluso fibra de carbono, y debe de estar ubicada lógicamente en un lugar seguro del vehículo, en este caso podría ser el maletero.

La capacidad de contenido del cilindro, puede variar desde 16oz hasta 20 lb, todo depende del uso para el cual será destinado.



Figura 2.8. Cilindro marca NX, de 10 lb de capacidad.

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.2. Válvula Reguladora de Flujo

Se encuentra ubicada en la parte superior de la botella y normalmente es de accionamiento manual que permite abrir y cerrar el paso del óxido nitroso.

Dependiendo de la cantidad de flujo que deje pasar la válvula, el sistema suministrará una cantidad u otra de óxido nitroso, con lo cual la importancia de esta sencilla válvula es máxima puesto que será determinante en el rendimiento del sistema.

De hecho la única diferencia entre unas válvulas u otras suele ser el caudal que permiten pasar por ellas, que deberá estar acorde con el tipo de preparación y la cantidad de potencia extra que se pretenda conseguir.



Figura 2.9. Válvula Reguladora de Flujo – con dispositivo de seguridad.

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.3. Mangueras Malladas de Acero

Está hecha de materiales muy resistentes capaces de soportar presiones superiores a 2.000 psi.

Esta mangueras son las encargadas de conducir el N₂O desde el Cilindro o Garrafa hacia el motor.



Figura 2.10. Manguera Mallada de Acero.

Fuente: (Holley Performance Products Inc, 2007)

2.6.1.4. Filtros

Son los que se encargan de evitar que contaminen la electroválvula o al inyector, están elaborados con una malla especial de acero utilizada en la industria aeroespacial.

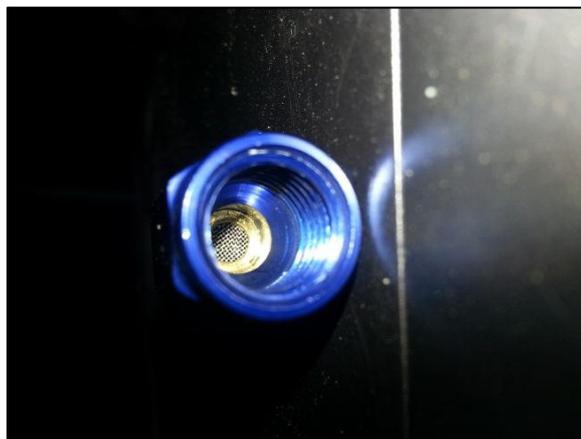


Figura 2.11. Filtro de N₂O – con malla.

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.5. Electroválvula o Solenoide

Son válvulas que al abrirse permiten el suministro del óxido nitroso al circuito de admisión. Normalmente la activación de estas electroválvulas se hace por medio de un relé, que es activado mediante el pulsador o botón.

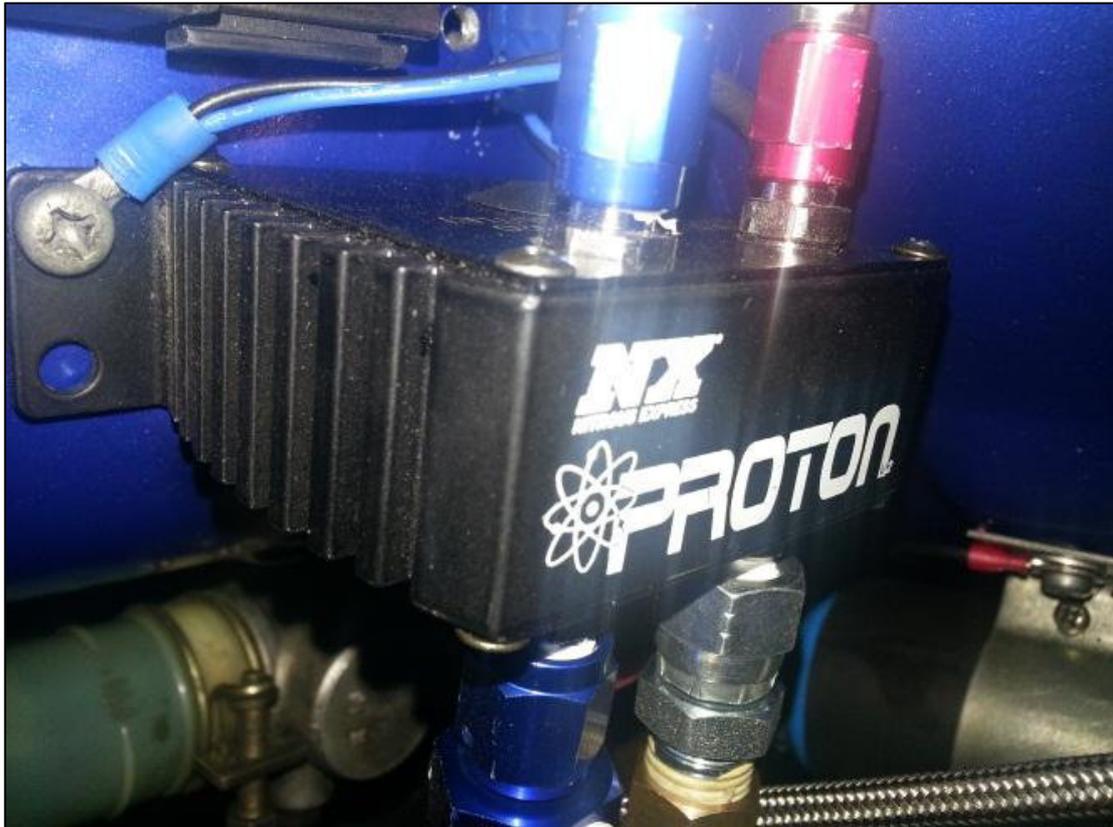


Figura 2.12. Electroválvula o Solenoide

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.6. Armador

Es un interruptor que se localiza en el habitáculo, su función es habilitar los pulsadores o botones que activan la "inyección" de óxido nitroso.

Es por tanto algo parecido a un interruptor de seguridad para impedir la activación accidental del sistema.

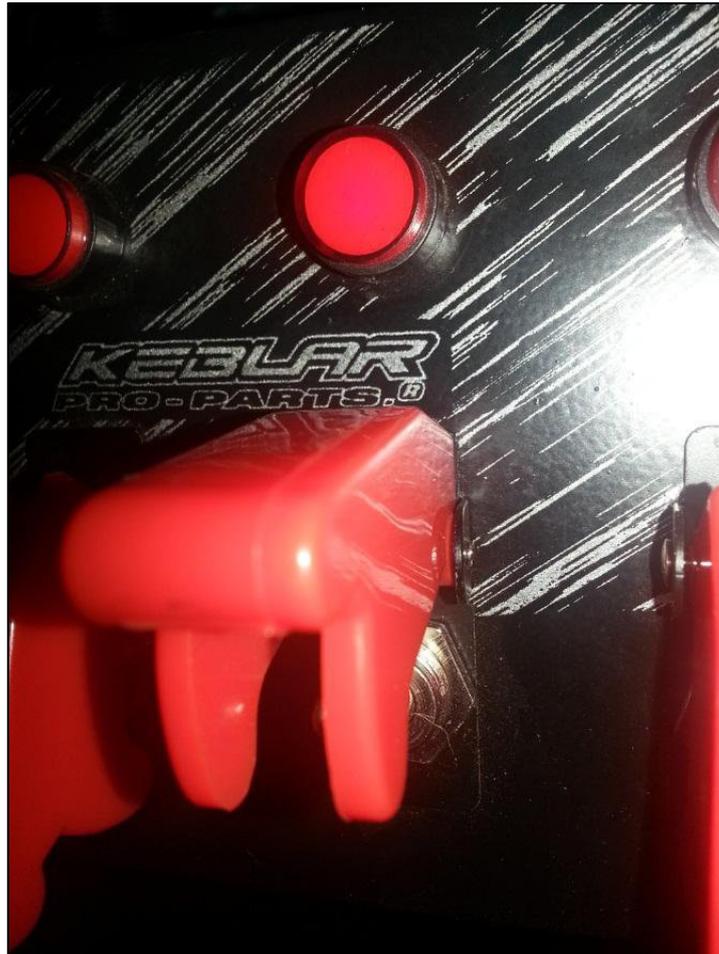


Figura 2.13. Armador – con seguridad de activación.

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.7. Pulsador

Es el botón que al pulsarlo provoca la activación de la electroválvula que suministra el óxido nitroso (o la combinación del combustible y el óxido nitroso si se trata de un sistema de nitro "húmedo").

Cabe recalcar que el pulsador debe ir instalado en un sitio cerca del volante de dirección o la palanca de cambios, ya que de esta forma aseguramos tener siempre las manos habilitadas al control del vehículo en todo momento.



Figura 2.14. Pulsador de N₂O.

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.8. Jet, Calibre o Chicler

Son piezas de acero que tienen un paso calibrado, muy similar a los usados en los carburadores.

Estos Jets son de suma importancia ya que son utilizados para dosificar la cantidad de óxido nitroso que entra al motor y por tanto la cantidad de HP adicional.

Van montados en las boquillas de entrada de los inyectores o de la placa de inyección.



Figura 2.15. Jets para N_2O y Combustible.

Fuente: Carlos Toro

2.6.1.9. Inyectores o Placa de Inyección

Son los encargados de inyectar el óxido nitroso al sistema de admisión del motor o en el caso de que sea un sistema de nitro “húmedo” inyectarán óxido nitroso y combustible a la vez.



Figura 2.16. Inyectores de N_2O .

Fuente: Carlos Toro

2.7. Tipos de sistemas de óxido nitroso

Existen diferentes sistemas de óxido nitroso, los cuales son utilizados para distintas aplicaciones y tipos de motores.

Hay 2 tipos de sistemas básicos de óxido nitroso: seco y húmedo. El nombre de "Nitro Seco" o "Nitro Húmedo" deriva de su mecanismo de acción más que otra cosa.

2.7.1. Sistema Seco

Un sistema de nitro "seco" significa que se inyecta únicamente óxido nitroso al motor, mientras que el combustible adicional requerido para obtener la energía adicional se introduce a través de los inyectores de combustible.

La inyección adicional de combustible se puede lograr mediante dos métodos. En primer lugar, aumentando la presión del combustible hacia los inyectores cuando se activa el sistema. La segunda manera en que podemos añadir el combustible requerido es aumentando el tiempo que el inyector de combustible permanece abierto. Esto se logra engañando a la computadora en la adición del combustible requerido. En cualquiera de los casos, una vez que el combustible se ha añadido, el óxido nitroso se puede introducir para quemar el combustible extra y así generar energía adicional.

Los sistemas "Secos" son los más sencillos, los más económicos y los menos potentes.



Figura 2.17. Sistema de Óxido Nitroso Seco.

Fuente: (Holley Performance Products Inc, 2007, pág. 7)

2.7.2. Sistema Húmedo

Estos sistemas son muchos más complejos y costosos que los secos.

Su mecanismo básico consiste en hacer una mezcla previa de N_2O con combustible y que esta mezcla vaya a la cámara de combustión, a diferencia del "seco" que solo pasaba N_2O por la admisión, aquí pasa el N_2O mojado con gasolina, recibiendo así su nombre de Sistema Húmedo.

Existen 3 tipos de Sistemas Húmedos, los cuales son:

- Sistema de Placa Simple
- Sistema de Inyector Simple
- Sistema Puerto Directo

2.7.2.1. Sistema de Placa Simple

Estos sistemas son también llamados del tipo barra de pulverización. Una placa queda intercalada entre el carburador y el múltiple de admisión.

Hay dos barras de pulverización en cada placa, la superior es de óxido nitroso y la inferior es de combustible. Los pulverizadores de óxido nitroso sobre los de combustible dan una mejor mezcla de estas 2 partes.

Las placas son fáciles de instalar y proporcionan un buen rendimiento, pero no son lo mejor puesto que el óxido nitroso debe viajar a través de todo el colector de admisión. Cuanto más tiempo se tarda en llegar a los cilindros, más se expande.

A mayor espacio que ocupe el óxido nitroso, menos de la mezcla de aspiración normal el motor va a recibir. Por lo tanto el motor se hace más potente si el punto de inyección está lo más cerca de los cilindros como sea posible.

Otro problema con las barras de pulverización es cuando se utiliza kits más grande, el motor vacilará un poco cuando se activa el óxido nitroso. Cuando el nitroso primero viaja por la barra de pulverización, este golpea el punto muerto de la barra y envía un impulso hacia atrás, lo que impide el flujo. Una vez que el sistema está funcionando, no hay problemas, pero esa leve vacilación podría causar patinaje de los neumáticos. Esta reversión es principalmente el problema de los kits más grandes, alrededor de 300 caballos de fuerza o más.



Figura 2.18. Placa de Inyección marca NOS.

Fuente: Carlos Toro



Figura 2.19. Placa de Inyección marca ZEX, en funcionamiento.

Fuente: (Mc Clurg, 2012, pág. 73)

2.7.2.2. Sistema de Inyector Simple

También conocidos como atomizadores (introducidos por NOS Systems), el sistema nitroso de boquilla puede producir mucha más energía sin ningún problema de reversión.

Un sistema de inyector, da mejor mezcla (o niebla), debido a que el óxido nitroso y el combustible se mezclan antes de que se inyecten. A alta presión el óxido nitroso rompe el combustible en un rocío fino.

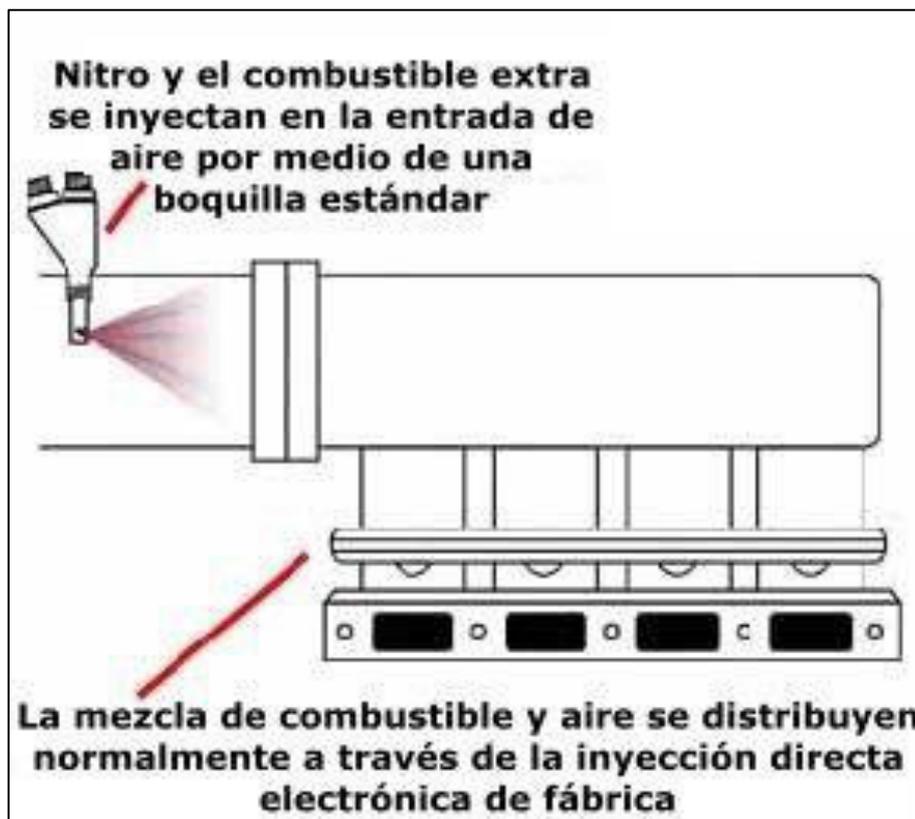


Figura 2.20. Sistema de Óxido Nitroso Húmedo – Inyector Simple.

Fuente: (Holley Performance Products Inc, 2007, pág. 7)

2.7.2.3. Sistema de Puerto Directo

Así como su nombre lo indica, con este tipo de sistema de puerto directo, y se diferencia del anterior ya que tenemos 1 inyector para cada cilindro del motor,

dichos inyectores van instalados en el múltiple de admisión lo más cercano posible a la culata.

El punto de inyección puede estar muy cerca del cilindro para una mínima expansión. En muchos casos, dependiendo de cómo los inyectores están situados y orientados, el flujo de aire de aspiración normal se puede incrementar.

Este es el sistema más potente que existe y uno de los más exactos. Un sistema de Puerto Directo estará compuesto de un bloque de distribución, el cual distribuye el óxido nitroso y el combustible. Debido a esto y la gran potencia de estos sistemas, son casi siempre utilizados en autos de carrera construidos para soportar la carga de tales niveles de caballos de fuerza.

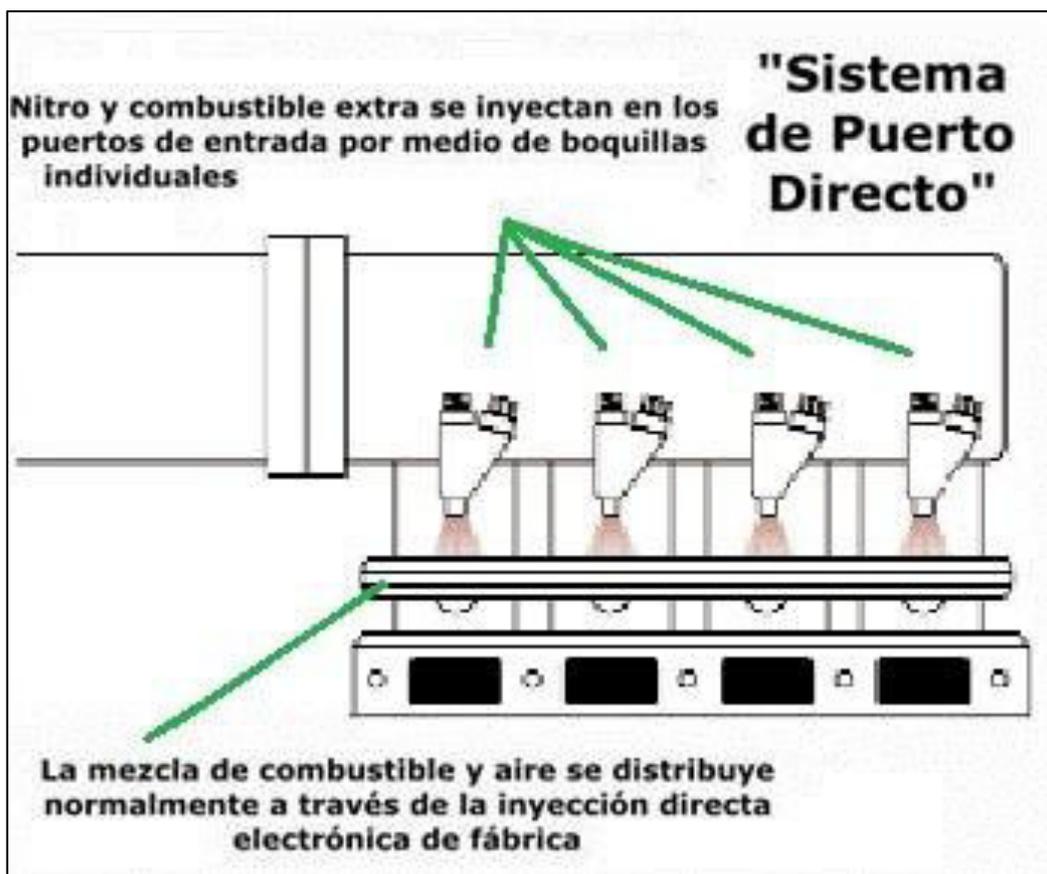


Figura 2.21. Sistema de Óxido Nitroso Húmedo – Puerto Directo.

Fuente: (Holley Performance Products Inc, 2007, pág. 7)

CAPÍTULO III

Instalación del sistema de óxido nitroso

3.1. Elección de un sistema de óxido nitroso

Lo primero que se debe hacer es elegir un sistema de óxido nitroso que mejor se adapte tanto a las características del motor al que se va a instalar.

Para un Nissan L16 de 1981, a carburador, encendido convencional por ruptor, eje de levas simple, con pistones bielas cigüeñal y válvulas estándar; el sistema no deberá exceder los 60HP de potencia adicional.

Podría optar por un sistema seco, el cual no solo es más fácil de instalar sino que además entregaría la potencia requerida. Al tener un sistema de alimentación de combustible por carburador, necesariamente debo optar por un sistema húmedo ya que sería imposible surtir el combustible extra necesario al motor con un sistema mecánico como lo es el carburador al momento de inyectar óxido nitroso.

De los sistemas de nitro húmedo, el de inyector simple es el más apropiado, ya que para estar dentro del rango de los 60HP el sistema húmedo de puerto directo los sobrepasaría con 4 inyectores en la mínima dosis y el sistema húmedo de placa no encajaría en la base del carburador por el modelo mismo del motor.

Teniendo en cuenta todo lo anterior he optado por utilizar un equipo de Óxido Nitroso Húmedo de la marca Nitrous Express modelo Protón 2, el cual

viene con un Inyector Simple, el mismo que permite dosificar el Óxido Nitroso para obtener potencia extra que va desde 35HP hasta 150HP.

3.2. Precauciones y normas de seguridad

De acuerdo a Mc Clurg, Bob (2012), para la manipulación e instalación de estos sistemas hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- a. La protección de los ojos es lo primero, utilizar gafas de seguridad es esencial al trabajar con óxido nitroso, ya que este se libera a -127°F y podría causar daños permanentes en la visión, incluso ceguera.
- b. Cuando se transporta Óxido Nitroso, nunca deben ir los cilindros sueltos en un vehículo, donde pueden rodar y hacer contacto con otras partes. Además, nunca intenta someter a un tanque de N_2O a cualquier tipo de proceso de recubrimiento, lo que a menudo afecta a la resistencia del material del tanque.
- c. En cuanto a la batería, como contenemos grandes cantidades de N_2O a bordo, por seguridad a la activación involuntaria del sistema, siempre es bueno desconectarla cuando se hacen trabajos de los componentes eléctricos.
- d. Siempre leer todas las instrucciones de instalación que vienen con los sistemas de óxido nitroso, ya que pueden haber detalles claves en cuanto a ese sistema en particular.
- e. Las condiciones del motor a instalar deben ser óptimas, ya que si existen problemas mecánicos, al momento de inyectar óxido nitroso, solamente agravaremos los daños ya existentes.

- f. La instalación de las cañerías y mangueras de óxido nitroso a veces resulta difícil por la falta de espacio bajo el capó, lo más aconsejable es en lo posible de quebrar las mangueras para asegurar un buen flujo libre.
- g. Los dispositivos de seguridad son necesarios para proteger el motor, tales como: manómetros de presión de aceite, combustible, interruptores de seguridad, limitador de RPM.
- h. Nunca desactivar la operación o ser imprudente manipulando la válvula de seguridad que viene en los cilindros contenedores de N_2O .
- i. Los caballos de potencia extra proceden del combustible, no del óxido nitroso. El N_2O es simplemente un potenciador del combustible que nos permite ajustar la cantidad y la rapidez que un motor quema el combustible. Si el combustible no está allí, el poder no estará allí, así que siempre debemos asegurarnos de tener buen caudal y presión de combustible en el sistema.
- j. La detonación, es la causa principal de daño en motores que utilizan óxido nitroso por el incremento de combustible y energía liberada. Para controlar esto es necesario utilizar combustible con mayor octanaje, cambiar el grado térmico de las bujías por unas más frías así como retrasar el punto de avance al encendido, de acuerdo a la cantidad de HP adicionales que tengamos calibrado en el equipo.
- k. Siempre utilizar la calibración recomendada para el kit instalado y realista para el motor, lo mejor es empezar por dosis bajas de Óxido Nitroso y posteriormente ir aumentando de a poco hasta llegar a la dosificación deseada sin dañar nada.

- l. A la primera señal de detonación, contra explosión o fallo de encendido, siempre en primer lugar se debe reducir el jet o chicler de óxido nitroso. El chorro de N_2O es un oxidante, por lo que el enfoque más seguro es reducir el nivel de N_2O en primer lugar, identificar el problema y luego continuar desde allí.
- m. El mantenimiento rutinario de los filtros de combustible y óxido nitroso da sus frutos. Al igual que un carburador normal, no se necesita mucho para cambiar la calibración de un sistema de N_2O . Incluso un pedazo minúsculo de tierra puede causar grandes problemas.
- n. Si algo no suena del todo bien en el motor, es mejor apagarlo. Es mucho más barato sacar el sistema de nitro y diagnosticar el potencial problema que seguir conduciendo y romper piezas costosas.
- o. Activar el sistema de Óxido Nitroso solamente habiendo superado las 2.500 Rpm.

3.3. Preparación básica previa a la instalación del sistema

Una vez escogido el equipo de óxido nitroso adecuado, lo siguiente es preparar al motor para que el sistema funcione adecuadamente sacando el mayor provecho.

Por las características del motor Nissan L16 y para un correcto funcionamiento del sistema se tiene que realizar 3 modificaciones, detalladas a continuación:

- a. Actualización del sistema de encendido.
- b. Implementación de una línea de combustible independiente.
- c. Adaptación del inyector de óxido nitroso al múltiple de admisión.

3.3.1. Actualización del Sistema de Encendido

Al tener un encendido convencional por ruptor, resulta imposible modificar mecánicamente la curva de avance al encendido para un correcto funcionamiento al momento de inyectar el óxido nitroso.



Figura 3.1. Encendido por Ruptor - Distribuidor Original Nissan L16

Fuente: Carlos Toro

Por tal motivo es necesario actualizar el encendido a uno electrónico, en donde a voluntad personal pueda modificar la curva de avance y la cantidad de grados de retraso al encendido necesarios para inyectar el óxido nitroso.

Para lograr este objetivo se necesita:

- ECU programable
- Sensor de Posición de Cigüeñal
- Rueda Fónica
- Bobinas DIS de Chispa Perdida

Lo primero es adaptar la rueda dentada a la polea del cigüeñal y fabricar un soporte para el sensor CKP, esto se logra adaptando una superficie entre la polea y la rueda fónica para así poderlas ajustar con pernos.



Figura 3.2. Polea de Cigüeñal Original.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.3. Rueda Dentada – 60 dientes menos 2.

Fuente: Carlos Toro

Para adaptar un soporte para el sensor CKP, es necesario una platina de 3mm de espesor con refuerzos, de esta manera asegurar que no haya vibración al mismo tiempo que el sensor CKP mantenga en todo momento la misma distancia a la rueda fónica. Aproveché ajustando la platina al block del motor en

los mismos orificios que ya venían de fábrica para el compresor del aire acondicionado que traían ciertos modelos, en total está apoyada en 3 puntos, 2 hacia un costado del block y 1 hacia la tapa de distribución.



Figura 3.4. Platina para soporte de sensor CKP.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.5. Montaje del Soporte de sensor CKP.

Fuente: Carlos Toro

La rueda dentada a usar tiene 60 dientes menos 2, la inexistencia de 2 dientes seguidos es lo que permite a la ECU por medio de la señal del sensor, saber el momento en que el cigüeñal está a 0° y por ende que el pistón # 1 y # 4 se encuentran en PMS. Los 360° de giro del cigüeñal dividido para el número de dientes de la rueda fónica, representa cada diente 6° de giro.



Figura 3.6. Rueda Fónica.

Fuente: Carlos Toro

El sensor de posición de cigüeñal lo he ubicado a 90° antes del PMS, así hay tiempo suficiente para adelantar los grados de avance al encendido que sean necesarios, dicho sensor tiene una luz de 0,6 mm con respecto a los dientes de la rueda fónica.



Figura 3.7. Separación entre sensor CKP y Rueda Fónica.

Fuente: Carlos Toro

La ECU programable escogida para este propósito es de la marca Rocer Performance de fabricación Argentina, que comparada con otras marcas como FS Racing Ignition o MSD, la escogida es no solo mas económica sino que además cumple con el propósito requerido el cual es poder modificar la curva de avance al encendido, ésta es adaptable a cualquier motor de gasolina con 4 cilindros, y debe ir siempre instalada en algún sitio donde llegue aire constantemente.

La ECU recibe las señales del sensor CKP, para luego enviar los pulsos a los módulos de la bobina DIS con el tiempo de encendido pre-programado.



Figura 3.8. ECU Programable.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.9. Bobina de Encendido DIS.

Fuente: Carlos Toro

La ECU se conecta al PC mediante de un cable USB, viene con un software que se instala en cualquier computador, es sencillo de utilizar y permite modificar la curva de avance al encendido con los grados de retraso para inyectar el N_2O , en un entorno multimedia en tiempo real.

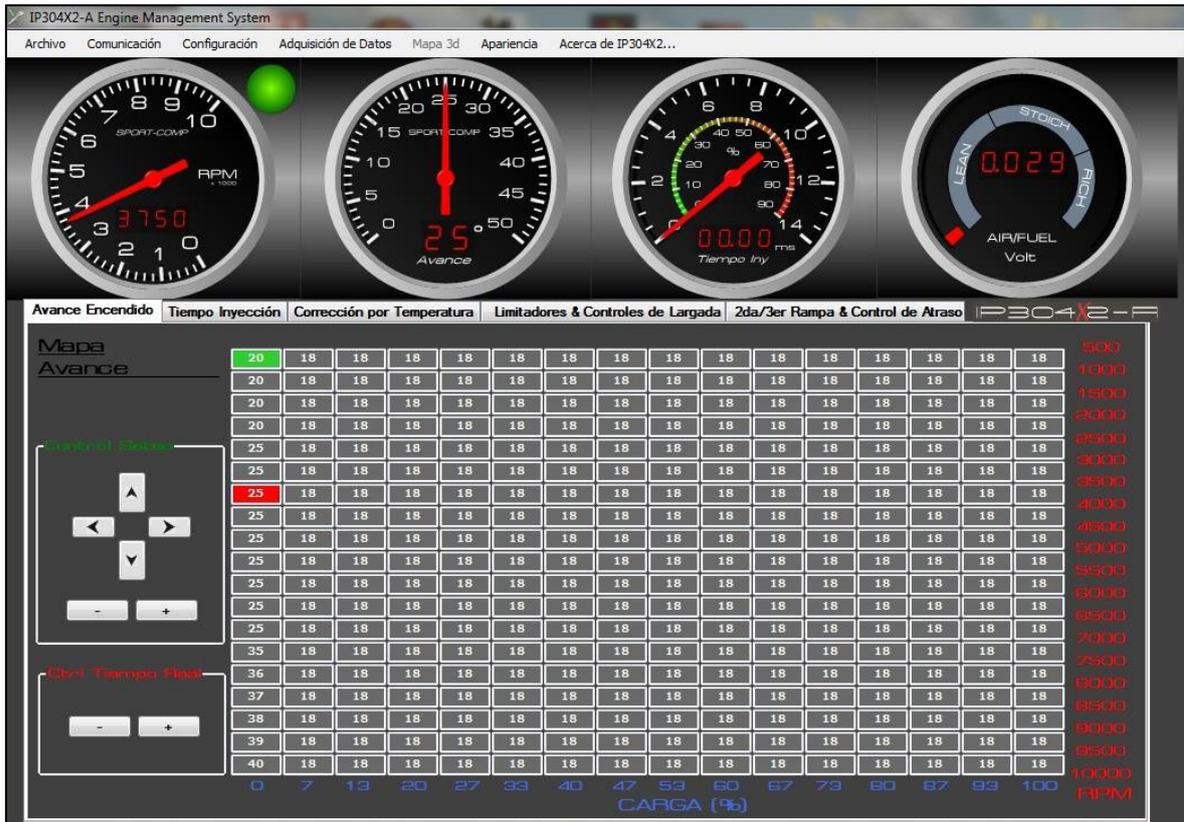


Figura 3.10. Software ECU Programable - ajuste avance al encendido.

Fuente: Carlos Toro

3.3.2. Implementación de una línea de combustible independiente.

Para el uso del óxido nítrico húmedo es necesario tener combustible adicional independiente para este sistema.

El motor Nissan L16 viene equipado con una bomba mecánica de combustible la cual entrega poco caudal y en la válvula de entrada del carburador apenas se mide 3 psi de presión, lo cual no es suficiente para el sistema de N₂O húmedo el cual necesita de acuerdo a la dosificación que se utilice un caudal muy superior, que pueda por medio del regulador pueda alcanzar de 10 a 45 psi de presión.

La solución fue sacar una derivación de la línea principal de combustible, en la cual se instaló un filtro, bomba eléctrica y un regulador de presión pre-calibrado a 45 psi, con retorno al tanque.



Figura 3.11. Acople Tipo “Y” – Derivación de Línea de Combustible.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.12. Sistema de Combustible para Inyección de N₂O.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.13. Adaptación de Línea para Retorno de Combustible al Tanque.

Fuente: Carlos Toro

Para poder controlar la presión de combustible del sistema de N_2O , lo mejor es sacar con un acople en "T" una nueva línea de combustible justo después del regulador de presión y finalmente se conecta a un manómetro ubicado en el panel de instrumentos.



Figura 3.14. Acople tipo "T" – Conexión a manómetro de presión.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.15. Manómetro de presión de combustible.

Fuente: Carlos Toro

3.3.3. Adaptación del inyector de óxido nitroso al múltiple de admisión.

La ubicación perfecta para instalar un inyector de óxido nitroso es en el centro del múltiple de admisión, el motor Nissan L16 trae una conexión de una manguera de vacío que va entre el depurador y el múltiple de admisión, esta conexión por su ubicación es la ideal para adaptar el inyector, pero para cumplir este fin fue necesario fabricar un adaptador a medida.

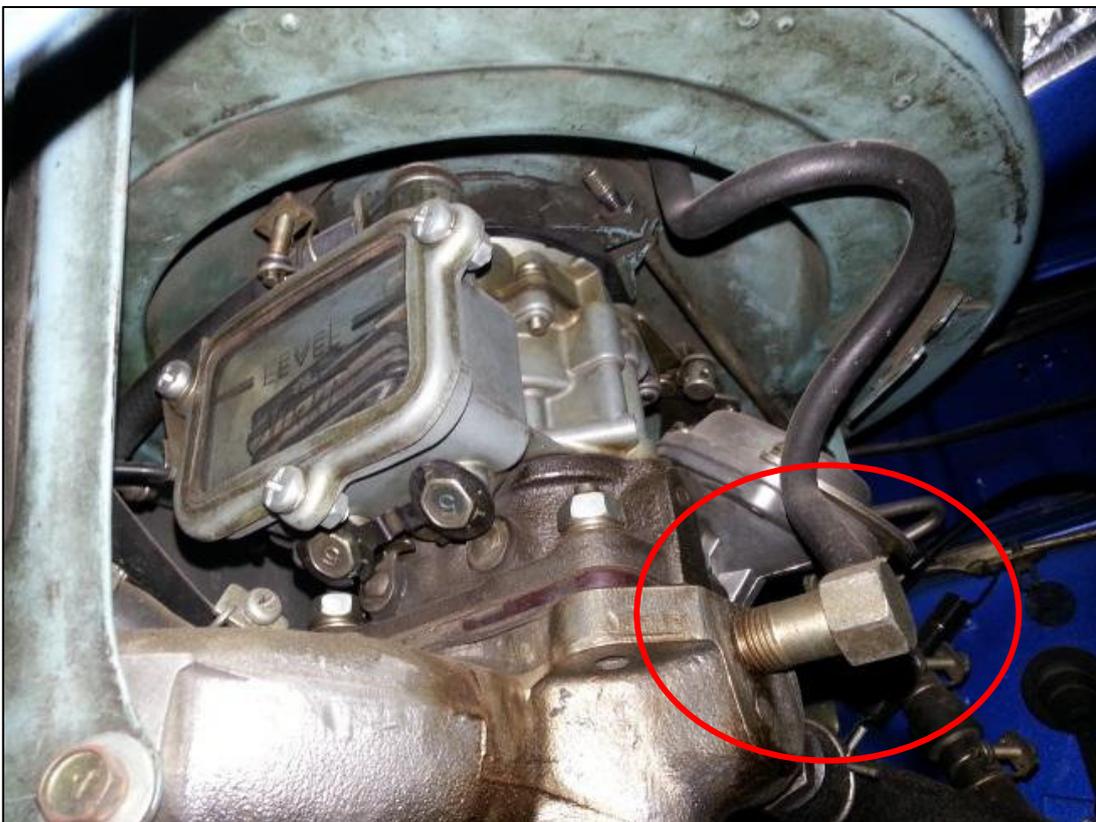


Figura 3.16. Localización de sitio para instalación del Inyector de N_2O .

Fuente: Carlos Toro

El primer paso es centrar en el torno una varilla de 5/8" de diámetro y se realiza una perforación de 2 cm de profundidad con una broca de 1/4".



Figura 3.17. Torneado de Acople Adaptador de Inyector.

Fuente: Carlos Toro

Se debe rebajar la varilla a 12.5 mm de diámetros una longitud de 1.5 cm, para ahí seguidamente realizar la rosca con un paso de hilo de 13 TPI.



Figura 3.18. Fabricación de rosca ajustable al múltiple de admisión.

Fuente: Carlos Toro

Se corta la parte trabajada, dejando un espacio de 5 mm después de la rosca lo cual facilitará el uso de herramientas para el ajuste al múltiple de admisión.



Figura 3.19. Acople Terminado.

Fuente: Carlos Toro

Finalmente, con un machuelo 1/16-27 NPT se abre rosca en la perforación inicial, esto permitirá ajustar el inyector al acople y por consiguiente al múltiple de admisión.



Figura 3.20. Prueba de Adaptación del Inyector al Acople.

Fuente: Carlos Toro

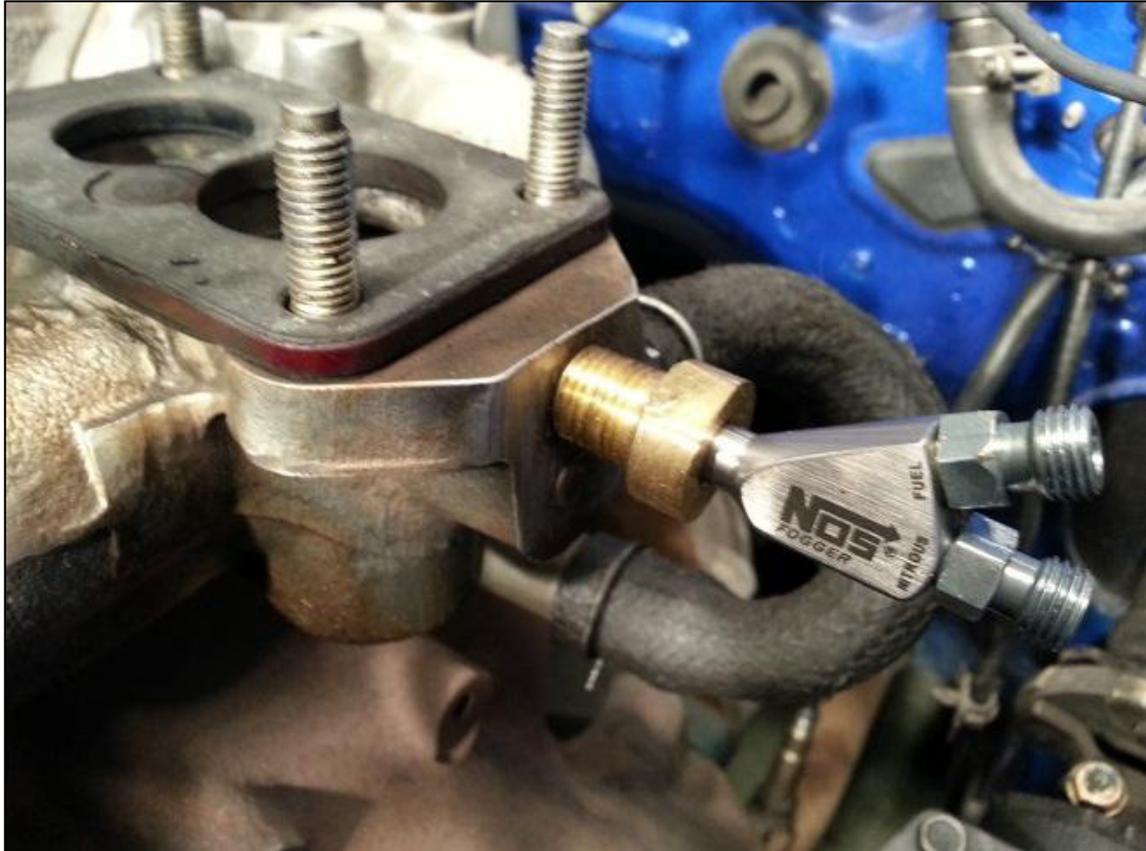


Figura 3.21. Instalación del Inyector al Múltiple de Admisión.

Fuente: Carlos Toro

3.4. Montaje del equipo

Una vez elegido el equipo de Óxido Nitroso, tomando en cuenta las precauciones de seguridad, haciendo la preparación previa al motor y con los diagramas de instalación y eléctricos, ha llegado la hora de colocar todo en su lugar.

Lo primero es instalar los soportes que sujetarán al tanque de N_2O , el mejor sitio es el maletero del auto, donde no solo hay espacio suficiente sino que es mas seguro para los ocupantes del vehículo en caso de alguna fuga del N_2O debido a roturas de cañería o por exceso de presión .



Figura 3.22. Instalación de soportes sujetadores del cilindro.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.23. Cilindro de N₂O instalado.

Fuente: Carlos Toro

La manguera mallada de acero es lo siguiente que debemos asegurarnos que en su instalación vaya bien sujeta y alejada del tubo de escape, ésta sirve de transporte del N₂O desde el Tanque hacia la Electroválvula ubicada en el habitáculo del motor.



Figura 3.24. Manguera mallada bajo el vehículo.

Fuente: Carlos Toro



Figura 3.25. Habitáculo del Motor.

Fuente: Carlos Toro

Ya con la manguera mallada cerca del motor, solo queda conectarla al filtro de N₂O y luego a la electroválvula, a la cual también va conectada la línea de combustible extra previamente ya instalada, la electroválvula debe ir instalada lo mas cerca posible al inyector.



Figura 3.26. Filtro utilizado antes de la electroválvula.

Fuente: Carlos Toro

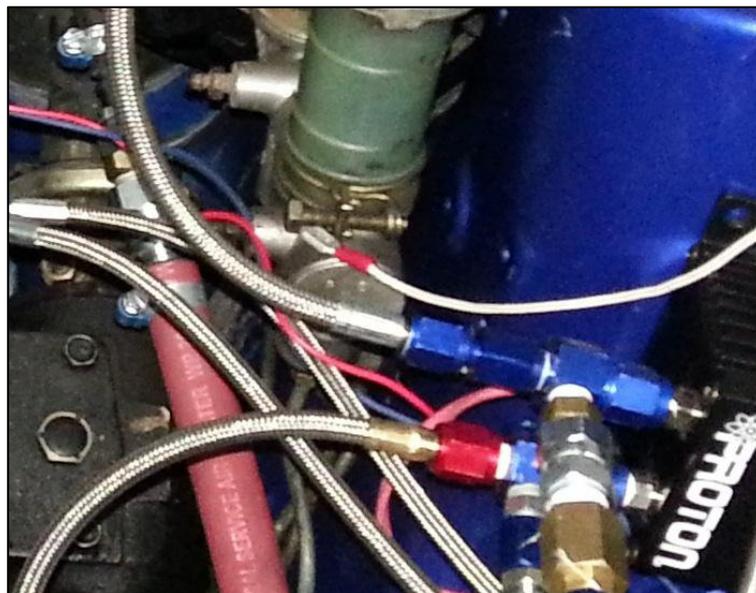


Figura 3.27. Líneas conectadas a la Electroválvula.

Fuente: Carlos Toro

Una vez instalada la electroválvula y conectada a las mangueras malladas tanto de combustible como de N_2O , solo queda conecarla al inyector que va instalado en el multiple de admisión del motor, previo a esto, no se debe olvidar instalar los jets con la calibración adecuada para la cantidad de potencia adicional.



Figura 3.28. Inyector de N_2O y Jets.

Fuente: Carlos Toro

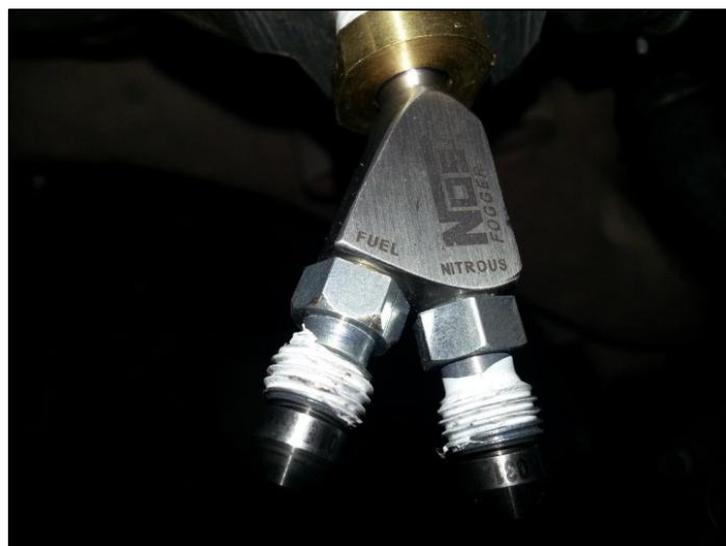


Figura 3.29. Jets instalados en el Inyector.

Fuente: Carlos Toro

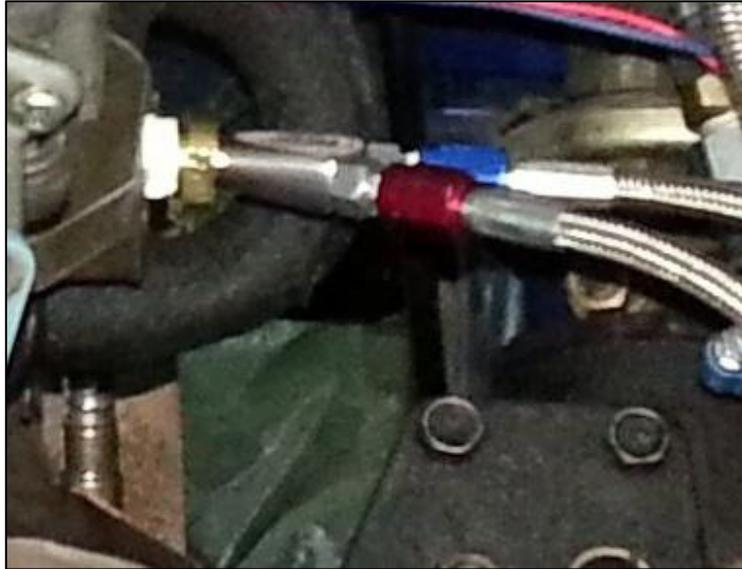


Figura 3.30. Inyector instalado al múltiple y conectado a las mangueras de N₂O y Combustible.

Fuente: Carlos Toro

Finalmente, se realiza la conexión eléctrica entre la electroválvula, armador y pulsador (ver Anexo 5).



Figura 3.31. Sistema Instalado al Motor Nissan L16.

Fuente: Carlos Toro

3.5. Funcionamiento del sistema de óxido nítrico

El aire que respiramos está compuesto por aproximadamente un 21% de Oxígeno, 78% de Nitrógeno y 1% de otros gases. El Óxido Nítrico de hecho es básicamente lo mismo pero tiene un mayor porcentaje de Oxígeno, el 36%.

Antes ir a los detalles, durante el proceso de la combustión o expansión en un motor, a partir de los 300° C, el óxido nítrico simplemente se descompone en Nitrógeno y Oxígeno.

El Nitrógeno ayuda a controlar la temperatura de la cámara de combustión, mientras que el Oxígeno se utiliza como un sumador de potencia, el óxido nítrico puede mejorar significativamente el potencial de rendimiento de cualquier motor de combustión interna.

El funcionamiento del sistema de N_2O es básicamente liberar este compuesto químico dentro de los cilindros motor desde el tanque contenedor, lo cual se logra cuando la electroválvula se abre tras la activación a voluntad el armador y el pulsador.

Lo que básicamente se está haciendo aquí es la creación de una condición atmosférica enriquecida con oxígeno en el interior de los cilindros de un motor.

El resultado de esto es una aceleración instantánea de las rpm y por ende de la velocidad del vehículo gracias al aumento de la potencia del motor obtenida, ya que el Oxígeno extra es el que permite que más combustible sea quemado en el mismo periodo de tiempo.

CAPÍTULO IV

Pruebas y resultados

4.1. Pruebas de ruta

Probablemente, los instantes previos a la primera prueba del sistema, es uno de los momentos de mayor tensión y ansiedad, ya que es aquí donde el éxito de todo el trabajo realizado y la integridad del motor, está a prueba sólo con oprimir un pulsador.

No cabe duda que es real la ganancia de potencia extra del sistema de Óxido Nitroso, apenas se oprime el pulsador, es muy notable la aceleración instantánea, algo indescriptible, como un impulso que sale de la nada.

En una prueba de aceleración de 0 a 100 Km/h, se estableció una disminución de 16,2 a 9,5 segundos inyectando Óxido Nitroso a partir de los 40 Km/h y sobre las 3000 rpm en segunda y tercera velocidad.

Tabla 4.1. Aceleración normal y utilizando óxido nitroso

Velocidad Km/h	Segundos	
	Normal	Nitro
10	0,5	0,5
20	1,1	1,1
30	2,5	2,5
40	3,5	3,5
50	5,5	4,8
60	7,3	5,7
70	9,6	6,6
80	11,6	7,8
90	14,0	9,0
100	16,2	9,5

Elaborado: Carlos Toro



Figura 4.1. Curva comparativa de aceleración
Elaborado: Carlos Toro

4.2. Pruebas de dinamometro

Para las pruebas de dinamómetro se trasladó el vehículo al área de taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.

El dinamómetro mide el torque y potencia a la rueda del vehículo, con correcciones para establecer estos datos a nivel del mar.

Las pruebas realizadas fueron de dos maneras, la primera con el motor estándar, para así establecer los niveles de torque y potencia originales; la segunda, con inyección de Óxido Nitroso sobre las 3000 rpm. Y así obtener el porcentaje real de incremento de Torque y Potencia.



Figura 4.2. Vehículo montado sobre los rodillos del dinamómetro.

Fuente: Carlos Toro



Figura 4.3. Pruebas de Dinamómetro.

Fuente: Carlos Toro



Figura 4.4. Mediciones computarizadas en dinamómetro.

Fuente: Carlos Toro

4.2.1. Gráficos comparativos de curvas de torque y potencia

Los gráficos de las curvas de torque y potencia fueron obtenidos del dinamómetro después de realizadas las pruebas con motor estándar y con óxido nitroso.

4.2.1.1. Prueba con motor estándar.

La prueba con motor estándar demostró que el torque es de 8,9 kg.m a 2600 rpm mientras que la potencia alcanza 56.3 cv a 4900 rpm con una presión atmosférica de 752 mmbar, sin embargo utilizando el factor de corrección de 1.357 se establece que a nivel del mar la potencia correcta es 76.5 cv. La prueba alcanzó las 4900 rpm en 21 segundos.

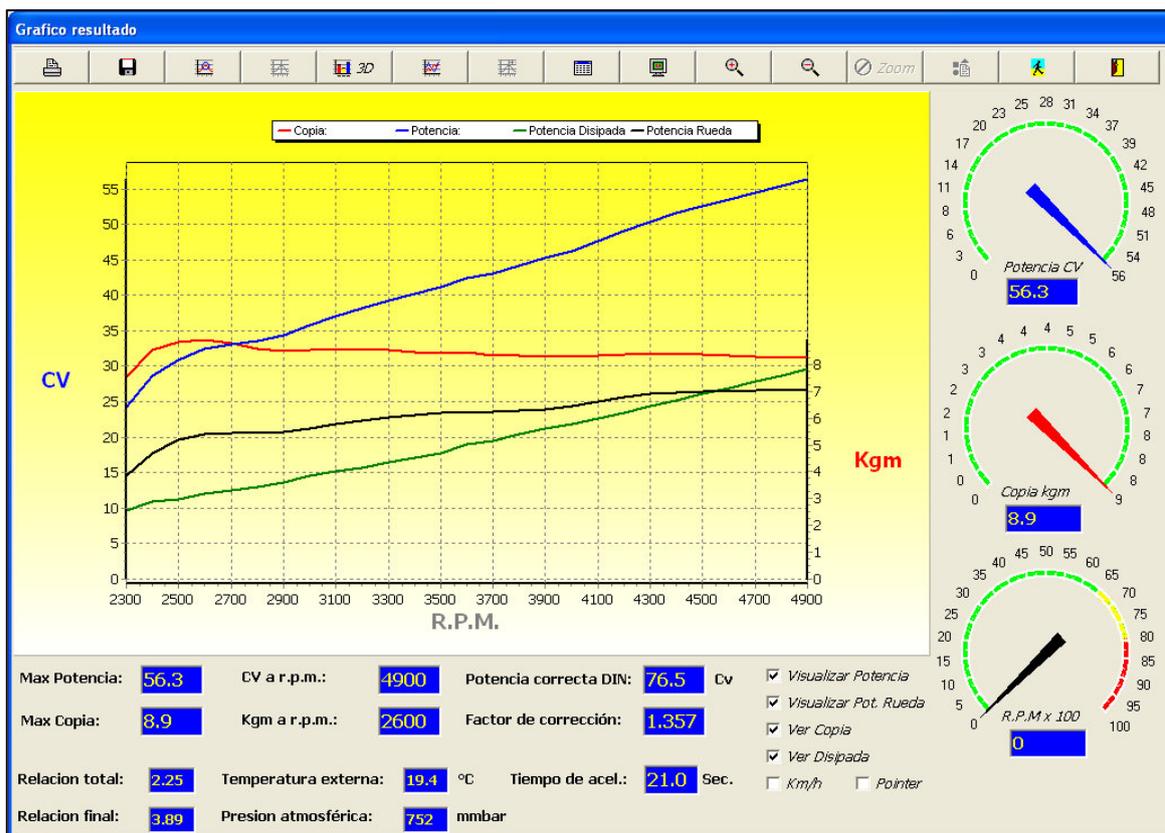


Figura 4.5. Curvas de torque y potencia normal del motor.

Fuente: Universidad Internacional del Ecuador.

4.2.1.2. Prueba con Óxido Nitroso

Con óxido nitroso inyectado a partir de las 3000 rpm hasta el corte demuestra que el torque es de 18.1 kg.m a 3900 rpm mientras que la potencia máxima alcanzada fue de 99.7 cv a las 4100 rpm en donde aplicado el factor de corrección tendríamos que la potencia DIN a nivel del mar es de 136.3 cv. El tiempo de aceleración de la prueba alcanzó las 6000 rpm en 15.7 segundos.

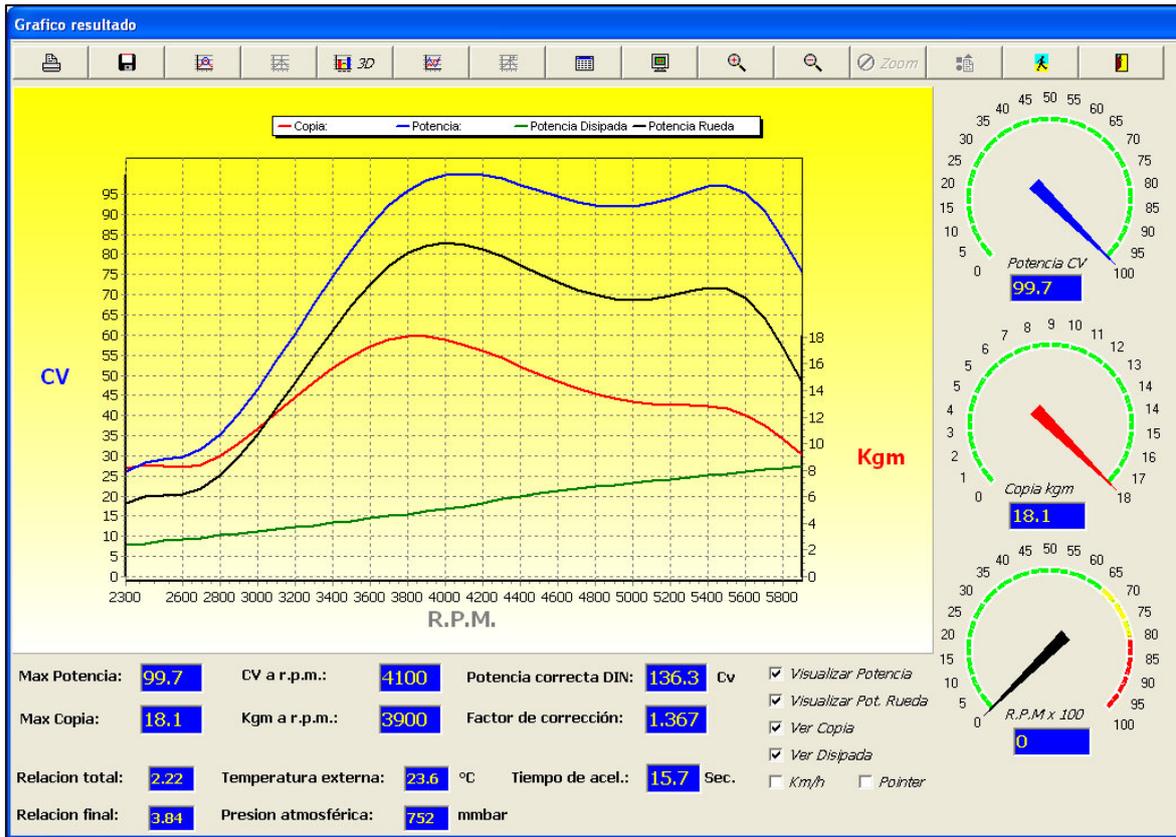


Figura 4.6. Curvas de torque y potencia con óxido nitroso.

Fuente: Universidad Internacional del Ecuador

4.2.2. Análisis comparativo de curvas de potencia

Como se puede apreciar en los gráficos, el incremento de torque y potencia es muy notable así mismo el tiempo de aceleración es muy considerable.

La prueba fue realizada a partir de las 2000 rpm en marcha directa, y el Óxido Nitroso se inyectó a las 3000 rpm.

La potencia máxima en la rueda subió de 56.3 CV a 99.7 CV lo cual es un incremento del 77.08% a 800 rpm antes, es decir de 4900 rpm a 4100 rpm.

El torque máximo se logró de 2600 rpm a 3900 rpm, con una diferencia de kg.m que fue de 8.9 a 18.1, es decir un incremento de mas del doble, 103.37%.

En cuanto al tiempo de aceleración se logró disminuir de 21 a 15.7 segundos, es decir la disminución del tiempo desde las 2000 rpm hasta el corte es de 25.25%, cabe indicar que además se incrementó 1100 rpm al corte en la última prueba.

4.3. Emisiones contaminantes

Por motivos de posibles daños al equipo de análisis de emisiones, por razón de la alta temperatura y fuego a la salida del escape al momento de inyectar óxido nitroso, se procedió a realizar esta prueba con un sensor de oxígeno instalado a la salida del múltiple de escape y la lectura del factor lambda a través de un dispositivo diseñado para este fin.



Figura 4.7. Sensor de Oxígeno.

Fuente: Carlos Toro



Figura 4.8. Lector de factor lambda.

Fuente: Carlos Toro

4.3.1. Adaptación de Sonda Lambda

Lo primero es ubicar el sitio donde se unen los colectores de escape en uno solo, aquí se realiza una perforación y posteriormente se suelda la tuerca donde se ajustará el sensor de oxígeno.



Figura 4.9. Colector de Escape.

Fuente: Carlos Toro



Figura 4.10. Adaptación de tuerca al colector de escape.

Fuente: Carlos Toro



Figura 4.11. Sensor de oxígeno instalado en el colector de escape.

Fuente: Carlos Toro

Posteriormente se realiza la conexión directa entre el sensor y el dispositivo lector de factor lambda, el mismo que a su vez se conecta a positivo de contacto y masa.



Figura 4.12. Conector del sensor de oxígeno y lector de factor lambda.

Fuente: Carlos Toro



Figura 4.13. Lector de factor lambda en funcionamiento.

Fuente: Carlos Toro

4.3.2. Prueba de Emisiones

El factor lambda tiene una influencia decisiva sobre la emisión de los gases contaminantes, como son el CO, CO₂, HC y NO_x.

A continuación están las curvas de porcentaje de contaminación de los diferentes gases en relación al factor lambda.

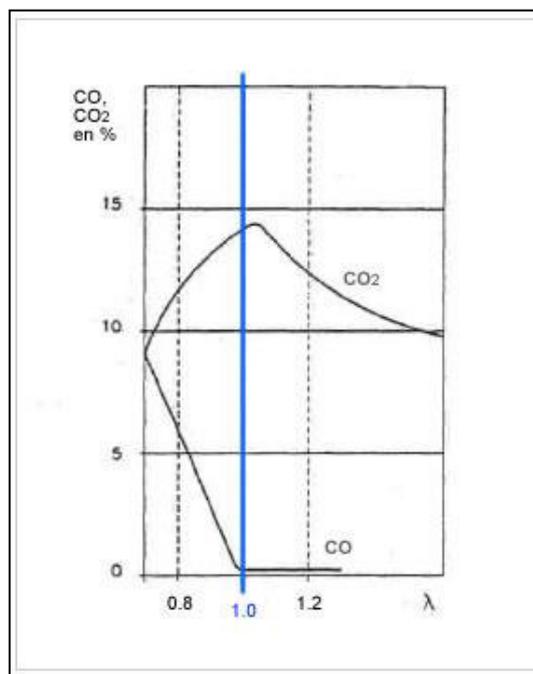


Figura 4.14. Curva de porcentaje de CO y CO₂ en función del factor lambda.

Fuente: Meganeboy, D. (2012). *Aficionados a la Mecánica*. Recuperado el 19 de noviembre de 2013, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/sonda-lambda.htm>

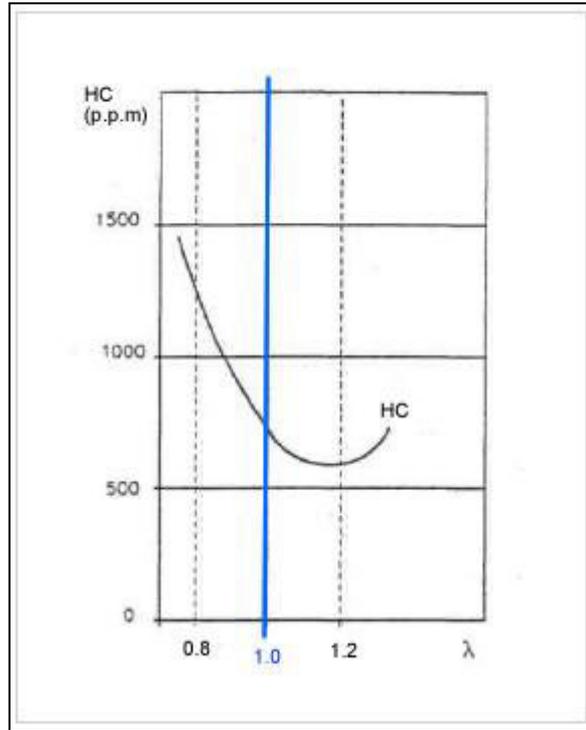


Figura 4.15. Curva de cantidad de HC en ppm de acuerdo al factor lambda.

Fuente: Meganeboy, D. (2012). *Aficionados a la Mecánica*. Recuperado el 19 de noviembre de 2013, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/sonda-lambda.htm>

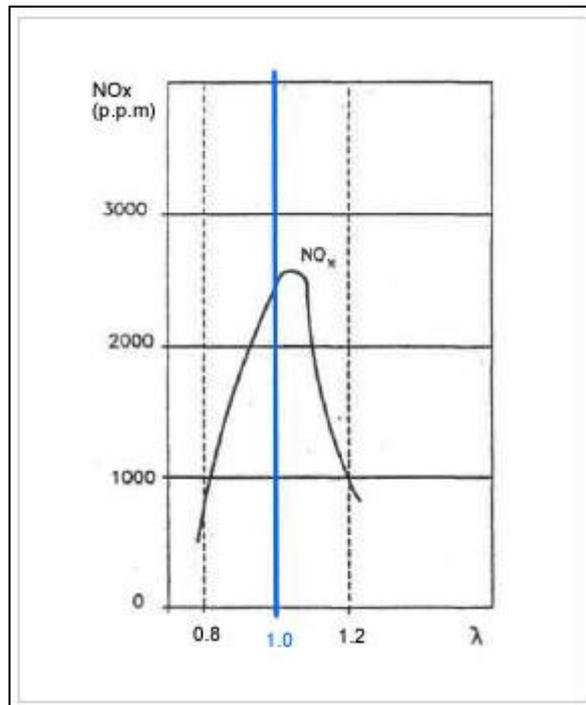


Figura 4.16. Curva de cantidad de NOx en ppm de acuerdo al factor lambda.

Fuente: Meganeboy, D. (2012). *Aficionados a la Mecánica*. Recuperado el 19 de noviembre de 2013, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/sonda-lambda.htm>

Las pruebas del factor lambda a continuación se realizaron acelerando el motor sobre las 3000 rpm hasta 5000 rpm, y se obtuvieron los siguientes resultados.

- Prueba con motor estándar



Figura 4.17. Lectura de factor lambda con motor estándar.

Fuente: Carlos Toro

- Prueba con Óxido Nitroso



Figura 4.18. Lectura de factor lambda con óxido nitroso

Fuente: Carlos Toro

4.3.3. Análisis

Como podemos apreciar en los gráficos del lector de factor lambda, éste varía en un 32% al momento de inyectar Óxido Nitroso, dicha variación significa que se enriquece la mezcla aire/combustible.

Al tener un factor lambda de 0.99, y si compramos con las gráficas de las curvas de porcentaje de gases contaminantes, estamos aproximadamente al 1% de CO y 700 ppm de HC, que dentro de los parámetros permitidos por la Corpaire para el control de gases en motores del año correspondiente al de mi vehículo, estaría permitida la circulación.

Con el factor lambda de 0.75, que se obtiene cuando inyectamos Óxido Nitroso, el nivel de CO se dispara bordeando un 7% y los HC se duplican, por lo que estaría bordeando el umbral máximo permitido por la Corpaire, pudiendo estar dentro del rango permitido, mientras que el NOx y CO2 disminuyen considerablemente.

CONCLUSIONES

- La implementación de un sistema de óxido nitroso en el vehículo, resultó un éxito total, ya que se pudo demostrar el gran incremento de torque y potencia, debido principalmente al enriquecimiento del oxígeno en la combustión que va del 20% al 36%, esto a su vez quema más combustible.
- En cuanto a la contaminación ambiental, es relativamente baja tomando en consideración que el sistema de óxido nitroso se lo utiliza por escasos 3 ó 4 segundos cada vez.
- Se logró establecer los procedimientos adecuados para la implementación de estos sistemas en diversos tipos de vehículos, debido a que los principios de funcionamiento son los mismos.
- Los riesgos y peligros a los que las personas puedan estar expuestas, son controlables mientras se utilice el sentido común, aunque nunca está por demás revisar siempre las normas de seguridad que traen los diferentes equipos.
- El Óxido Nitroso, es la forma más rápida y capaz de obtener torque y potencia en relación a otras modificaciones automotrices, ya que con éste sistema y sin modificaciones adicionales al motor se logró incrementar el torque un 103,37%, mientras que la potencia subió un 77,08%.

- Es muy notable el tiempo de aceleración que va de 0 a 100 Km/h, mismo que se pudo disminuir en un 41,35% después de realizada una prueba de ruta.
- El tiempo de aceleración en el dinamómetro, en el régimen de revoluciones del motor que fue de 2000 rpm a 6000 rpm en cuarta velocidad, se obtuvo una disminución de 21 a 15.7 segundos, es decir un 25.25%.

RECOMENDACIONES

- Al momento de inyectar óxido nitroso al motor, la mezcla se enriquece variando un 32% al factor lambda, en donde el niveles de CO y HC se duplican, para disminuir al máximo las emisiones contaminantes de dichos gases y estar dentro de los parámetros permitidos, se recomienda la instalación de un catalizador, el cual sin problema cumplirá con dicha función.
- Se recomienda instalar siempre estos equipos por personas profesionales del área automotriz, ya que una mala calibración o ajuste, podría acabar con un motor en cuestión de segundos.
- Siempre que se instale un equipo óxido nitroso, hay que tomar en cuenta las instrucciones que vienen adjuntas, ya que pueden diferir unas de otras ya sea por la marca o por el tipo de sistema.
- Para evitar el autoencendido, es muy recomendable en la mayoría de aplicaciones utilizar aditivos y gasolina sin plomo donde el grado de octanaje sea igual o superior a RON 92.
- Ya que la aceleración es instantánea al momento de inyectar óxido nitroso al motor, por motivos de seguridad, se recomienda siempre hacerlo cuando vamos en línea recta y sobre las 2500 rpm, así tendremos control del

vehículo y el motor podrá desarrollar velocidad evitando el backfire, pistoneo o contraexplosión.

- Los equipos de óxido nítrico han sido diseñados solamente para propósitos de competición, sin embargo su uso en ciudad o carretera es legal en muchas partes del mundo, en USA por ejemplo está permitido su uso en 50 estados, siempre que se utilice estos equipos será bajo responsabilidad de quien los opere.

BIBLIOGRAFÍA

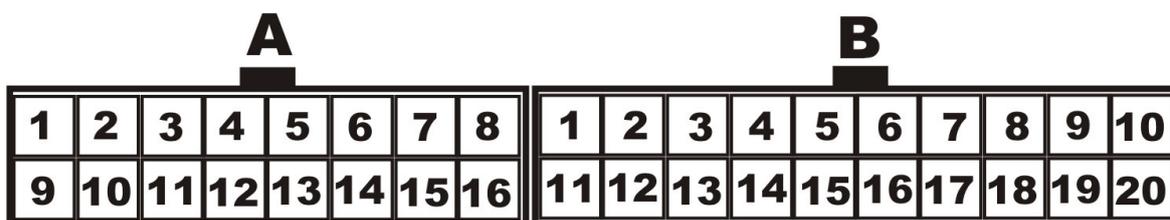
- Gerschler, H. (1985). *GTZ Tecnología del Automóvil* (20.a ed., Vol. 2). Barcelona: Reverté S.A.
- Gil Martínez, H. (2006). *Tuning Una Pasión Sobre Ruedas* (1ra ed.). Barcelona: Ceac.
- Hartman, J. (2009). *Nitrous Oxide Performance* (1ra ed.). USA: Motorbooks.
- Holley, P. P. (2007). *Nitrous Oxide Performance Catalog*. USA.
- Mc Clurg, B. (2012). *How to Install and Tune Nitrous Oxide Systems* (1ra ed.). USA: CarTech® Inc.
- Nissan Motor, C. L. (1980). *Manual del Conductor Modelo A10*. Tokyo.
- Nitrous, E. (2013). *Installation Instructions for Proton Nitrous Systems*. USA.
- Rocer, P. (2012). *Instrucciones de instalación de la ECU Programable IP304x2*. Buenos Aires.
- Sharp, B. (2000). *Datsun Competition Preparation Manual* (1ra ed.). USA: BSR.

ANEXOS

Anexo 1 - Abreviaturas

Abreviatura	Significado
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
CC	Centímetros Cúbicos (CubicCentimeters)
CKP	Sensor de Posición del Cigüeñal (Crankshaft Position Sensor)
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
DIS	Sistema de Ignición sin Distribuidor (Distributorless Ignition System)
ECU	Unidad Electrónica de Control (Electronic Control Unit)
HC	Hidrocarburos
HP	Caballos de Fuerza (Horse Power)
KPA	Kilo Pascales
N ₂ O	Óxido Nitroso
O ₂	Oxígeno
PMI	Punto Muerto Inferior
PMS	Punto Muerto Superior
PSI	Libra-fuerza por Pulgada Cuadrada (Pounds per SquareInch)
RPM	Revoluciones por Minuto
WOT	Mariposa Totalmente Abierta (Wide Open Throttle)

Anexo 2 – Distribución de Pines en el Conector de la ECU.

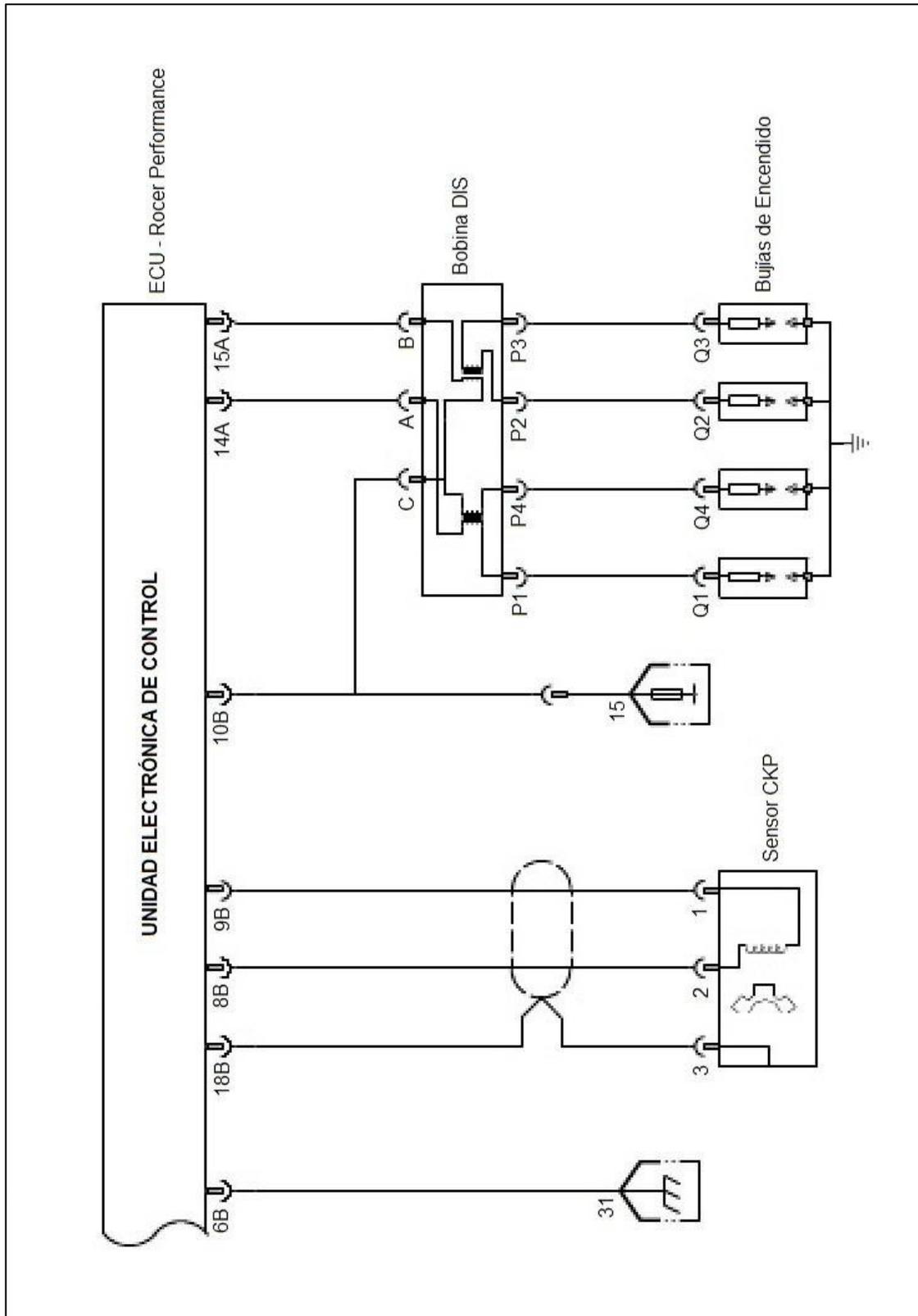


PIN	ACCESORIO	COLOR CABLE	DETALLE
9A	Rx RS232	Pin 3 / RS232	Pin 3 del conector DB-9 (serial).
10A	Tx RS232	Pin2 / RS232	Pin 2 del conector DB-9 (serial).
13A	Masa RS232	Pin5 / RS232	Pin 5 del conector DB-9 (serial).
14A	Salida a módulo encendido A	Violeta	Comanda los cilindros 1 y 4.
15A	Salida a módulo encendido B	Azul	Comanda los cilindros 2 y 3.
16A	Masa	Negro	Masa de Batería
6B	Masa	Negro	Masa de Batería
8B	Positivo Captor Magnético	Rojo	Al positivo de Sensor CKP
9B	Negativo Captor Magnético	Negro	Al negativo de Sensor CKP
10B	Alimentación 12 Volts	Rojo	Alimentación después contacto

13B	Masa	Negro	Masa de Batería
14B	Masa	Negro	Masa de Batería
16B	Masa	Negro	Masa de Batería
17B	Masa	Negro	Masa de Batería
18B	Señal CKP	Negro	Conectado a la salida de señal

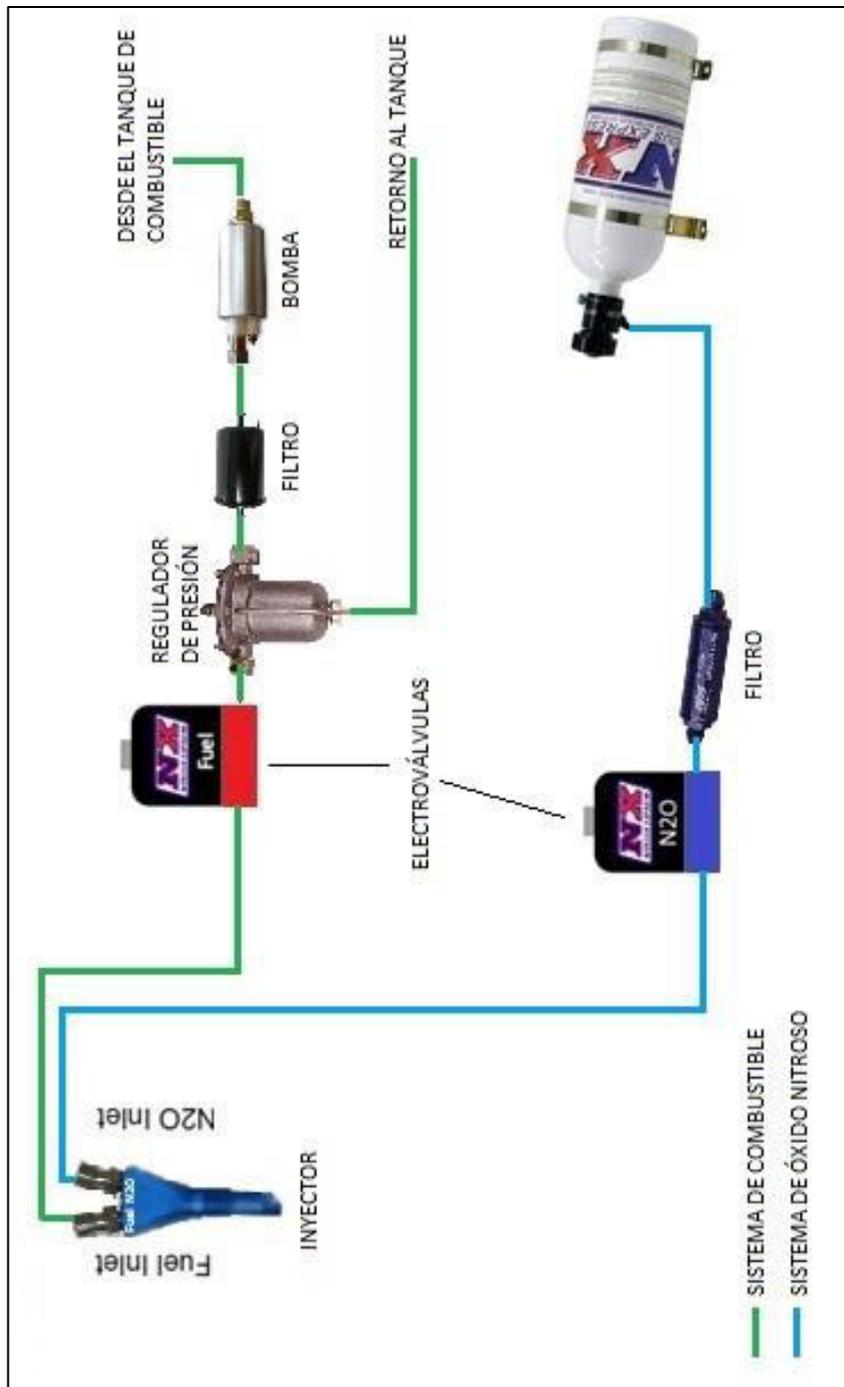
Fuente: (Rocer Performance, 2012, págs. 3-6).

Anexo 3 – Diagrama esquemático del sistema de encendido



Elaborado: Carlos Toro

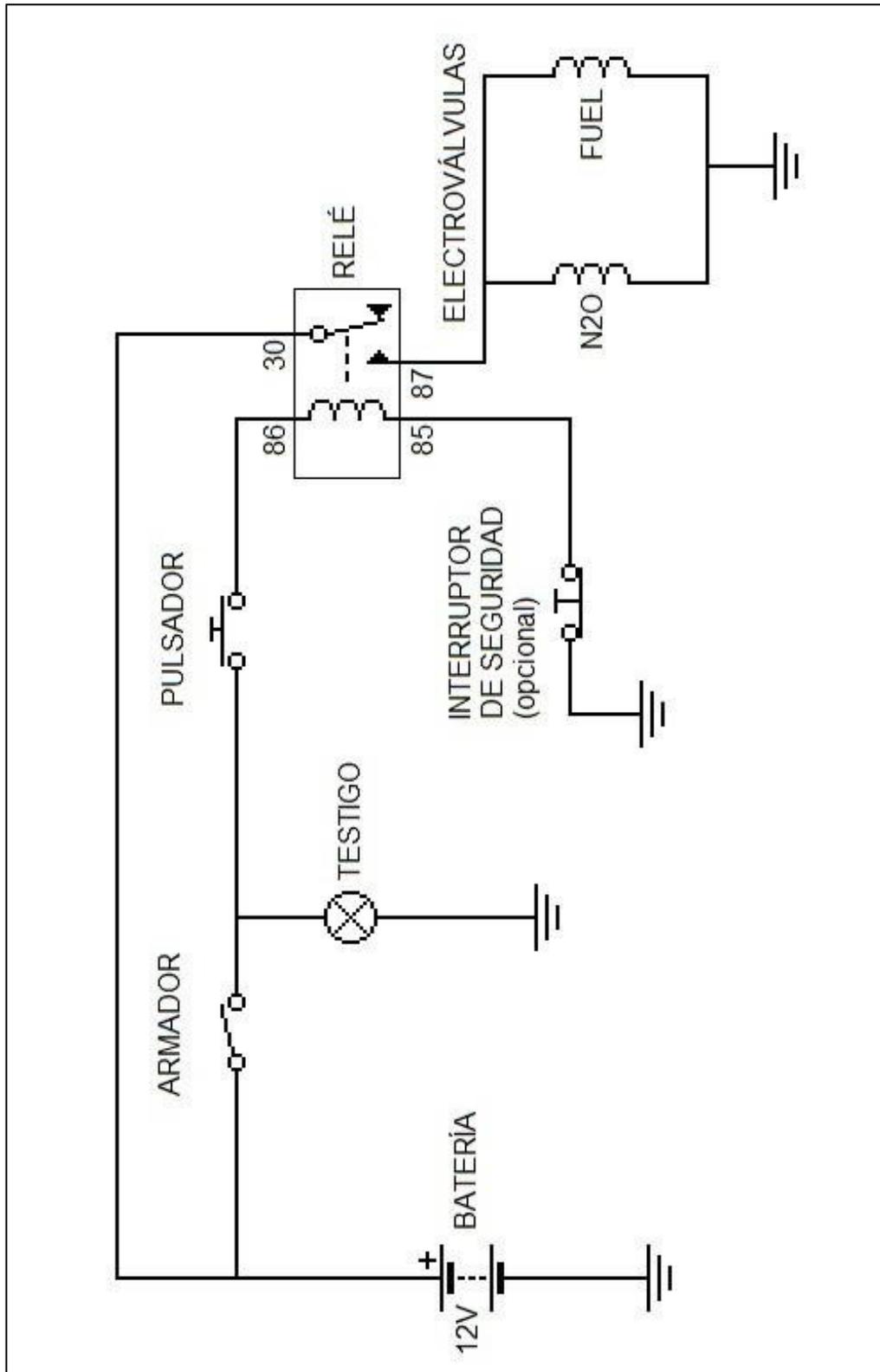
Anexo 4 - Diagrama de Instalación del Equipo de Óxido Nitroso Húmedo



Fuente: (Nitrous Express, 2013)

Elaborado: Carlos Toro

Anexo 5 - Diagrama esquemático del Sistema de Óxido Nitroso Húmedo



Elaborado: Carlos Toro

Anexo 6 – Ajustes Sugeridos para Evitar la Detonación.

EXTRA HP	OCTANAJE COMBUSTIBLE	ATRASO ENCENDIDO	RANGO TÉRMICO DE BUJÍAS
35	92+	Estándar	Estándar
50	92+	Estándar a 2°	1 paso + frío
75	92+	2° a 4°	1 paso +frío
100	92+	2° a 4°	1 paso +frío
125	96+	2° a 4°	1 paso + frío
150	100+	4° a 6°	1 a 2 pasos + fríos
175	105+	4° a 6°	2 a 3 pasos + fríos
200	110+	6° a 8°	3 a 4 pasos + fríos

Fuente: (Holley Performance Products Inc, 2007, pág. 14)

Anexo 7 – Tabla de Combinaciones de JETS en base a los HP Extra.

HP	N ₂ O	FUEL
35	31	18
50	35	20
75	41	24
100	52	31
125	57	35
150	62	41
175	73	46
200	78	47

Fuente: (Holley Performance Products Inc, 2007, pág. 14)