



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ

TEMA:

**“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE
CHASIS MODELO X TRACCIÓN 2 RUEDAS DEL
FABRICANTE DYNOCOM”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO
DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

ALFREDO ALEJANDRO ÁVILA AVELINO

GUAYAQUIL – MARZO 2016

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

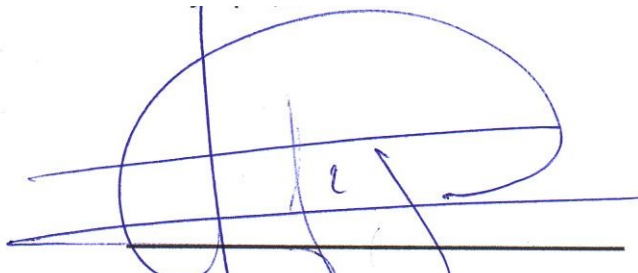
Ing. Edwin Puente

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado “ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS MODELO X TRACCIÓN 2 RUEDAS DEL FABRICANTE DYNOCOM”, realizado por el estudiante: **ALFREDO ALEJANDRO ÁVILA AVELINO**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Alfredo Alejandro Ávila Avelino, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Marzo 2016



Ing. Edwin Puente Moromenacho.
Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Alfredo Alejandro Ávila Avelino

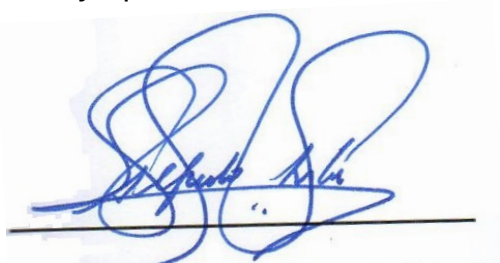
DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada: “ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS MODELO X TRACCIÓN 2 RUEDAS DEL FABRICANTE DYNOCOM”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Marzo 2016.



Alfredo Alejandro Ávila Avelino
C.I. 0913717500

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

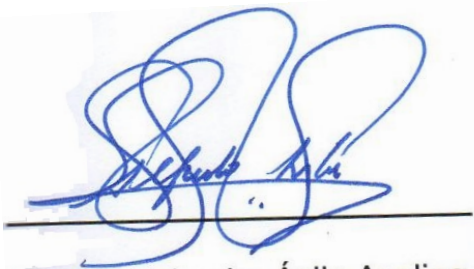
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Alfredo Alejandro Ávila Avelino

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: "ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS MODELO X TRACCIÓN 2 RUEDAS DEL FABRICANTE DYNOCOM", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Marzo 2016



Alfredo Alejandro Ávila Avelino

C.I. 0913717500

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi madre, quien con su apoyo, siempre me supo alentar para seguir adelante, a mis hermanos que siempre estuvieron cuando los necesité; a mi esposa e hijos, quienes fueron el motivo de mi profesión.

A mis maestros de la Universidad Internacional Del Ecuador quienes han contribuido a mi desarrollo educativo y profesional y a crecer como persona a lo largo de mi ciclo como estudiante.

Alfredo Alejandro Ávila Avelino

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a mi madre, por darme siempre el empujón en seguir adelante hasta la culminación de mis estudios superiores y la obtención de mi título profesional; también por brindarme su ayuda incondicional en todo aspecto cuando lo necesité.

Alfredo Alejandro Ávila Avelino

PRÓLOGO

Si bien es cierto, el mercado actual automotriz nos indica las nuevas tendencias tecnológicas y prestaciones de sus motores, en nuestra ciudad no hay la posibilidad de comprobar dichas características, por lo que surge la necesidad de la adquisición de un dinamómetro.

Gracias a la gestión compartida, se pudo importar de los Estados Unidos esta herramienta, cuyo modelo es X 2WD, del fabricante Dynocom, con el cual se pudo estar en la capacidad de ver las curvas características de cualquier motor de combustión interna, para así poder compararlas con las del fabricante y sacar nuestras conclusiones, mostradas por el software incluido con esta herramienta. El 2WD son las siglas de 2 wheel drive, es decir que este dinamómetro se utilizó en vehículos con tracción a dos ruedas y según esto, se procederá con la correcta posición en los rodillos y sus anclajes de seguridad.

Cabe recalcar que la implementación y la aplicación de estas pruebas fueron de lo más sencillas, puesto que el interfaz es bien amigable y los conectores son únicos para cada componente del dinamómetro, es difícil equivocarse.

La seguridad es algo que gracias al elevador de cuatro postes y los anclajes brindados por el mismo dinamómetro, pudimos resolver de una manera rápida y sin la necesidad de hacer perforaciones en el suelo del taller. Siempre se utilizó cuatro anclajes; dos para evitar el avance del vehículo y dos para el deslizamiento en los rodillos del dinamómetro.

En lo correspondiente al sistema eléctrico, se procedió a dejar dos tomas de 220 V AC independientes con su respectiva protección y siempre cuidando la estética para una buena presentación.

Para la utilización del software se utilizó una computadora con especificaciones normales, pero si es importante que sólo se utilice para el dinamómetro, para este caso entre las características principales tenemos procesador I3, memoria RAM 4GB, disco duro 1TB y quemador de DVD para guardar toda información en CDs.

Índice General

CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
PRÓLOGO.....	vii
RESUMEN GENERAL.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
RESEÑA GENERAL.....	1
1.1. Objetivos.....	1
Objetivo general.....	1
Objetivos Específicos.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Hipótesis.....	2
1.4. Antecedentes.....	3
1.4.1. Usos y aplicaciones.....	3
1.4.2. Tipos de dinamómetros.....	4
1.4.2.1. Dinamómetro de motor.....	5

1.4.2.2.	Dinamómetro de chasis.....	6
1.4.2.2.1.	Elementos del dinamómetro de chasis.	7
CAPÍTULO II		21
MARCO TEÓRICO		21
2.1.	Dinamómetro X tracción 2 ruedas de Dynocom.	21
2.2.	Proceso de obtención del dinamómetro X tracción 2 ruedas de Dynocom.....	22
2.2.2.	Calibración.	23
2.3.	Requerimientos.....	32
2.4.	Curvas características del motor.	36
2.4.1.	Torque (T).....	37
2.4.2.	Potencia al freno (Pf).....	37
2.4.3.	Consumo específico de combustible (C.E.C.).....	38
2.4.4.	Rendimiento volumétrico (η_v).....	39
2.4.5.	Rendimiento térmico (η_t).....	42
CAPÍTULO III		43
INSTALACIÓN Y NORMAS DE SEGURIDAD		43
3.1.	Instalación eléctrica.	43
3.2.	Instalación del dinamómetro.	45
3.3.	Toma eléctrica.....	47

3.4.	Normas de seguridad.....	48
3.5.	Verificación de la instalación.	48
CAPÍTULO IV.....		50
ANÁLISIS DE RESULTADOS		50
4.1.	Normas de seguridad para el uso.	50
4.2.	Procedimientos de uso de equipo.	53
4.3.	Prueba general.....	54
CAPÍTULO V.....		60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		60
5.1.	Conclusiones.	60
5.2.	Recomendaciones.....	61
BIBLIOGRAFÍA		62
GLOSARIO.....		62
ANEXOS.....		64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dinamómetro automotriz	3
Figura 2. Dinamómetro de motor	5
Figura 3. Dinamómetro de chasis	7
Figura 4. Partes dinamómetro	7
Figura 5. Rodillo con superficie con tracción del dinamómetro X 2WD	9
Figura 6. Rodillo con superficie lisa del dinamómetro X 2WD	9
Figura 7. Placa situada en el medio del dinamómetro X 2WD	11
Figura 8. Leon Foucalt	12
Figura 9. Freno Eddy del dinamómetro X 2WD	14
Figura 10. Regla de la mano derecha	15
Figura 11. Regla de la mano izquierda	16
Figura 12. Bancada del dinamómetro X 2WD	19
Figura 13. Dinamómetro en su caja de despacho	22
Figura 14. Rodamiento engrasado del dinamómetro X 2WD	22
Figura 15. Cuadro de diálogos “Dyno parameters”	24
Figura 16. Datos del fabricante para este dinamómetro	24
Figura 17. Cuadro de diálogos “Load Settings”	25
Figura 18. Cuadro de diálogos “New Dyno Run”	26
Figura 19. Handheld del dinamómetro X 2WD	29
Figura 20. Display de inicio en el handheld	30
Figura 21. Display del handheld pulsando el botón “Setup”	30

Figura 22. Display del handheld al presionar por 2da vez “Setup”	31
Figura 23. Botón “Stop” del handheld	32
Figura 24. Elevador 4 postes marca Muth	32
Figura 25. Plano conjunto dinamómetro - elevador	33
Figura 26. Número de anclajes en tracción trasera	34
Figura 27. Disposición de los anclajes.....	34
Figura 28. Número de anclajes en tracción delantera.....	35
Figura 29. Breaker de arriba para el elevador y el de abajo para el dyno	36
Figura 30. Curvas características de un motor.....	36
Figura 31. Lugar indicado para la instalación	44
Figura 32. Ubicación conjunto dinamómetro – elevador en el taller UIDE.....	45
Figura 33. DC-JBOX adjunto al dinamómetro	46
Figura 34. DC-JBOX instalado	46
Figura 35. Enchufe adquirido para el dinamómetro.....	47
Figura 36. Alimentación del dinamómetro.....	48
Figura 37. Conductor con casco de seguridad	50
Figura 38. Anclajes traseros.....	51
Figura 39. Anclajes delanteros.....	51
Figura 40. Tacos de seguridad	52
Figura 41. Ruedas de tracción colocadas en el dinamómetro	53
Figura 42. Banda reflexiva y su colocación.....	54
Figura 43. Botón GO en el Handheld.....	55
Figura 44. Gráfica de tendencia Sail.....	56
Figura 45. Ubicación recomendada del ventilador.....	58

Figura 46. Elementos de fijación de los vehículos	67
Figura 47. Elementos para el funcionamiento del software.....	68
Figura 48. Grilletes de fijación del lado del freno Eddy.....	69
Figura 49. Grilletes del lado contrario al freno Eddy.....	69
Figura 50. Computadora para el dinamómetro.....	70
Figura 51. Accesorios varios del elevador de 4 postes.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del dinamómetro X tracción dos ruedas	10
Tabla 2. Pruebas posibles en el dinamómetro X 2WD.....	27
Tabla 3. Características del elevador.....	32
Tabla 4. Consumo específico de Sail 1.4 I.....	38
Tabla 5. Rendimiento volumétrico de Sail 1.4 I.....	39
Tabla 6. Rendimiento térmico de Sail 1.4 I.....	42
Tabla 7. Especificaciones técnicas Dinamómetro X 2WD.....	44
Tabla 8. Especificaciones técnicas del sensor óptico	54

RESUMEN GENERAL

Por motivos de estudio y por la necesidad de un dinamómetro, se procedió con la implementación de este equipo, que en este caso fue el modelo X, para vehículos con tracción a dos ruedas del fabricante Dynocom.

Dentro de este estudio se dará a conocer el funcionamiento de este equipo, bajo que principios actúa, los resultados que emitirá y qué significan los mismos.

La finalidad fue comparar los datos arrojados por el dinamómetro versus los emitidos por el fabricante, y analizarlos con factores como el tiempo, desgaste del motor; para así emitir ciertas recomendaciones.

Este trabajo consta de cinco capítulos, de los cuales el primero hace una referencia general a la herramienta, es decir su uso, tipos y partes de la misma. El segundo capítulo trata de la adquisición y requerimientos para la implementación del dinamómetro utilizado para este estudio y que nos va a botar, es decir una breve descripción de las curvas características del motor. Mientras que el tercero ya nos dirige a la seguridad y la instalación de esta herramienta. El capítulo cuatro ya está destinado al análisis de resultados y pruebas realizadas. Finalmente el capítulo cinco trata de las conclusiones de este estudio, para con estas impartir ciertas recomendaciones.

ABSTRACT

For this study and the need for a dynamometer, I proceeded with the implementation of this tool, which in this case was model X, for vehicles with two-wheel drive Dynocom manufacturer.

Within this study will be released the operation of this tool, under which early Works, the results will issue and what they mean. The aim was to compare the data obtained from the dyno versus those issued by the manufacturer, and analyze factors such as weather, engine wear; in order to issue certain recommendations.

This paper consists of five sections, the first of which refers generically to the tool, its use, types and parts thereof. The second chapter deals with the acquisition and requirements for the implementation of the dynamometer used for this study and we will bounce, that is a brief description of the characteristic curves of the engine. While the third and leads us to the safety and installation of this tool. Chapter four is already destined to the analysis of results and tests. Finally, chapter five deals with the findings of this study to provide certain these recommendations.

INTRODUCCIÓN

El dinamómetro es un instrumento para medir fuerzas, que en mi caso es utilizado para absorber o disipar la potencia, generada por un vehículo con motor de combustión interna (como el momento de torsión y/o velocidad de giro, dependiendo del principio de operación del dinamómetro) se realiza el cálculo estimado de la potencia mecánica generada por el vehículo, bajo diferentes escenarios.

Con este equipo podré determinar el funcionamiento del vehículo y si realmente cumple con las especificaciones del constructor, para así comparar los resultados y posteriormente explicarlos, consecuentemente hacer sugerencias y recomendaciones.

CAPÍTULO I

RESEÑA GENERAL

Se habla acerca del dinamómetro de forma general, su uso, aplicaciones, tipos y partes del mismo.

1.1. Objetivos.

Objetivo general.

- Implementar el dinamómetro X tracción 2 ruedas en conjunto a un elevador de 4 postes, en las instalaciones de la facultad de Mecánica Automotriz de la UIDE con el fin de analizar y estudiar su funcionamiento.

Objetivos Específicos.

- Conocer el proceso adecuado para utilizar el dinamómetro.
- Dar a conocer los sistemas de seguridad para el funcionamiento óptimo del conjunto dinamómetro – elevador cuatro postes.

1.2. Justificación.

Al ser una herramienta muy importante para cualquier taller, se procedió a importar este dinamómetro para así poder estudiar y analizar el desempeño de motores diesel o gasolina.

También fue importante el proceso de compra hasta la implementación del dinamómetro en el taller, según sus necesidades y características para un buen desempeño.

1.3. Hipótesis.

Al hacer las instalaciones correctas de este equipo, contaremos con una herramienta muy importante para cualquier taller automotriz, siempre y cuando se cumplan todas las normas de seguridad necesarias para el caso.

Las calibraciones de los diferentes componentes del mismo, formarán parte importante en la emisión de resultados del software del dinamómetro, por lo que sería la parte crítica de este estudio.

De alinear bien el elevador de cuatro postes, facilitaremos el uso de este equipo con el uso de sus rampas; los postes serán de gran ayuda para asegurar el vehículo.

1.4. Antecedentes.

➤ **Dinamómetro.**

El dinamómetro (figura1) es un equipo el cual permite medir la energía que entrega el motor de un vehículo bajo diferentes rangos y cargas para poder tener un análisis de desempeño de las prestaciones de este motor, tanto en la ciudad como en la carretera.



Figura 1. Dinamómetro automotriz

Fuente: <http://www.dynocom.net/catalog/detail.asp?iPro=136&iType=40>

Editado por: Alfredo Ávila

1.4.1. Usos y aplicaciones.

a) Para investigación y desarrollo de motores de combustión interna y vehículos

Esto es aplicado en el desarrollo de nuevos motores para vehículos o en investigaciones de nuevos componentes de los mismos. Los principales parámetros a estudiar son: par del motor, potencia desarrollada, consumo

específico de combustible y pruebas de largo plazo que buscan verificar la durabilidad de los componentes del vehículo, incluido el motor y establecer los parámetros de funcionamiento. Las pruebas de largo plazo son utilizadas para dinamómetros de motor específicamente, puesto que por medio de estas pruebas, se comprobará las prestaciones del motor a instalar en vehículos nuevos, con el fin de garantizar lotes de producción.

Por su parte los ensayos de producción tienen como objetivo realizar pruebas de control de calidad a vehículos y motores fabricados en serie con el propósito de verificar y controlar que las características del motor correspondan a la del diseño original.

b) Mantenimiento y verificación

Son empleados como herramientas de diagnóstico, para comprobar el correcto funcionamiento del vehículo, verificando que la entrega de potencia y el comportamiento en condiciones similares sea el adecuado. También se lo puede utilizar para comprobar los niveles de emisiones contaminantes que el vehículo emite a la atmósfera bajo condiciones de carga simulada.

1.4.2. Tipos de dinamómetros.

Los tipos de dinamómetros que permiten evaluar el comportamiento de un motor de combustión interna de un vehículo son: dinamómetro de motor y dinamómetro de chasis.

1.4.2.1. Dinamómetro de motor.

El dinamómetro de motor es un equipo que permite obtener tanto el balance de energía como las curvas características del motor, como son; par motor, potencia, consumo específico de combustible.



Figura 2. Dinamómetro de motor

Fuente: <http://www.dynocom.net/catalog/detail.asp?iPro=136&iType=40>

Editado por: Alfredo Ávila

Por su disposición se acopla directamente al cigüeñal (figura2) del motor la masa inercial o la unidad de absorción de potencia y de allí toma los valores necesarios para el cálculo de la potencia según sea el principio de funcionamiento.

Este tipo de dinamómetros son utilizados para realizar pruebas de motores en su etapa de investigación y desarrollo pues al estar el motor dentro de una sala de pruebas correctamente equipada, se pueden controlar de forma precisa las condiciones y parámetros en que se realizan las pruebas permitiendo así tener la

posibilidad de repetir los ensayos con resultados iguales, lo que da validez a la información obtenida.

Los resultados obtenidos de ensayos realizados en este dinamómetro solo reflejan los del motor y este al ser montado en una estructura deberá ser corregido por las pérdidas ocasionados por los elementos motrices. (caja de cambios, diferencial, pérdidas por rodaduras, etc.)

1.4.2.2. Dinamómetro de chasis.

El dinamómetro de chasis es un equipo que permite medir la potencia y el par motor en la ruedas motrices del vehículo, los resultados obtenidos serán representados de forma gráfica mediante curvas. Vemos en la figura 3, un dinamómetro en una fosa.

Esta herramienta resulta particularmente útil pues permite observar y probar en su conjunto los elementos que integran al automóvil por lo que los resultados de las pruebas y ensayos obtenidos reflejan de forma más cercana al comportamiento que el vehículo tendrá en condiciones reales de operación.

Al igual que los dinamómetros de motor este equipo se utilizará para métodos investigativos y/o desarrollo.

Uno de los usos más utilizados es para la verificación de niveles de emisiones contaminantes de los vehículos automotores que se encuentran en circulación ya

que mediante la simulación de patrones de carga, aceleración y velocidad que se encuentran estandarizados y que buscan emular la forma típica de conducir para una región determinada.



Figura 3. Dinamómetro de chasis

Fuente: <http://www.dynocom.net/catalog/detail.asp?iPro=136&iType=40>

Editado por: Alfredo Ávila

1.4.2.2.1. Elementos del dinamómetro de chasis.

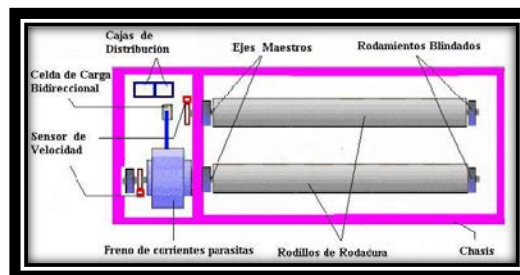


Figura 4. Partes dinamómetro

Fuente: <http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/31/31-04.pdf>

Editado por: Alfredo Ávila

➤ **Chasis.**

Esta parte del dinamómetro es la encargada de soportar todos los esfuerzos producidos por el peso de las piezas (figura 4) que forman el dinamómetro, debe ser una estructura capaz de soportar el peso de los vehículos para los cuales fue diseñado, en este caso se usará el elevador de 4 postes Muth MPK-402 con capacidad de 3000 kg.

➤ **Rodillos.**

La configuración de los rodillos en los dinamómetros de chasis es variable dependiendo el uso que se le vaya a dar el dinamómetro, existen configuraciones desde un solo rodillo de gran diámetro hasta equipos con varios juegos de rodillos para soportar todas las ruedas motrices de las unidades a examinar, son estructuras cilíndricas rígidas las cuales al centro soportan un eje que en sus extremos descansa en rodamientos y van conectados a la unidad de absorción de potencia, cuentan con un sistema que permita registrar la velocidad de giro (velocidad angular). En las figura 5 y 6 se diferencian los rodillos utilizados en el dinamómetro X 2WD, puesto que uno registrará la tracción y el otro girará libremente, debido a la rugosidad de sus superficies.

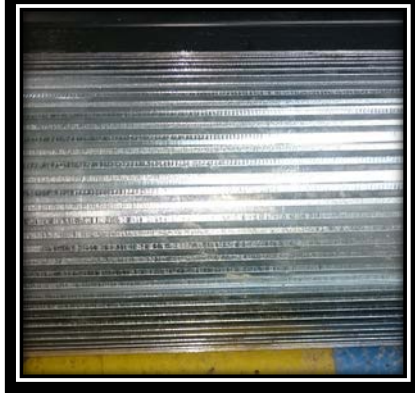


Figura 5. Rodillo con superficie con tracción del dinamómetro X 2WD

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila



Figura 6. Rodillo con superficie lisa del dinamómetro X 2WD

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

➤ **Sistema de inercia.**

Este es el sistema que se utiliza para simular la resistencia al avance que tendría el vehículo en una carretera normal.

➤ **Dispositivos de adquisición de datos.**

Está formada por 2 tipos de dispositivos, el primero es una celda de carga la cual es un transductor que convierte una fuerza en una señal eléctrica que posteriormente es amplificada y procesada para convertirla en dato. La segunda parte es una rueda perforada en intervalos regulares y un captador magnético el cual genera un pulso, al amplificar y procesar estos pulsos se obtiene la velocidad angular del rodillo, se contará con la ayuda de un lector óptico para determinar esta velocidad.

➤ **Unidad de absorción de potencia.**

Esta pieza es la encargada de oponerse al giro de los rodillos.

➤ **Dinamómetro a implementar.**

Para este estudio se adquirió un dinamómetro de la compañía Dynocom, este contendrá la siguiente descripción y características, el dinamómetro Dyno Serie X es capaz de soportar velocidades de hasta a 155 kilómetros por hora y 800 HP . El peso máximo del eje es de 6.500 libras y el rango de ancho de vía es de 36" a 86". El Dyno X (figura 7) fue diseñado para una variedad de diferentes escenarios de pruebas automóbiles con tracción delantera y posterior, compactos deportivos, camiones diésel y Motos.

Tabla 1 – Características del dinamómetro X tracción dos ruedas

DATOS	PARÁMETROS
Peso máximo en el eje	6500 libras
Potencia máxima	800 HP
Velocidad máxima	155 mph
Ancho de los vehículos	16" – 86"
Distancia entre ejes máxima	86 pulgadas
Torque máximo estable	1800 pies libras por retardador
Torque máximo dinámico	5000 pies libras por eje
Requisitos eléctricos	220/240 V AC@25 AMP

Elaborado por: Alfredo Ávila



Figura 7. Placa situada en el medio del dinamómetro X 2WD

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

➤ **Utilización.**

El Dyno X fue diseñado para una variedad de diferentes escenarios de pruebas automóbiles con tracción delantera y posterior, compactos deportivos, camiones diésel y Motos.

Este dinamómetro se basa en el funcionamiento de la corriente Eddy, este fenómeno fue descubierto por el físico francés Leon Foucalt en 1851, y por esta razón, la corriente Eddy a veces es llamada corriente Foucalt. Las corrientes Eddy son corrientes eléctricas inducidas en conductores donde un conductor es expuesto a un cambio magnético cambiante a través de un movimiento relativo del campo y del conductor a través de variaciones del campo con tiempo. Esto puede causar un flujo circular de electrones, o corriente, dentro del conductor. Estos eddies circulantes de corriente tienen inductancia y por eso induce campos magnéticos (KILLEDAR, 2012, p. 88).



Figura 8. Leon Foucalt

Fuente: <http://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/antiqueimages/foucault.jpg>

Editado por: Alfredo Ávila

Las corrientes Eddy generan calor como las fuerzas electromagnéticas. El contenedor de inducción usa calor producido por el calor de inducción. Las fuerzas electromagnéticas son usadas para dar un efecto fuerte cortante en el dinamómetro de corriente Eddy.

La potencia absorbida por el dinamómetro es directamente proporcional a la corriente de entrada fluyendo a través de las bobinas magnetizadas las cuales están encapsuladas y alojadas dentro de una caja. La variación de la medición de corriente fluyendo a través de las bobinas varía la medición del campo magnético generado por las bobinas. Como el eje del dinamómetro es rotado por el motor o el espécimen bajo prueba, el rotor montado en el eje corta el campo magnético, y las corrientes Eddy son generadas dentro de la chapa de pérdidas o miembros de transporte de calor. La corriente Eddy actúa en contra de la rotación del eje, así aplicando una carga para el objeto de prueba o el motor. El poder absorbido del motor es convertido en calor dentro de miembros transportadores de calor y disipado por agua fría fluyendo a través de ellos.

Las corrientes Eddy, también llamadas corrientes Foucault, son corrientes inducidas en conductores, oponiéndose al cambio en el flujo que son generados por ellos. Esto es causado cuando un conductor es expuesto a cambios en el campo magnético debido al movimiento relativo del campo y el conductor o debido a variaciones en el campo en función del tiempo. Esto puede causar un flujo circulante de electrones, o en corriente, dentro del cuerpo del conductor. Estos eddies circulantes o corriente crean campos magnéticos inducidos que se oponen al cambio del campo magnético original debido a la ley de Lenz, causando repulsión o arrastre de fuerzas entre el conductor y el imán. La mayor fuerza aplicada al campo magnético o la más grande conductividad eléctrica de un conductor es expuesta a cambios, entonces la mayor de las corrientes son desarrolladas y el mayor del campo opositor. A continuación vemos el freno Eddy del dinamómetro implementado.

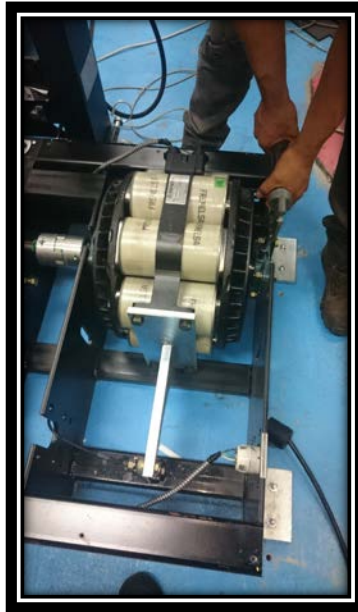


Figura 9. Freno Eddy del dinamómetro X 2WD

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

Primera ley de Faraday: Cuando un flujo magnético enlaza con una bobina cambia en función del tiempo, una fuerza electromotriz es inducida en la bobina, o cuando un conductor móvil corta un flujo magnético, una fuerza electromagnética es inducida en el conductor.

Segunda ley de Faraday: La magnitud de la fuerza electromotriz inducida es igual al producto de los números de cambios de la bobina y la velocidad de cambio de enlace de flujo.

Ley de Lenz: La dirección de la fuerza electromotriz inducida por la inducción electromagnética en dirección a lo opuesto de la principal causa en producirlo.

Regla de la mano derecha de Fleming: Esta regla ayuda en decidir la dirección de la fuerza electromotriz inducida. Mantener el pulgar de la mano derecha, el dedo índice y el dedo medio fijado en ángulos rectos entre sí, y los puntos de pulgar la dirección del movimiento del conductor, y el dedo índice señala la dirección del campo, y el dedo medio señala la dirección de la fuerza electromotriz inducida. Lo podemos apreciar de una manera más fácil en la siguiente imagen:

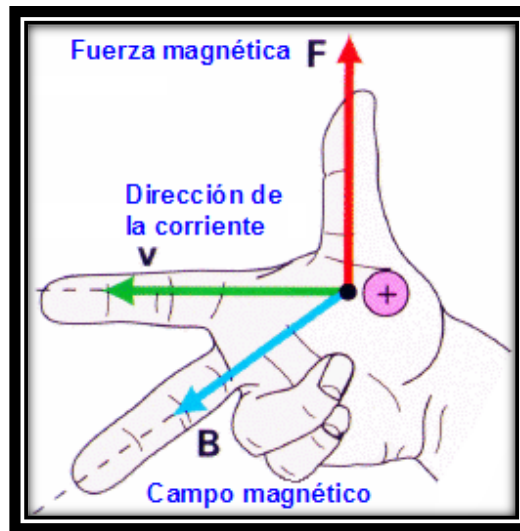


Figura 10. Regla de la mano derecha

Fuente: El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos, Enríquez Harper, 2004

Editado por: Alfredo Ávila

Regla de la mano izquierda de Fleming: Esta regla ayuda para decidir la dirección de la fuerza que actúa en un conductor. Mantenga el pulgar de la mano izquierda, el dedo índice y el dedo medio fijado en ángulos rectos entre sí, y los puntos de pulgar la dirección de la fuerza que actúa sobre el conductor, y la dirección del dedo índice señala la dirección del campo magnético, y los puntos para los dedos medio de la dirección de la corriente en el conductor (KILLEDAR, 2012, p.91). Gráficamente sería de la siguiente manera:

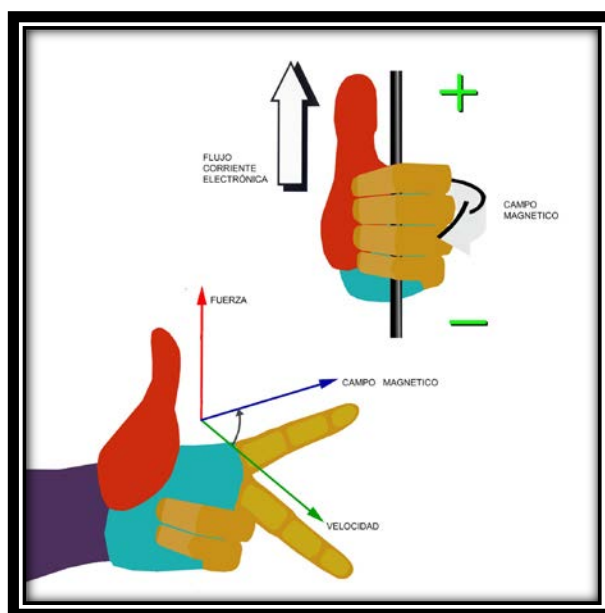


Figura 11. Regla de la mano izquierda

Fuente: El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos, Enríquez Harper, 2004

Editado por: Alfredo Ávila

El dinamómetro de corriente Eddy consiste de los siguientes componentes:

1. Rotor y eje ensamblado

2. Carcasa armada
3. Bancada armada

➤ **Rotor y eje ensamblado.**

La estructura simplificada del rotor ensamblado provee de poca inercia, el cual es principalmente responsable de una respuesta rápida del dinamómetro de corriente Eddy. El rotor es manufacturado a partir de acero magnético altamente permeable y pegado al eje.

El rotor y el eje están fabricados de un acero no magnético para evitar que los cojinetes se magneticen.

➤ **Carcasa armada.**

La carcasa puede ser una sola pieza o dos dependiendo de una sola bobina o del diseño de bobina gemela. Al carcasa aloja una bobina magnética la cual es encapsulada con compuestos de caucho de alta calidad, por lo general a base de silicona. La carcasa forma una cámara de refrigeración con el calor elemento de transporte, esta cámara de refrigeración está diseñada de tal manera que se disipa el calor al agua que circula y mantiene la temperatura de

trabajo adecuada para un rendimiento óptimo del dinamómetro. También alberga los sensores de control de temperatura para controlar la temperatura de la bobina magnética, así como el calor que transporta a otros componentes. Además de la refrigeración por agua, la ventilación de aire se implementa el cual circula dentro del dinamómetro. La acción ventilador del rotor también ayuda a hacer circular el aire dentro de la máquina. Diferentes fabricantes emplean las ranuras de ventilación o bien en la periferia o en el lado de la carcasa.

➤ **Bancada armada.**

Esta soporta la carcasa armada que aloja al rotor. La carcasa es conectada a la bancada por medio de cojinetes. La bancada también ayuda absorbiendo las vibraciones y transfiriéndolas al piso. Vemos en la siguiente figura los cojinetes donde se aloja la carcasa.

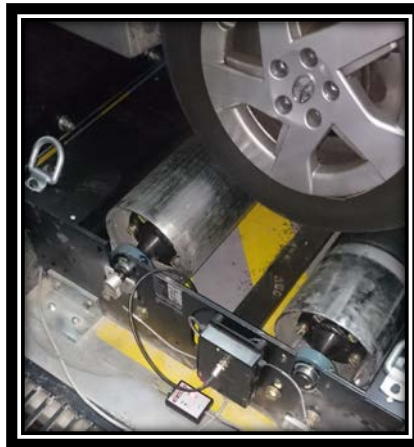


Figura 12. Bancada del dinamómetro X 2WD

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

En este caso se utilizó un dinamómetro enfriado por aire. La mayor ventaja de este equipo radica en eliminar los requerimientos de agua y sus tuberías.

Los dinamómetros de corriente eddy son ampliamente utilizados en las pruebas de los motores en producción y control de calidad. Los dinamómetros de corriente

Eddy son preferidos en vez de los dinamómetros hidráulicos por los ingenieros de pruebas debido a su diseño simple, la precisión y el control sobre el. Los dinamómetros de corrientes Eddy son los más comúnmente usados como dinamómetros de motores modernos y dinamómetros de chasis en los días actuales. Son capaces de cambiar la carga más eficientemente y más rápido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se habla específicamente del dinamómetro X tracción 2 ruedas (figura 13), su calibración, proceso de obtención y requerimientos. También trata de las curvas características del motor y sus interpretaciones.

2.1. Dinamómetro X tracción 2 ruedas de Dynocom.

Número de serie: 00843

Modelo: 2WD Dyno X

Inercia (kgm^2): 4.5

Brazo de torque (pulg): 18.5

Diámetro rodillo (cm): 21.6

RPM máximas: 5000

Fecha de construcción: Enero 2016



Figura 13. Dinamómetro en su caja de despacho

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

Cabe recalcar que el dinamómetro vino con los rodamientos sin engrasar, por lo que se procedió a hacerlo con grasa especificación NLGI No. 2 y con la ayuda de una engrasadora manual como se ve en la figura 14.



Figura 14. Rodamiento engrasado del dinamómetro X 2WD

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

2.2.1. Proceso de obtención del dinamómetro X tracción 2 ruedas de Dynocom.

Lo primero que se hizo fue el contacto con un representante de venta de la empresa Dynocom, que según las necesidades del taller y el presupuesto se procedió a cotizar el modelo X tracción 2 ruedas. Para un mejor desempeño se procedió con la adquisición de un elevador de cuatro postes.

2.2.2. Calibración.

Se la hizo con el software del dinamómetro:

- 1) Se calibró el número de inercia para valorar la confortabilidad. Se realiza con el freno Eddy no estando energizado, desconectado del tomacorriente o apagado el equipo.
- 2) Hice un SIMPLE “RO”, este es un modo de funcionamiento del dinamómetro (figura 17).
- 3) Revisé el máximo caballaje mostrado en el gráfico. Esto dependerá de los datos del vehículo a probar, pero solo es para verificar que esté dentro de los parámetros del dinamómetro es decir 800 HP.
- 4) Modifiqué el número de inercia mostrado en el cuadro de diálogos “Dyno Parameters”. Ese 5, hay que modificarlo por 4.5, que es el dato

proporcionado por Dynocom según la figura 16; la placa en dicha figura está situada del lado contrario del freno Eddy del dinamómetro.



Figura 15. Cuadro de diálogos “Dyno parameters”

Fuente: Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration (2014)

Editado por: Alfredo Ávila



Figura 16. Datos del fabricante para este dinamómetro

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

- 5) Se puede cerrar la sesión mientras se usa, solo debemos verificar que el número de inercia sea el mismo, es decir 4.5.
- 6) Una vez que el tambor de inercia es determinado, se pudo calibrar la célula de carga o el freno Eddy que se ve en el cuadro de diálogos “Load Settings”.

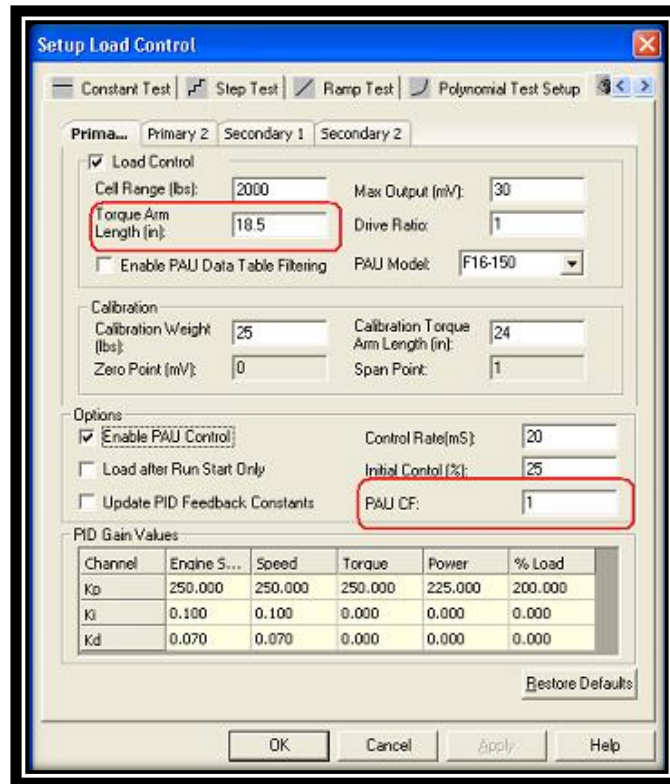


Figura 17. Cuadro de diálogos "Load Settings"

Fuente: Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

- 7) El largo del brazo de torque es simplemente la distancia desde la mitad del eje hasta el eje del freno Eddy. Se puede simplificar esto con una cinta métrica para confirmar que es correcto para el modelo adquirido. HAY QUE CAMBIAR ESTO SOLO UNA VEZ y se lo cambia ingresando el valor en la celda Torque Arm por 18.5, según la figura 16.
- 8) El término "PAU CF" es el término empleado para el número de pruebas que vamos a tomar. Esto significa que una vez que se coloca el cambio, se ve el efecto causado. Inicialmente hay que colocar el PAU CF a 1.0, cerrar y

después reabrir el software. Se lo pone en la celda con el nombre PAU CF de la imagen 17.

- 9) Desarrollé una corrida del RO, pero agregando carga del 10% como el gráfico:

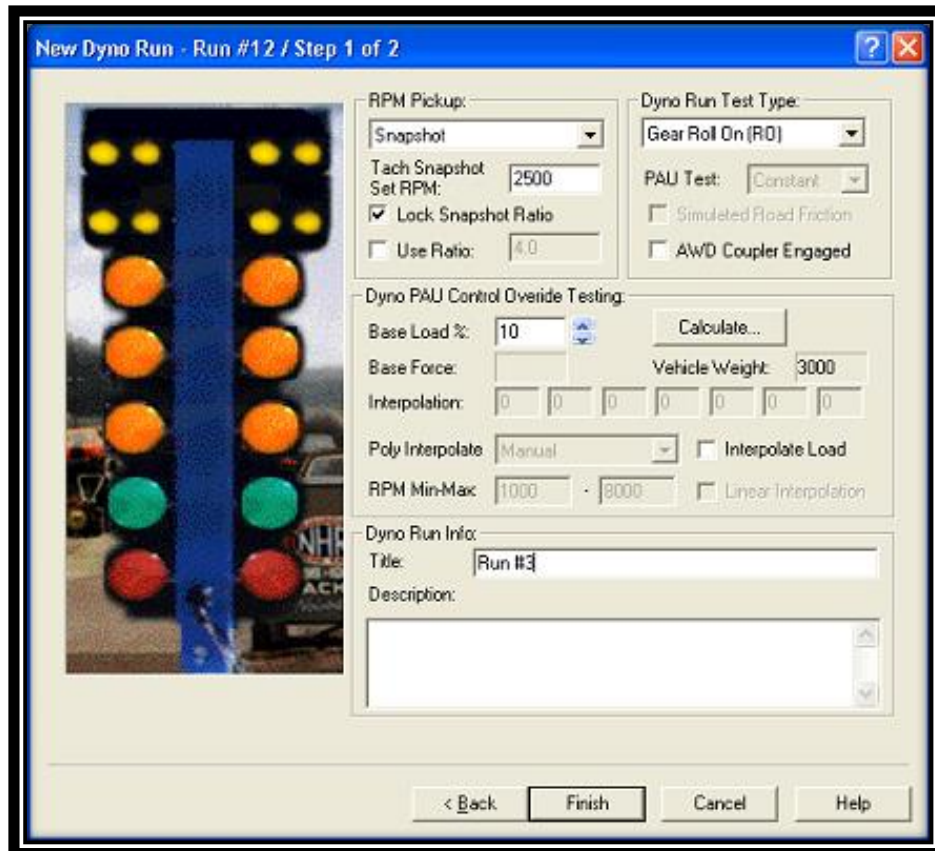


Figura 18. Cuadro de diálogos “New Dyno Run”

Fuente: Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

Se pone 10 como valor estándar, pero podemos variarlo según los HP que esperamos alcanzar:

5, 10, 15, 20 para vehículos hasta 500 HP.

10, 15, 20, 25 para vehículos en el rango de 400-600 HP.

20, 25, 30, 35 para vehículos en el rango de 600-750 HP.

25, 30, 35, 40 para vehículos en el rango de 750-850 HP.

Con esto damos resistencia en el giro de los rodillos, con el fin de cuidarlos, puesto que para motores de alto caballaje y al no colocar estos valores, los rodillos no pondrán resistencia, las revoluciones podrían sobrepasar las 5000 que aguanta el equipo, ocasionando daños en el mismo. El valor de RPM Pickup tiene que cambiarse a Optical. El valor de Dyno Run Test Type, corresponde al tipo de prueba que se quiera realizar según la siguiente tabla:

Tabla 2 – Pruebas posibles en el dinamómetro X 2WD

Prueba de aceleración RO sin carga	La base general de la prueba es usada para comparar el desempeño general del motor. Esta prueba puede ser una prueba estándar cuando se compara antes y después de modificaciones en el motor. Esta es la prueba más repetitiva de todas. Esto puede ser general antes y después de un aprueba para razones de comparación una vez con otras pruebas, como abajo, y mejorar para tuning.
Prueba de aceleración RO con carga	La base general de la prueba para motores de alto torque, diesel, y motores de gran potencia incrementada. También muy bueno cuando se trata de hacer tuning en la mezcla aire-combustible para alcanzar condiciones reales de ruta.
Prueba constante PAU	Ensayo adecuado para desarrollar cuando se está buscando una RPM, velocidad u otro parámetro específico. Esta es excelente cuando se tunea a altas revoluciones por lapsos pequeños. También es muy usado para fabricantes de partes cuando buscan

	niveles de potencias máximas entre rangos de RPM. También es excelente cuando se tunea a un nivel de RPM específico para mezclar correctamente la relación aire-combustible en el peor de los casos-condición de máxima carga.
Prueba Paso PAU o prueba rampa PAU	Más común usada como prueba PAU. La prueba Paso es la más común, sin embargo; muchos operadores están más familiarizados con la prueba Rampa o Barredura. Ambas pruebas son similares, sin embargo; la prueba Paso es más usada para condiciones de máxima carga y la evaluación de los resultados en un paso específico por un periodo de tiempo. Excelente cuando uno está buscando beneficios dentro de ciertos rangos de RPM o bajo condiciones de carga máxima.

Editado por: Alfredo Ávila Avelino

➤ **Control Manual “DC-Controller Front Panel Interface HandHeld”.**

Este es un accesorio para mayor confort y facilidad de operación del banco dinamométrico, las características del control manual, tiene un panel frontal con una pequeña pantalla LCD retro iluminado y cinco (5) botones para proporcionar la entrada del usuario. La configuración de los cinco botones es:



Figura 19. Handheld del dinamómetro X 2WD

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

-  Down Arrow: Desplaza a la pagina /siguiente pantalla
-  Up Arrow: Desplaza a la pagina/ anterior pantalla
-  Minus Key: Disminuye los valores de los parámetros
-  Plus Key: Aumenta los valores de los parámetros
-  Dot Key: Al apretar esta tecla activara en modo Re-flash

La pantalla frontal del panel LCD del DC-Controller HandHeld muestra información básica del sistema. La navegación de la pantalla es a través de los botones Up Arrow / Down Arrow. Dentro del sistema inicial, los parámetros a mostrar es velocidad del rodillo, RPM del motor y datos de relación A / F, como vemos en la figura 19, algo que hay que recalcar es que la relación A / F se refiere a la mezcla aire combustible, pero esta

relación es censada por un accesorio adicional del dinamómetro que no se lo adquirió y por ende no está conectado al equipo, consecuentemente el valor va a estar en off, es decir apagado y no nos va a emitir ninguna señal.



Figura 20. Display de inicio en el handheld

Fuente: Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

RPM hace referencia de las RPM del motor y MPH la velocidad del vehículo.

Las siguientes pantallas son de configuración “DC-Controller HandHeld” que se muestran al pulsar el botón “Setup”. Tenemos Page1, opciones de configurar el “ratio” de medición del sensor óptico de rpm, siendo si se está midiendo a la polea del cigüeñal valor igual a 1, si se toma de otra polea de menor o mayor diámetro el valor varia (figura 20). En la siguiente pantalla Page2 de “Setup” tenemos también otras configuraciones “Cylinders”, “Stroke”, “Firing angle”, el cual lo editamos para el vehículo a realizar la prueba.



Figura 21. Display del handheld pulsando el botón “Setup”

Fuente: Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

El Pickup Optical es el mismo utilizado anteriormente, es decir se utiliza el lector óptico par alas RPM del motor. Como solo tenemos este recolector de RPM, aplastamos OK para guardar esta configuración.

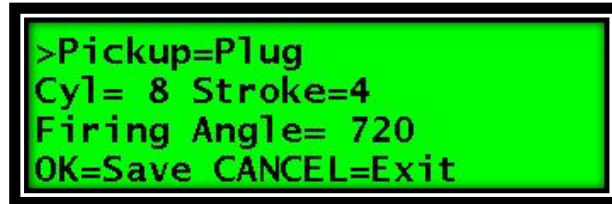


Figura 22. Display del handheld al presionar por 2da vez “Setup”

Fuente: Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

Cyl hace referencia al número de cilindros del motor a probar, Stroke si es de cuatro tiempos, Firing Angle al ángulo de encendido, o sea, 720 grados y guardamos cuando todo esté según nuestro vehículo (figura 21).

Después de estas configuraciones pulsando el botón “Setup”, tenemos el botón “Go” en el Handheld, después de pulsar este botón el software comienza en la adquisición de datos y ejecución de inicio y parada de las mediciones de las pruebas realizadas, los valores que aparecen en el controlador manual aparecen en vivo en el software compatible del PC.

Después del botón “Go”, tenemos el botón “Stop” (figura 22) este se encarga de conectar y desconectar el freno de Eddy para poder acoplarlo. El indicador de estado LED se enciende de color rojo cuando los frenos están acoplados y se apaga la luz indicadora cuando se desacoplan. En los sistemas activos de tracción total, tanto en la parte delantera y trasera. Los frenos del dinamómetro se conectan y desconectan juntos.



Figura 23. Botón “Stop” del handheld

Fuente: Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

2.3. Requerimientos.

➤ Elevador.

Tabla 3 – Características del elevador

Características	Valor
Alimentación	220 V monofásico
Largo de la plataforma	3855 mm
Ancho total	2634 mm
Largo total	5265 mm

Elaborado por: Alfredo Ávila Avelino

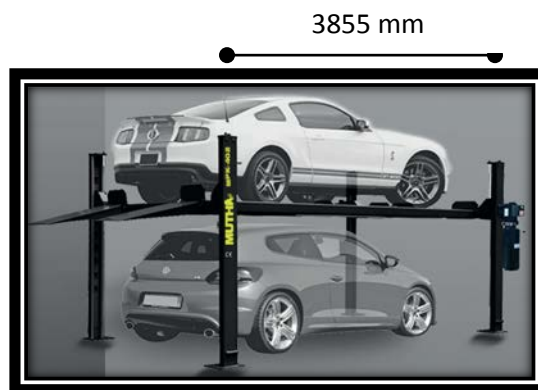


Figura 24. Elevador 4 postes marca Muth

Fuente: http://pintulac.com.ec/images/productos/docs_descarga/elevador-automotriz-mpk-402.pdf

Editado por: Alfredo Ávila

➤ **Ubicación.**

Se utilizó un espacio superior a las dimensiones requeridas por el conjunto elevador – dinamómetro es decir 2950 mm x 4900 mm.

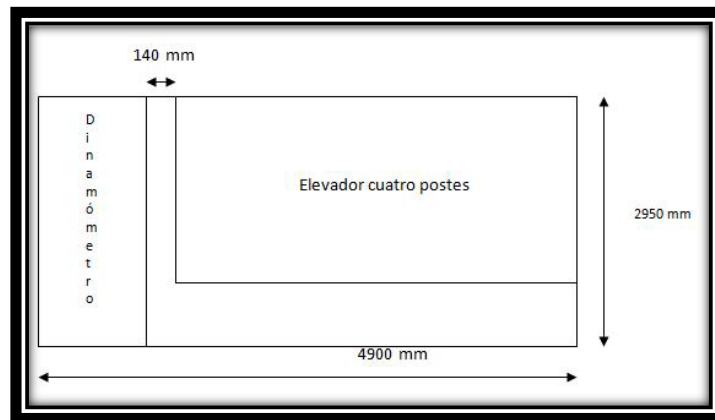


Figura 25. Plano conjunto dinamómetro - elevador

Elaborado por: Alfredo Ávila

➤ **Anclajes.**

El número de anclajes son de acuerdo a la figura 26 en tracción trasera (Dynocom Industries Incorporated, 2014, p. 4).

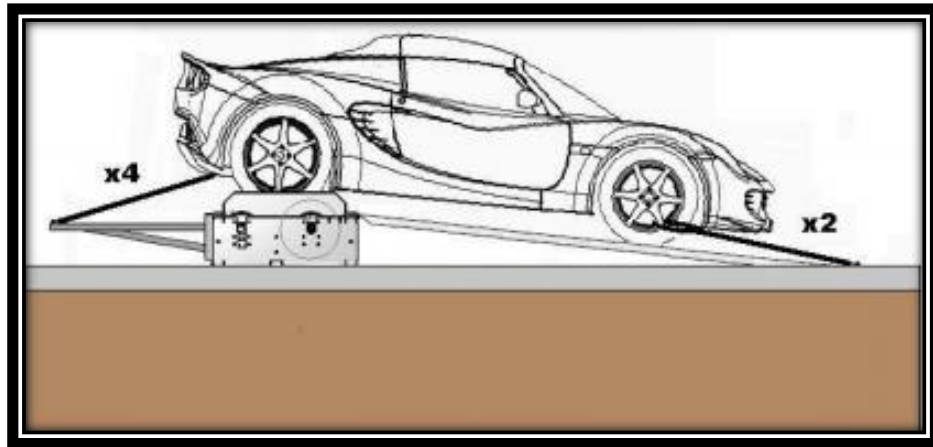


Figura 26. Número de anclajes en tracción trasera

Fuente: Introduction to Chasis Dyno Operation (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

La disposición de los anclajes es según la figura 27:

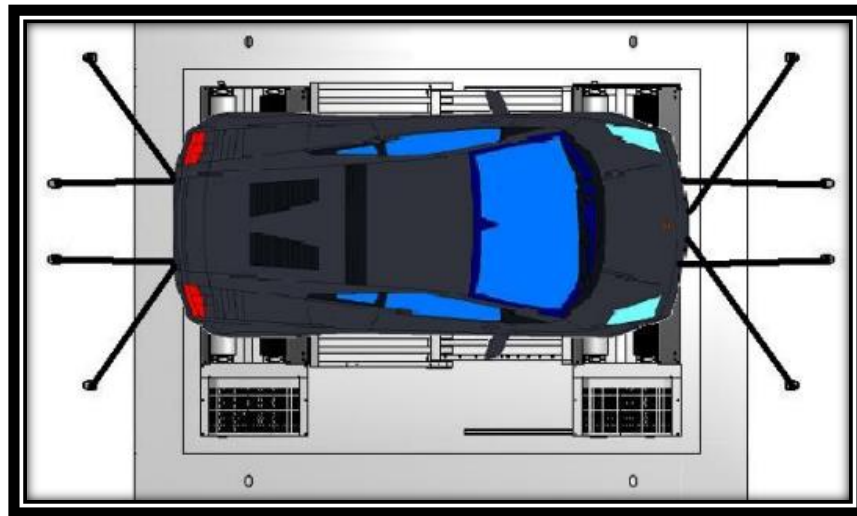


Figura 27. Disposición de los anclajes

Fuente: Introduction to Chasis Dyno Operation (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

Para tracción delantera, el número de anclajes se registrará según la figura 28:

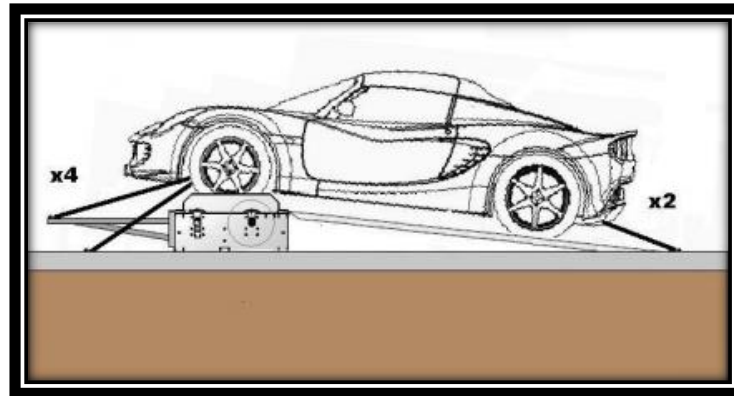


Figura 28. Número de anclajes en tracción delantera

Fuente: Introduction to Chassis Dyno Operation (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

➤ Seguridad.

Aparte de los anclajes, se podría implementar delimitación de perímetro cuando se esté haciendo las pruebas.

No se debe exceder las 5000 RPM (Límite de funcionamiento de este dinamómetro).

No se debe frenar el vehículo cuando esté en prueba.

Es recomendable para las personas que van a estar presente, utilizar protecciones auditivas, por la exposición prolongada a este ruido.

Aunque no se menciona en el catálogo, como cualquier máquina eléctrica es recomendable que descansa este equipo diez veces el tiempo que se ha utilizado, por lo que recomiendo trabajar máximo una hora seguida con el dinamómetro y mantenerlo apagado diez.

➤ **Sistema eléctrico.**

Dos tomas de 220V, para el elevador y otra para el dinamómetro como la figura 29.



Figura 29. Breaker de arriba para el elevador y el de abajo para el dyno

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

2.4. Curvas características del motor.

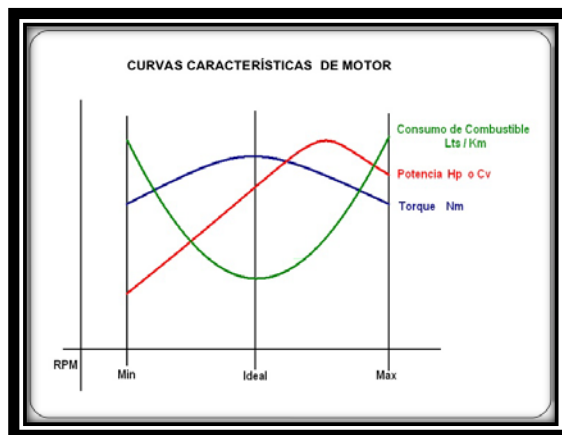


Figura 30. Curvas características de un motor

Fuente: Máquinas térmicas motoras – 1, Jesús Álvarez Flórez, 2002

2.4.1. Torque (T).

El torque del motor se refiere a la fuerza que producen los cuerpos en rotación, mide la capacidad del motor para producir un trabajo y para este estudio se utilizará la siguiente fórmula:

$$T = \frac{HP \times 5252}{RPM}$$

HP: Caballos de fuerza

5252: 500 lb-ft / sec → 33000 lb-ft / min

$$HP = (\text{torque} \times \text{rpm} \times 2 \pi) / 33000 \text{ /min} \rightarrow 33000 / (2 \times 3.1416) \rightarrow 5252$$

2.4.2. Potencia al freno (Pf).

Es la capacidad de medir en forma efectiva la potencia de un motor, la valoración de los caballos de potencia debe basarse en la capacidad del motor para producir trabajo en las ruedas conductoras o en el eje de salida. Se calcula con la siguiente fórmula:

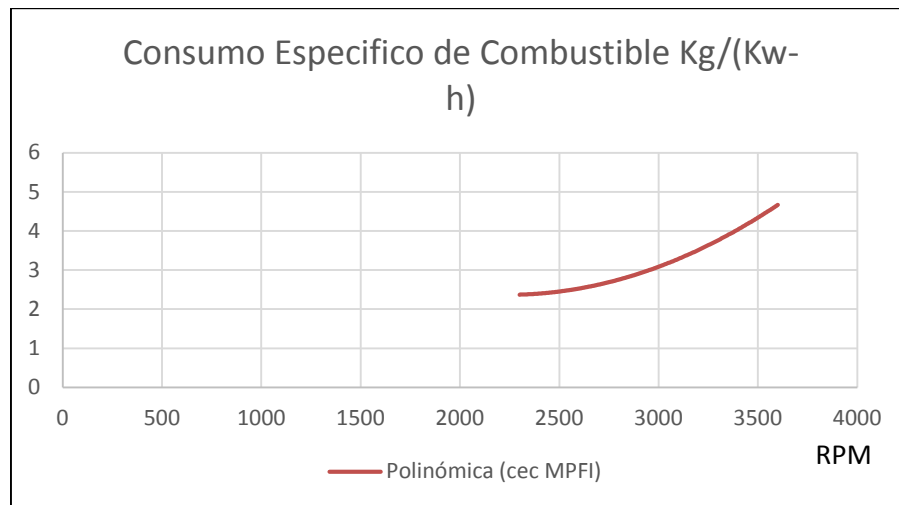
$$BHP = Tq \cdot \frac{rpm}{5252}$$

BHP: Caballos de fuerza al freno

T: Torque (lb-ft)

2.4.3. Consumo específico de combustible (C.E.C.).

Tabla 4 – Consumo específico de Sail 1.4 I



Editado por: Alfredo Ávila Avelino

Indica la cantidad de combustible consumido en un vehículo en función del motor y las rpm correspondientes. Para este ejemplo vemos que alrededor de 2500 RPM consumiremos menos combustible. Se calcula con la siguiente fórmula:

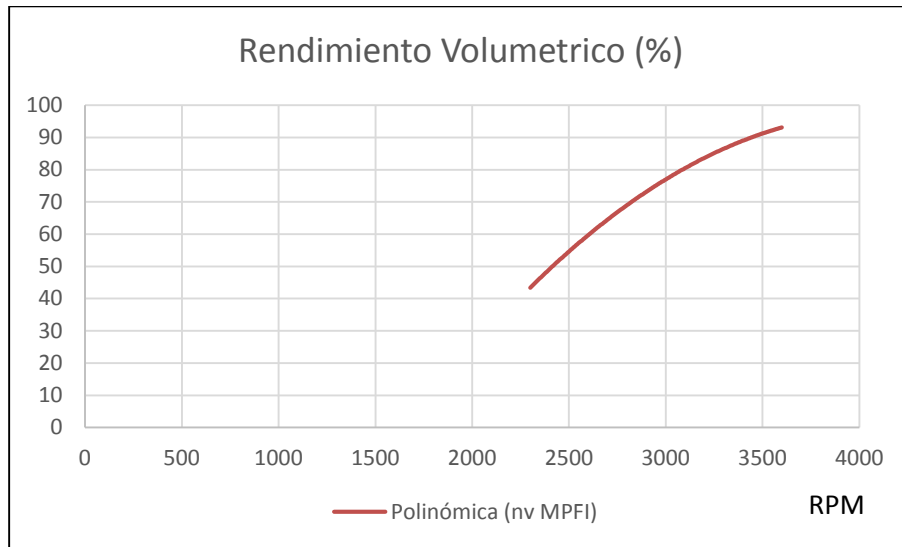
$$CEC = \frac{mc}{P_f} \text{ kg/(kW.hr)}$$

mc= flujo másico del combustible

Pf= Potencia al freno

2.4.4. Rendimiento volumétrico (η_v).

Tabla 5 – Rendimiento volumétrico de Sail 1.4 I



Editado por: Alfredo Ávila Avelino

Es la relación entre la masa de aire que entra realmente en el cilindro en cada ciclo y la que debería entrar para unas condiciones dadas. Según el ejemplo anterior vemos que a mayor revoluciones, el llenado en los cilindros será mejor y se calcula de la siguiente manera:

$$nv = \frac{ma}{mD} * 100\%$$

ma = consumo másico de aire real en kg/h

mD = consumo de aire teórico en kg/h

$$ma = \frac{\pi * D^2}{4} * C * \sqrt{\frac{2 * C1 * ho * Pa}{Ra * Ta}} * 3600$$

ma = consumo másico de aire real, en kg/h

D= Diámetro del orificio de admisión: 0.055 m

C= Coeficiente de descarga: 0.62

C1= Constante referida al fluido del manómetro (N/m²)/mmH₂O

Ho= Altura del manómetro, en mmH₂O

Pa = Presión atmosférica

Ra Constante del aire Nm/(kg. °K)

Ta= Temperatura ambiente °K

Todos los técnicos deben saber que un motor necesita una buena compresión. Sin embargo, un motor también tiene que “respirar” bien, o ser capaz de mover el aire dentro y fuera con una restricción mínima. Los convertidores catalíticos restringidos, mala sincronización de las levas, filtros de aire obstruidos, pueden afectar la capacidad del motor para hacer esto con diversos problemas de manejabilidad como resultado.

Además, muchos vehículos utilizan sensores de flujo de aire másico (MAF) para comunicarle al ECM la cantidad de aire que está entrando. Si esta información es incorrecta, el ECM no suministrará la carga de combustible correcta para un

rendimiento óptimo. Hay una manera fácil de saber si la capacidad del motor para “respirar” es buena, y es por medio de este rendimiento volumétrico.

$$VD = n * \frac{\pi * D^2}{4} * L * \frac{N}{60 * k2} * 3600$$

VD= volumen de aire teórico consumido por el motor m³/h

n= número de cilindros del vehículo

D= diámetro del cilindro en m

L= carrera del pistón en m

N= revoluciones a las que gira el motor (RPM)

K2= 2 para motores de 4 tiempos

$$\rho_{aire} = \frac{mD}{VD}$$

ρ_{aire} = densidad del aire

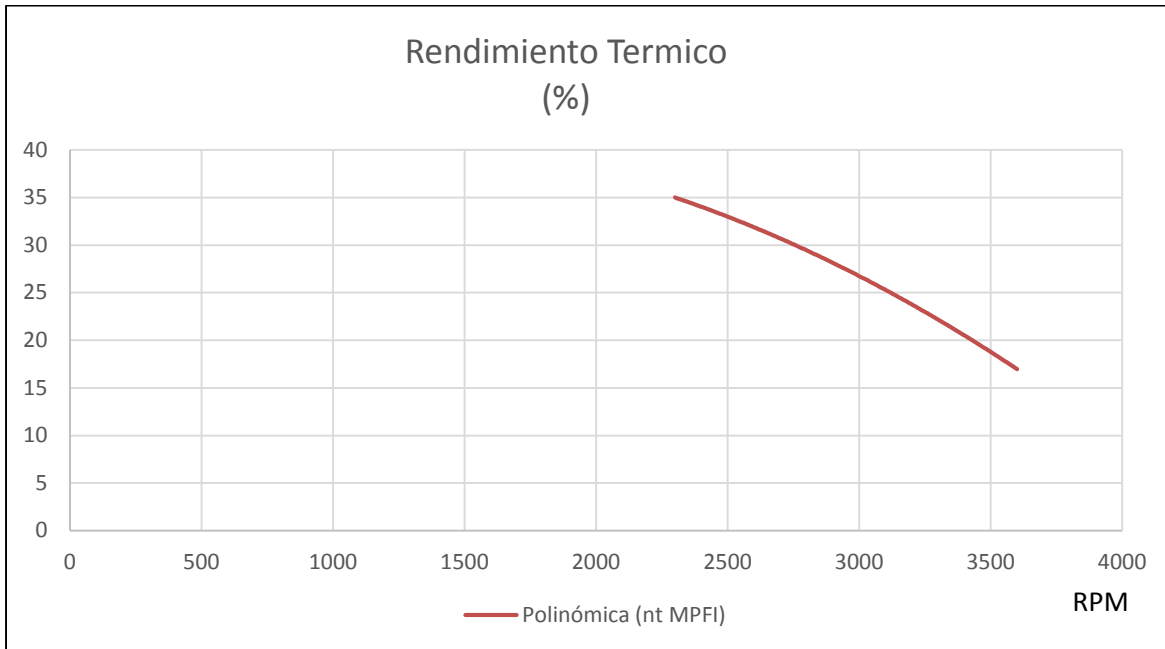
mD = consumo másico de aire teórico en Kg/h

VD= volumen de aire teórico consumido m³/h

mD = $\rho_{aire} * VD$

2.4.5. Rendimiento térmico (η_t).

Tabla 6 – Rendimiento térmico de Sail 1.4 I



Editado por: Alfredo Ávila Avelino

Representa el mayor o menor grado de aprovechamiento de la energía del combustible que hace un motor, como vemos en la tabla 6 que a menos RPM se aprovechará mejor esta energía y se calcula de la siguiente manera:

$$\eta_t = \frac{P_f}{m_c * Q_{neto}} * 3600 * 100\%$$

P_f = potencia al freno, kW

m_c = consumo másico de combustible, en kg/h

Q_{neto} = poder calorífico de la gasolina

CAPÍTULO III

INSTALACIÓN Y NORMAS DE SEGURIDAD

Este capítulo trata de la instalación del dinamómetro y todas las medidas a tener en cuenta, para evitar daños tanto en el equipo y vehículos y sobretodo en las personas incluidas en este proceso, es decir el conductor del vehículo, el copiloto y el operador del ordenador que llevará los registros de las pruebas.

3.1. Instalación eléctrica.

Se utilizaron dos tomas de 220 voltios independientes con su protección correspondiente, una para el elevador de cuatro postes y otra para el dinamómetro.

Utilizando la caja de disyuntores electromagnéticos, se procedió a coger estas líneas y por encima del techo se procedió a dejar los puntos en el lugar indicado.

Las especificaciones del dinamómetro indicadas en la tabla 7 son las siguientes (Dynocom Industries Incorporated, 2014):

Tabla 7 – Especificaciones técnicas Dinamómetro X 2WD

Voltaje de entrada:	220 VAC +/-10%, 50/60 Hz, monofásico (Terminales 1 & 2)
Ambiente de operación:	0 a 55 grados °C 0 a 95% de humedad (No-condensando)
Voltaje de salida:	0-190 VDC al PAU/freno Eddy (Nota: La polaridad del freno Eddy puede engancharse en cualquier dirección)
Control de entrada:	2 cables de control de 0-5 VDC del DC-JBox (1-PAU1 PWM, 2-GND, 3-No usado)

Editado por: Alfredo Ávila Avelino

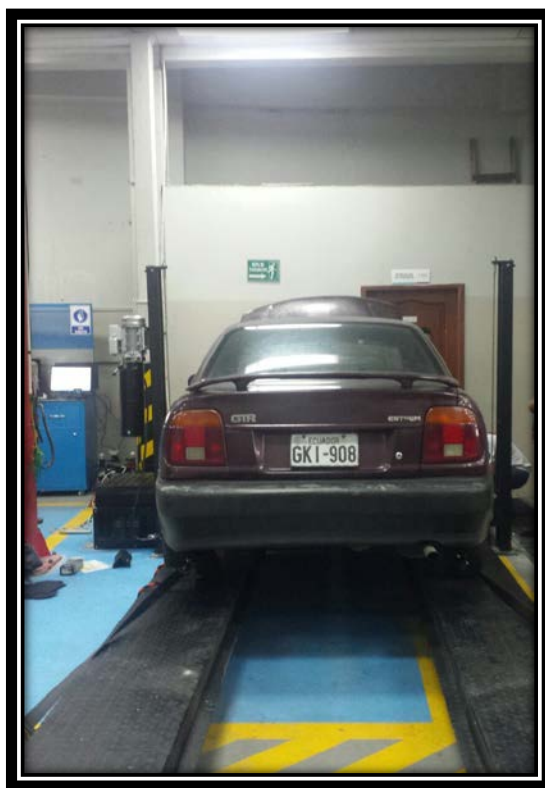


Figura 31. Lugar indicado para la instalación

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

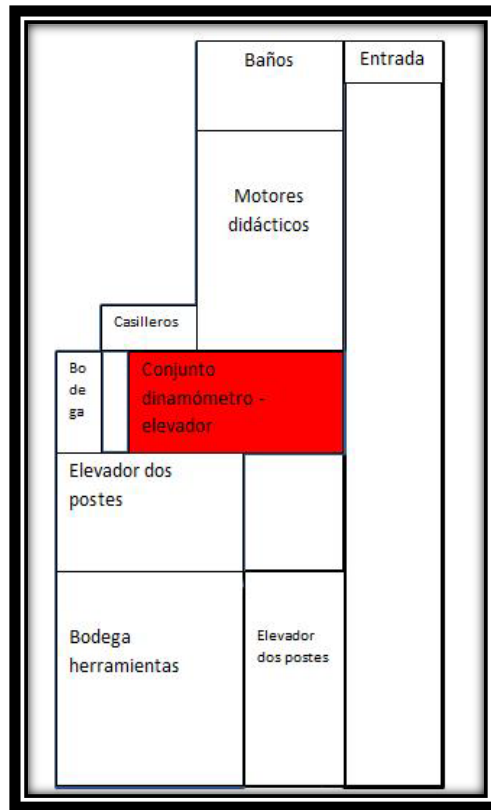


Figura 32. Ubicación conjunto dinamómetro – elevador en el taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

3.2. Instalación del dinamómetro.

Los conectores solo tienen una posición y un lugar donde encajar, solo hay que conocer los diferentes elementos del equipo.

- Instalar el dinamómetro.
- Insertar el CD en nuestro ordenador y correr “Setup.exe”
- Conectar el DC-Controller e instalar el Driver que viene en el CD junto al dinamómetro.
- Solo utilizar cable proveídos por Dynocom para efectos de garantía.

DC-JBOX



Figura 33. DC-JBOX adjunto al dinamómetro

Fuente: Introduction to Chassis Dyno Operation (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

Este dispositivo tiene todas las entradas y salidas del dinamómetro, que se calibra con el software del dinamómetro y los datos del fabricante, como fue mencionado anteriormente, en la figura 33 lo vemos sin conectar y en la 34, ya acoplado al dinamómetro.



Figura 34. DC-JBOX instalado

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

El DC-JBOX vino instalado con el dinamómetro y se encuentra situado frente al freno Eddy del mismo.

3.3. Toma eléctrica.

Figura 35. Enchufe adquirido para el dinamómetro



Fuente: Taller OIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

El dinamómetro tiene el conector macho (figura 36), por lo que se procedió a comprar el conector hembra como vemos en la figura 35.



Figura 36. Alimentación del dinamómetro

Fuente: Taller UIDE

Fotografiado por: Alfredo Ávila

3.4. Normas de seguridad.

- Las instalaciones eléctricas están previstas de toma a tierra.
- Los cuadros eléctricos están dotados de sistemas de seguridad (magnetotérmicos).
- Antes de su utilización, inspeccionar visualmente los conectores.
- Al acabar la jornada se apagarán los componentes eléctricos.
- Verificar que el cableado se encuentre en perfectas condiciones de aislamiento.
- Tratar de mantener los cables fuera del paso de los usuarios.
- Protegerse con toda la vestimenta necesaria para el taller.
- Tener cuidado con el agua para todos los componentes del equipo.

3.5. Verificación de la instalación.

La instalación eléctrica es fácil de comprobar, puesto que en su implementación se tuvo todas las medidas de seguridad y con un medidor de voltaje, se comprueba que haya o no corriente en el terminal del enchufe; es la única alimentación del dinamómetro.

La instalación del dinamómetro se tuvo mucho cuidado alineándose con el elevador de cuatro postes, es decir la distancia fue paralela (14 cm) en todos sus puntos para no tener inconvenientes en las pruebas. Al hacer los primeros testeos comprobamos que no hubo vibración, por los anclajes que se hizo al piso con los pernos de fijación respectivos. La altura del dinamómetro es de 30 cm, por lo que el elevador de cuatro postes se alineó a la misma altura y para subir los vehículos al mismo hay que ayudarnos de las rampas que vinieron junto a este.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo verifica la instalación, seguridad y procedimientos; para finalmente desarrollar una prueba general y comprobar el funcionamiento de esta equipo.

4.1. Normas de seguridad para el uso.

Se sugiere para hacer las pruebas que el conductor tenga casco de seguridad (figura 37) y los demás ayudantes extintores para contrarrestar cualquier incendio (Dynocom Industries Incorporated, 2014).



Figura 37. Conductor con casco de seguridad

Editado por: Alfredo Ávila

Alrededor del vehículo cuando esté en prueba no debe de haber nadie, por lo menos un metro a la redonda del conjunto elevador – dinamómetro.

Asegurar por lo menos cuatro anclajes en este caso del elevador, lo ideal sería como las figuras (38 y 39). Nunca hay que mover la dirección cuando se trata de vehículos con tracción delantera.

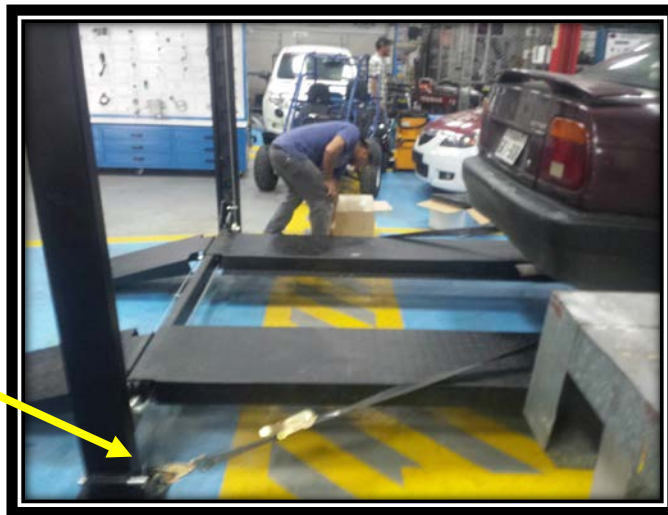


Figura 38. Anclajes traseros

Fuente: Taller UIDE

Editado por: Alfredo Ávila



Figura 39. Anclajes delanteros

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

Colocar los cauchos para que no se muevan las llantas traseras en los vehículos con tracción delantera, puesto que son 2 tacos, se los pone una detrás y no delante de cualquiera de las ruedas fijas como la figura 40:



Figura 40. Tacos de seguridad

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

Inspeccionar siempre pérdidas de combustible y de aceite en los vehículos a probar, por el sistema eléctrico del dinamómetro.

Siempre probar a bajas revoluciones y comprobar que todo esté seguro, para recién comenzar las pruebas.

Todos los componentes que se puedan enredar con el giro del motor y/o por los rodillos, asegurarlos para no provocar paradas abruptas.

Durante las pruebas, el dinamómetro tenderá a elevar su temperatura, por ende tener cuidado al contacto con el freno Eddy.

Para pruebas largas (hasta una hora) se recomienda un sistema de extracción de gases para el vehículo a probar y de ventilación para el dinamómetro.

Las llantas del vehículo deben de estar en buen estado físicamente (tener material suficiente para generar fricción con el rodillo) antes de cualquier prueba y su presión debe de estar entre 25 y 35 psi, independientemente de su tamaño.

Nunca dejar que personal no capacitado opere el vehículo durante la prueba en el dinamómetro.

Como los gases de escape son perjudiciales para la salud, al hacer estas pruebas, el lugar escogido, debe contar con buena ventilación.

4.2. Procedimientos de uso de equipo.

Lo primero que se hizo fue elevar el vehículo al elevador de cuatro postes.

Una vez el vehículo en el elevador, lo rodamos hasta dejar las ruedas donde existe la tracción en medio de los rodillos como en la figura 41.



Figura 41. Ruedas de tracción colocadas en el dinamómetro

Fuente: Taller UIDE

Editado por: Alfredo Ávila

De ahí se procede a asegurar el vehículo con las bandas de sujeción siempre a cuatro puntos con ayuda del los postes del elevador y los grilletes del

dinamómetro, las dos llantas que no tienen tracción para fijar el movimiento axial del vehículo y donde existe tracción para evitar el deslizamiento del vehículo en los rodillos hacia los costados.

4.3. Prueba general.

Cabe recalcar que la toma de las rpm del motor es por medio de un sensor óptico, que censará dichas rpm preferiblemente del cigüeñal por medio de una banda especial reflectiva que solo la provee Dynocom, como vemos en la figura 42.



Figura 42. Banda reflexiva y su colocación

Fuente: Introduction to Chasis Dyno Operation (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

En la tabla 6 podemos apreciar las especificaciones del sensor óptico (Dynocom Industries Incorporated, 2014).

Tabla 8 – Especificaciones técnicas del sensor óptico

Máxima distancia de operación	2.14 m
Rango de velocidad	1-250000 RPM
Temperatura de operación	-10° a 70°C
Poder requerido	3.3 a 15 VDC @ 40 mA
Señal de salida	TTL pulso proporcional a la entrada
Dimensiones	16 x 73 mm

Editado por: Alfredo Ávila Avelino

Después de seguir el procedimiento de ingreso de valores en el software del dinamómetro, procedemos a darle GO (figura 43) al Handheld y aceleramos hasta obtener nuestras curvas, que en este caso se escogió la del Chevrolet Sail 2012, motor 1.4 l.



Figura 43. Botón GO en el Handheld

Fuente: Introduction to Chasis Dyno Operation (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

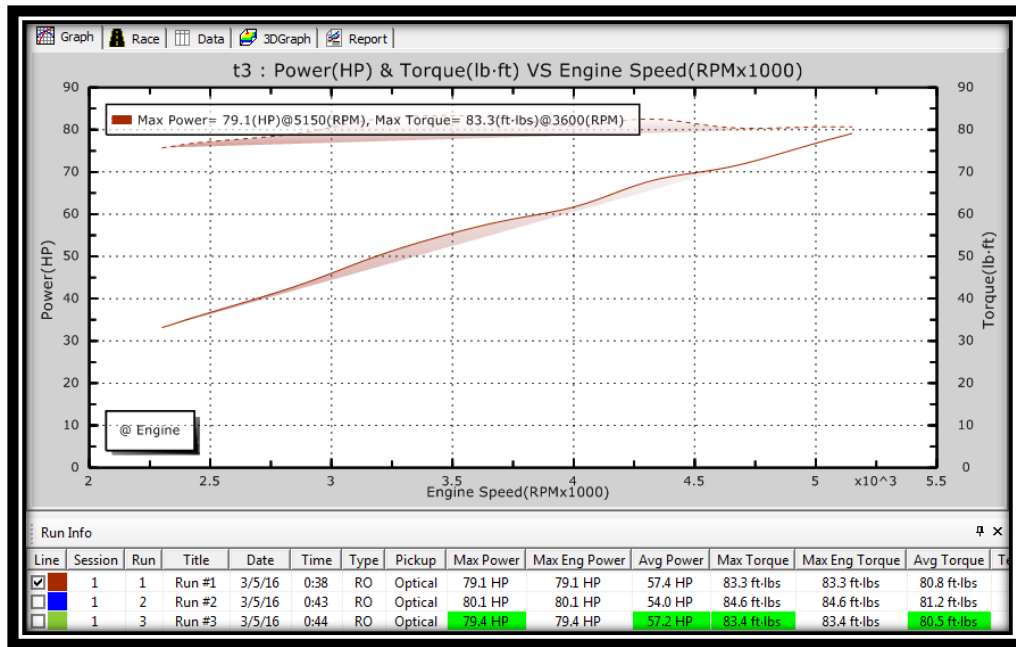


Figura 44. Gráfica de tendencia Sail

Editado por: Alfredo Ávila

Esta curva indica una máxima potencia de 79.1 HP @ 5150 RPM y 83.3 libras pies a 3600 RPM, como está representado en la figura 44.

Es muy importante notar que la carga o prueba PAU es diferente que las pruebas de aceleración o de inercia, y los datos obtenidos durante los diferentes tipos de pruebas variarán. Por eso, uno nunca debería comparar pruebas de un tipo con otro. Aceleración estándar o prueba de inercia serán las más repetitivas y consistentes; sin embargo, un dyno con mucha inercia será más repetitivo que un dyno de menor inercia. En ciertos casos, sin embargo, las pruebas de aceleración pueden ser inadecuadas en ciertos vehículos o cuando se está tratando de medir con precisión un motor. Esto es especialmente verdadero para vehículos con torques altos, como los diesel, o vehículos turbocargados/supercargados que

tienen bastante torque. Esto es porque pueden haber cargas inadecuadas en el motor propiamente por los turbocargadores etc.

Por lo tanto, se debe adicionar carga para permitir que el motor funcione bajo las condiciones de carretera. La proporción de la carga y el tipo de prueba de desempeño dependerá de lo que el usuario está tratando de hacer y de su experiencia.

- Cuando se crea una nueva prueba, cambiar el tipo de prueba a PAU (Unidad de absorción de Potencia). Entonces en el menú, determinar lo que usted quiera correr a step test o una constant test. (A step test está diseñada para mantener el motor a una velocidad por un lapso determinado de tiempo y entonces moverlo a otro punto de RPM. Una prueba constante mantendrá solo un punto tanto como usted deseara sin moverlo a otro punto.)

- Continuar a través del menú. Usted necesitará especificar qué puntos de RPM usted quiere probar para comenzar y terminar tan bien como los intervalos que usted quisiera usar si es que usted esta desarrollando una prueba paso a paso (step test).

- Una vez que usted haya terminado de configurar la prueba, usted está listo de comenzar de la misma manera que el anterior.

- Cuando se esta probando, el freno Eddy automáticamente mantendrá al motor o el vehículo en la RPM o velocidad que usted colocó, sin importar la posición del acelerador. Cuando usted se encuentre en el cambio que usted quiso probar, simplemente presionar el botón verde “go” y cuando se alcance las RPM, el PAU se activará.

- Cuando se ha completado la prueba, simplemente terminar de la misma manera anterior. Presionar el botón verde “go” una vez más (esto pagaría el indicador verde una vez más del DC Handheld), poner el vehículo en neutro y aplicar el freno del dyno presionando el botón rojo en el handheld.

- CONSEJO: Cuando el PAU no está en uso, siempre será una buena idea bajar el breaker de la unidad. Esto ayudará a prolongar la vida útil del freno. En algunos casos una pequeña carga es aplicada cuando el breaker del PAU esta en posición on – esto colocará un muy pequeño arrastre en las pruebas de aceleración y, por esto; las lecturas de potencias cuando el breaker del PAU está en on vs. off diferirán un poco.

“Nota: Cuando se desarrollan pruebas PAU no es necesario de comenzar la prueba con el acelerador a fondo. Simplemente aflojar el acelerador al comienzo de la prueba – esto prevendrá que choque el tren de potencia que podría causar daños” (Dynocom Industries Incorporated, 2014).

Cabe recalcar que para estas pruebas se recomienda utilizar un ventilador en frente del motor, para refrigerarlo y ayudar con el llenado en los cilindros de aire, como en la figura 45.



Figura 45. Ubicación recomendada del ventilador

Fuente: Introduction to Chasis Dyno Operation (2014)

Editado por: Alfredo Ávila

➤ **BAJAR UN VEHÍCULO DEL DYNO.**

- Cuando se ha terminado de trabajar con un vehículo, hay que cerciorarse que el freno del dino está en on. Las ruedas fijas deberían también estar bloqueadas con los tacos de ruedas.

- Comenzar desatando las bandas de sujeción.
- Sacar los tacos de seguridad.
- Deslizar el vehículo suavemente para liberarlo de los rodillos.
- Proceder con cuidado para bajar el vehículo del elevador de cuatro postes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- La utilización de este equipo, es muy provechosa para el taller escogido, puesto que cumplió las expectativas propuestas.
- Las pruebas que se pueden hacer con el dinamómetro son diversas, por lo que la experiencia y el conocimiento de los parámetros que se pueden modificar nos darán las directrices para realizarlas exitosamente.
- El sistema de seguridad fue algo importante con respecto a los anclajes necesarios para la utilización del conjunto elevador – dinamómetro, para evitar que el vehículo de prueba se deslice en los rodillos o mucho peor, que se salga del equipo, con el fin de evitar accidentes lamentables.

5.2. Recomendaciones.

- Se podría utilizar con el fin de repotenciaciones en un vehículo, para no solo comparar las curvas reales con las establecidas por el fabricante, sino con mejoras logradas por modificaciones.
- Con un mismo vehículo realizar todas las pruebas posibles con este dinamómetro, para así entender las diferencias entre ellas y entender mejor sus características.
- La versatilidad de este equipo, permitirá la implementación del mismo en una fosa, donde se podría obviar la utilización del elevador de cuatro postes y así utilizar estos equipos por separados, para sacarles mejor provecho. No hay que olvidar el sistema de ventilación para el dinamómetro y el de extracción para los gases del vehículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Jyotindra S. Killedar (2012). DYNAMOMETER, Theory and Application to Engine. Estados Unidos de Norteamérica.
- Dynocom Industries Incorporated (2014). Technical Support Document – Chassis Dyno System Calibration. Dallas, Estados Unidos de Norteamérica.
- Manuel Orovio Astudillo (2010). Tecnología del Automóvil primera edición, Paraninfo, Madrid, España.
- David González Calleja (2011). Motores primera edición, Paraninfo, Madrid, España.
- Allan Bonnick (2008), Automotive Science and Mathematics primera edición, Elsevier Ltd., Burlington, Estados Unidos de Norteamérica.
- V. Hernández (2007), Propuesta para el diseño de control electrónico y construcción de un dinamómetro de inercia electrónico computarizado. Guatemala.

GLOSARIO

- **Consumo específico de combustible.-** Indica la cantidad de combustible consumido en un vehículo en función del motor y las rpm correspondientes.
- **Dinamómetro.-** Es un equipo el cual permite medir la energía que entrega el motor de un vehículo bajo diferentes rangos y cargas para poder tener un análisis de desempeño tanto de ciudad como de carretera del vehículo.
- **INEN.-** Siglas de Instituto Nacional de Estadísticas y Normas.
- **MON.-** Índice de octanaje en un motor estático.
- **PAU.-** Unidad de presión de aceleración.
- **PL.-** Pérdida en la potencia de transmisión.
- **Potencia al freno.-** Es la capacidad de medir en forma efectiva la potencia de un motor, la valoración de los caballos de potencia debe basarse en la capacidad del motor para producir trabajo en las ruedas conductoras o en el eje de salida.
- **Rendimiento térmico.-** Representa el mayor o menor grado de aprovechamiento de la energía del combustible que hace un motor.
- **Rendimiento volumétrico.-** Es la relación entre la masa de aire que entra realmente en el cilindro en cada ciclo y la que debería entrar para unas condiciones dadas.
- **RON.-** Índice de octanaje medio en laboratorios.

- **Torque.-** Se refiere a la fuerza que producen los cuerpos en rotación, mide la capacidad del motor para producir un trabajo.

ANEXOS

ANEXO 1 - MANUAL DE USO DEL DINAMÓMETRO X TRACCIÓN 2 RUEDAS DEL FABRICANTE DYNOCOM

- Tomar el DC-Handheld y subirse al vehículo. Encender el vehículo y aflojar el freno de emergencia. Después, presionar el botón “Stop” en el DC-Handheld para liberar el freno del dyno. (La luz roja en el handheld debería estar apagada en este punto).
- Suavemente acelerar el vehículo hasta el cambio o el punto donde se dispuso comenzar la prueba. Ser cuidadoso en la primera corrida para permitir que el vehículo se asiente en el dyno. También, los primeros alones deben ser usados para calentar el equipo. El dinamómetro necesita alcanzar su propia temperatura de operación antes de producir números precisos.
- Cuando se ha alcanzado el cambio deseado y la velocidad del vehículo o del motor, presionar el botón verde de “go” en el DC-Handheld. Esto comenzará la prueba. Desde este punto, toda la información alcanzada por el dinamómetro será guardada y mostrada en un gráfico después de la prueba. Para finalizar la prueba, solo hay que presionar el botón verde go otra vez. (Esto debería apagar el botón verde en el frente del handheld).
- Después de haber completado una corrida, hay que permitir al dyno que sus rodillos vuelvan a paralizarse por el mismo. NO USAR EL FRENO DE LOS

VEHÍCULOS en el dyno. Hay que aplicar el freno del dyno para disminuir el movimiento de los rodillos, pero no los frenos de los vehículos de pruebas. Usando los frenos de los vehículos de pruebas puede causar que el vehículo se ruede o incluso se salga del dyno. Cuando el dyno no está en uso entre pruebas, es una mejor idea aplicar el freno del dyno. Esto mantendrá los rodillos inmóviles.

- Después de terminar una corrida, el software DynoCompute automáticamente arrojará un gráfico de los resultados. Para empezar una nueva corrida, simplemente presionar el botón de comienzo en el DC-Handheld. Preparar el vehículo para hacer otra corrida y aplastar el botón de comienzo otra vez.

ANEXO 2 - ELEMENTOS ENTREGADOS EN EL TALLER

- 2 grilletes con sus sujeciones (A)
- 4 pernos de anclaje (B)
- 10 pernos de expansión (C)
- 6 pernos de expansión pequeños (D)
- 6 correas de sujeción (E)
- 4 bandas (F)

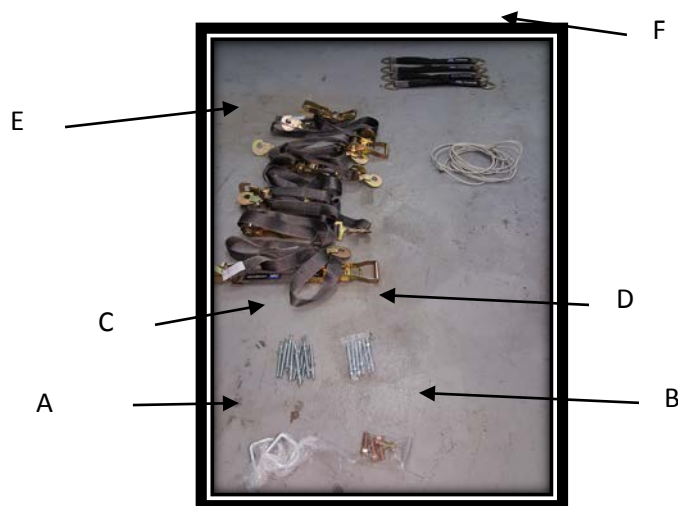


Figura 46. Elementos de fijación de los vehículos

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

- 1 handheld (G)

- 1 interfaz del dinamómetro (H)
- 3 cables de conexión (I)
- 1 cable de alimentación de corriente para el interfaz del dinamómetro (J)
- 1 sensor óptico con base (K)
- 1 interfaz del sensor óptico (L)
- 1 sensor multitareas (temperatura, presión y humedad del ambiente) (M)
- 1 juego de tacos antideslizantes para ruedas fijas (N)

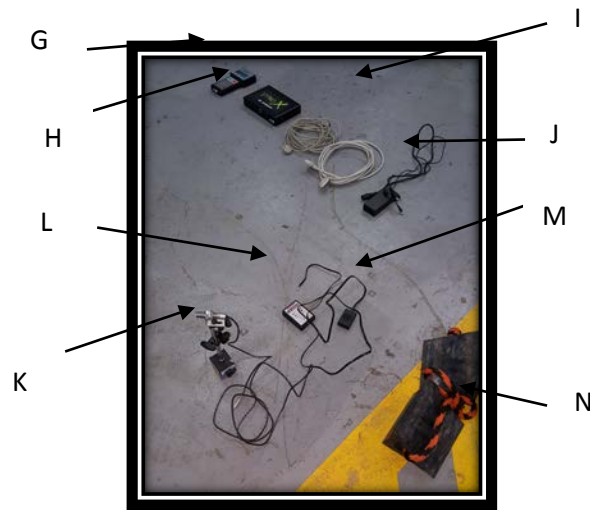


Figura 47. Elementos para el funcionamiento del software

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

- 1 dinamómetro armado con 4 grilletes en sus esquinas

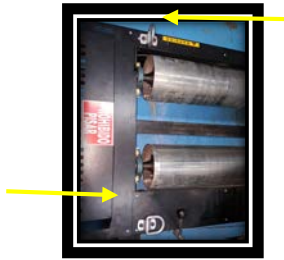


Figura 48. Grilletes de fijación del lado del freno Eddy

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

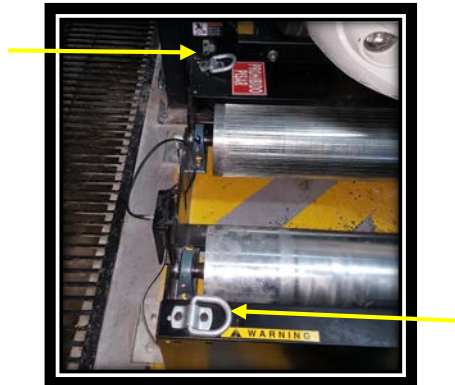


Figura 49. Grilletes del lado contrario al freno Eddy

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

- 1 elevador 4 postes armados
- 1 regleta
- 1 computadora armada (CPU, teclado, monitor, parlantes y cables de conexión)
- 1 cable USB para interfaz del dinamómetro



Figura 50. Computadora para el dinamómetro

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila

- Accesorios varios del elevador 4 postes



Figura 51. Accesorios varios del elevador de 4 postes

Fuente: Taller UIDE

Elaborado por: Alfredo Ávila