

240



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON

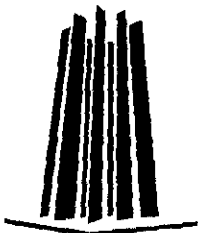
“INSTALACION, CALIBRACION Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DEL DINAMOMETRO DE
CHASIS ELECTRICO PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACION EN EMISIONES
VEHICULARES DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO”

930391

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:
BENJAMIN MENDOZA SANTOS

ASESOR: ING. ABEL VERDE CRUZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

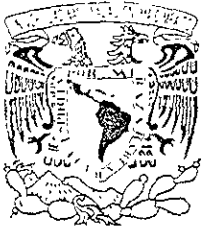


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM.

JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA.

OFICIO: ENAR/S. MI. 490/2000.

ASUNTO: Sinodo.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS
SECRETARIO ACADÉMICO
Presente

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional del alumno **BENJAMÍN MENDOZA SANTOS**, con Número de Cuenta: 8800349-6, con el tema de tesis: "INSTALACIÓN, CALIBRACIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS ELÉCTRICO PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN EMISIONES VEHICULARES DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO".

PRESIDENTE:	ING. RAÚL BARRÓN VERA	OCTUBRE	78
VOCAL:	ING. J.J. RAMÓN MEJÍA ROLDÁN	MARZO	85
SECRETARIO:	ING. JUAN A. VILLANUEVA ORTEGA	SEPTIEMBRE	94
SUPLENTE:	ING. ABEL VERDE CRUZ	ABRIL	95
SUPLENTE:	ING. PABLO LUNA ESCORZA	ENERO	96

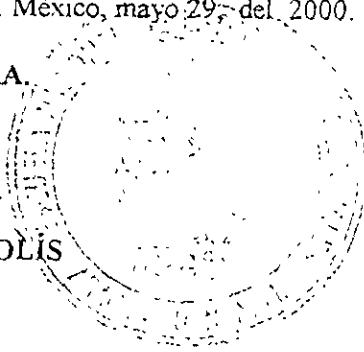
Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. Abel Verde Cruz, el cual está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes profesionales de esta Escuela.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, Edo. México, mayo 29 del 2000.

EL JEFE DE CARRERA

[Firma manuscrita]

ING. IVÁN MUÑOZ SOLÍS



c e p - Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez - Jefe del Depto. de Servicios Escolares.
c e p - Ing. Abel Verde Cruz - Asesor de Tests
c e p - Alumno

IMS/scd

Al águila le preguntaron cuál era el secreto de su vida realizada.

Ella respondió:

"La energía, seguridad, fuerza de voluntad y alegría de vivir que ustedes ven en mí y que yo siento, la obtengo de mí misma, de lo que hago y de lo que soy".

"Es mi fuente de energía propia, tan natural como el aire, el agua y el sol. ¿El secreto? Es haberme conocido a mí misma: haber entendido los procesos y las leyes que me rigen, tanto internos como externos. Saber de lo que soy capaz. Es mantener una búsqueda retadora hacia la realización, que me engrandece y me ayuda a satisfacer necesidades superiores y a utilizar más mi potencial".

La Búsqueda

A Dios.

*Por darme la vida y sabiduría
para encontrar el camino
hacia la libertad y verdad.*

A mis Padres.

*Con la mayor gratitud por los
esfuerzos realizados para que
yo concluyera con un objetivo
más en mi vida.*

A mis hermanas.

*Por el apoyo, amor y
confianza que siempre me han
brindado.*

A mis amigos.

*Por ayudarme a ser una mejor
persona y compartir
momentos increíbles,*

A mis compañeros de trabajo.

*Por compartir sus
conocimientos, experiencia y
ante todo su amistad.*

A la Universidad.

*Por darme los conocimientos
necesarios para ser un hombre
libre.*

Al Instituto Mexicano del Petróleo.

*Por todas las facilidades otorgadas
para la realización de este trabajo.*

*Dedico este trabajo en forma especial, a todas las personas
que se quedaron en la lucha hacia la libertad.*

Benjamín Mendoza Santos.

INDICE

INTRODUCCION.

OBJETIVO.

JUSTIFICACIÓN.

CAPITULO 1

FUNDAMENTOS BASICOS.

1.1	ORIGEN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHICULO.	1
1.2	MOTORES DE COMBUSTION INTERNA (A GASOLINA).	2
1.3	SISTEMA DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.	5
1.4	DISPOSITIVOS ANTICONTAMINANTES.	10
1.5	EL DINAMÓMETRO COMO INSTRUMENTO DE MEDICION.	14
1.6	CLASIFICACION DE LOS DINAMOMETROS.	16

CAPITULO 2

SISTEMA DEL DINAMOMETRO DE CHASIS ELECTRICO.

2.1	INTRODUCCIÓN.	25
2.2	DESCRIPCION DEL SISTEMA DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS ELECTRICO.	27
2.3	CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.	46
2.4	ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA.	50

CAPITULO 3

CALIBRACION.

3.1	INTRODUCCION.	53
3.2	CALIBRACION ESTATICA.	53
3.3	CALIBRACION DINAMICA.	60

CAPITULO 4

METODOLOGIA DE OPERACIÓN.

4.1	INTRODUCCION.	67
4.2	ARRANQUE Y PARO DEL SISTEMA DEL SINAMOMETRO DE CHASIS.	67
4.3	DETERMINACIÓN DEL ESTADO ELECTROMECAÁNICO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES.	69
4.4	CALENTAMIENTO DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS.	71
4.5	DETERMINACION DE COEFICIENTES DE FRICCION PARA LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES (SIMULACIÓN DE LA CARGA DE CAMINO E INERCIA).	76
4.6	PROCESO DE EVALUACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES A GASOLINA.	88

CAPITULO 5

REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO.

5.1	CONCEPTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.	91
5.2	CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.	92
5.3	SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS ELECTRICO.	94
5.4	CONEXIÓN A TIERRA DEL SISTEMA ELECTRICO.	96
5.5	REGLAS PARA PREVENIR EL DAÑO DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.	98
5.6	MANTENIMIENTO.	99

CONCLUSIONES.

ANEXOS.

GLOSARIO.

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

En nuestros días uno de los problemas más graves a que se enfrenta la humanidad es el de la contaminación atmosférica. La cual se define como la presencia de sustancias extrañas o concentración superior a la habitual, que suponen una amenaza para la vida humana y su entorno. Basándose en esta explicación, se puede afirmar que la causa principal de la contaminación del aire causada por el hombre en las zonas urbanas es la combustión, principalmente de los combustibles fósiles; siendo los vehículos motorizados los primordiales consumidores de estos carburantes, es de esperarse que en las grandes ciudades caracterizadas por enormes flotas de vehículos, sean éstos los principales emisores contaminantes de la atmósfera.

En un motor de combustión interna se generan una serie de contaminantes. Estos pueden ser agrupados como efectos dañinos a la salud humana y al ambiente. En cuanto a la salud, los diferentes contaminantes, ya sean solos o en combinación con otros, pueden producir enfermedades de la piel, irritación de ojos, nariz, garganta y vías respiratorias.

En lo que respecta al medio ambiente, sus principales consecuencias se dan en la formación de ciertos fenómenos macros, como el efecto invernadero, el cual es responsable del calentamiento global de la Tierra y sus secuelas como crecimiento de los desiertos, aumento del nivel de los mares, inmersión de islas y costas, etcétera; la lluvia ácida, con sus consecuentes daños a la vegetación, sistema acuático, agricultura; también son responsables de la formación de neblina y humos.

Así, la ignición del carburante en un motor de combustión interna genera una serie de emisiones contaminantes, las cuales dependerán del tipo y calidad del combustible utilizado; de la relación aire/carburante, del método de suministro del combustible; del sistema, tecnología de encendido; de la relación de compresión y de la temperatura de combustión.

Tomando en cuenta lo anterior, se ha considerado que para estudiar a fondo el impacto ambiental que generan estas máquinas, se debe hacer un gran esfuerzo para implementar la infraestructura adecuada para su estudio.

El Laboratorio de Investigación en Emisiones Vehiculares del Instituto Mexicano del Petróleo, juega un papel fundamental para la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar y preservar la calidad del aire en las zonas metropolitanas del país, principalmente la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

Este Laboratorio cuenta con equipo de muestreo y análisis de emisiones contaminantes con tecnología de vanguardia, para llevar a cabo tareas relacionadas con pruebas estáticas y dinámicas en vehículos automotores a fin de determinar el comportamiento de aditivos, combustibles, dispositivos y sistemas de conversión a carburantes gaseosos, en cuanto a su efecto en emisiones de escape (crudas y diluidas).

Entre otros equipos destaca un dinamómetro de chasis eléctrico. Conceptualmente hablando, se puede decir que un dinamómetro de chasis es una herramienta que permite evaluar el funcionamiento del vehículo mediante métodos de pruebas establecidos internacionalmente, simulando las condiciones de trabajo normal de un vehículo automotor. En este trabajo se intenta destacar la importancia del dinamómetro para la realización de dichas pruebas. Así mismo se lleva a cabo un estudio general de su instalación, operación y calibración.

El desarrollo de este trabajo se llevará a cabo en cinco capítulos que se describen a continuación:

El capítulo 1 describe algunos conceptos importantes para introducir al lector respecto al tema como son: teoría de los motores de combustión interna, también se hace mención de algunos dispositivos anticontaminantes para vehículos, así como la descripción general del dinamómetro de chasis y sus diferentes tecnologías.

En el capítulo 2 se describe los elementos que integran al sistema del dinamómetro de chasis eléctrico, así como, sus principales características.

En el capítulo 3 se mencionan los diferentes métodos de calibración del sistema de medición de torque. Se presentan también los pasos a seguir y los resultados obtenidos durante la primera calibración del dinamómetro.

El capítulo 4 se da a conocer la metodología de operación del sistema del dinamómetro de chasis para la ejecución de la simulación del camino, de las pruebas de muestreo y análisis de emisiones de escape en los vehículos automotores.

El capítulo 5 describe algunos conceptos sobre seguridad industrial y operación del dinamómetro. Además de las instrucciones principales para el mantenimiento del mismo.

OBJETIVO

Implementar un Sistema de Dinamómetro de Chasis Eléctrico LDV 48"-86-125 HP-AC Mca. Horiba, para el Laboratorio de Investigación en Emisiones Vehiculares del Instituto Mexicano del Petróleo. Involucrando con ello, la puesta en operación, calibración y mantenimiento. Y así, poder afrontar los problemas surgidos por el uso de combustibles, su impacto en el medio ambiente, en la Industria del Petróleo y Automotriz.

JUSTIFICACION

El presente trabajo pretende concienciar al personal operador de la importancia de contar con procedimientos para realizar las actividades en lo que respecta a la operación, calibración y mantenimiento preventivo del Sistema del Dinamómetro de Chasis Eléctrico, cumpliendo con los requisitos de calidad y competitividad. Perfilando así, al Laboratorio de Investigación en Emisiones Vehiculares del Instituto Mexicano del Petróleo, al acreditamiento ante las autoridades correspondientes; Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA) e ISO-9001.

1.1 ORIGEN Y FORMACIÓN DE LAS EMISIONES.

Las emisiones debidas a los vehículos automotores son de tres tipos: las emisiones volátiles a nivel del carter, del circuito de carburante y los gases de escape.

Las emisiones a nivel del carter-motor, presentes en los vehículos de gasolina están compuestas de hidrocarburos. En un vehículo que carece de sistemas de control, estas evaporaciones (figura 1.1) son del orden del 13% y pueden alcanzar el 20% del total de las emisiones de hidrocarburos. A pesar de las normas de fabricación existen numerosos automóviles responsables de este tipo de emisiones, dado el estado mecánico defectuoso en que se encuentran –fugas de carburante, de aceite a nivel del motor,..etc.-.

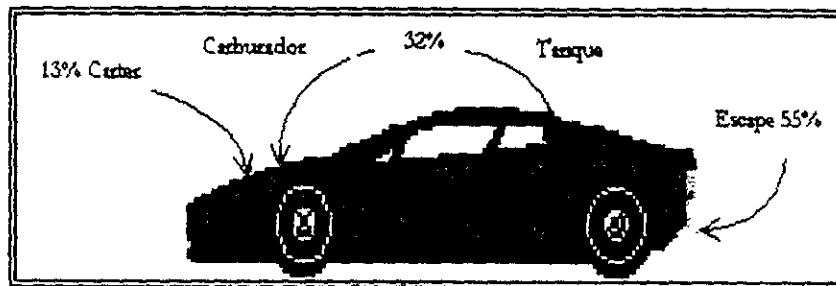


Figura 1.1 Emisiones de hidrocarburos en un vehículo.

Las evaporaciones de combustible se observan principalmente a nivel del tanque o del carburante, y son mayores cuando la temperatura aumenta. Estas emisiones están compuestas de hidrocarburos y pueden alcanzar para un vehículo de gasolina no controlados, más de 30% de las emisiones totales de hidrocarburos; en el caso de los vehículos Diesel, representan el 20% de estas emisiones. También se suman a éstas las emisiones debidas a la evaporación del combustible derramado en el piso durante el llenado de los tanques y las que se deben a los numerosos vehículos que circulan sin tapón o con un tapón defectuoso.

Los gases del escape son el producto de la combustión del combustible con el oxígeno del aire en el motor la cual, si fuera completa, solo daría CO_2 y vapor de agua.

De hecho la combustión es siempre incompleta y los componentes de las emisiones dependen del tipo de motor y de las condiciones de funcionamiento del mismo. Estos componentes son:

- Monóxido de Carbono CO .
- Hidrocarburos HC .
- Oxido de nitrógeno NO_x .
- Dióxido de Carbono CO_2

1.2 MOTORES DE COMBUSTION INTERNA (A GASOLINA).

El motor es un conjunto de componentes mecánicos que transforman energía calorífica en energía cinética vía la combustión discontinúa de una mezcla combustible-aire en una o más cámaras cuyos volúmenes son modificados por el movimiento de pistones o rotores. El proceso de combustión es iniciado por una fuente externa de ignición.

CICLOS TERMODINAMICOS.

Cuando un sistema en un estado inicial dado, pasa por varios cambios o procesos y finalmente a su estado inicial, el sistema ha realizado un ciclo. Por lo tanto al concluir el ciclo todas las propiedades tienen el mismo valor que al principio.

Los ciclos se clasifican en:

- Termodinámicos: Son todas aquellas en la que la sustancia de trabajo se recicla, por ejemplo una planta de fuerza.
- Mecánicos: Como el que experimenta una máquina de combustión interna de 4 tiempos en la cual se lleva a cabo un ciclo cada dos revoluciones, ya que el fluido de trabajo no sigue un ciclo termodinámico en la máquina, pues el aire y el combustible se queman originando productos de combustión que se escapan a la atmósfera.

El ciclo termodinámico en los motores de combustión interna nos ayudan a mostrar los efectos de los cambios en las condiciones de operación, para indicar el rendimiento máximo, así como para comparar un tipo de motor con otro.

Se llama tiempo o carrera a cada movimiento ascendente o descendente del pistón dentro del cilindro. Con ayuda de la biela, el cigüeñal gira 360° cada dos tiempos. Todos los motores de automóvil requieren de 4 movimientos del pistón para completar un ciclo de combustión como se muestra en la figura 1.2. El ciclo es como sigue:

ADMISIÓN.

La rotación del cigüeñal hace descender el pistón, así mismo, el giro del árbol de levas permite la apertura de la válvula de admisión permaneciendo cerrada la válvula de escape. Cuando la válvula de admisión se abre, la mezcla aire-combustible entra a la cámara de combustión.

Durante la admisión en el interior del cilindro desciende la presión (proceso Isobárico), debido a que el aire y la mezcla de combustible encuentran resistencia en los conductos de admisión (filtros de aire, válvulas de estrangulamiento, válvulas de admisión, etc.).

COMPRESION.

Con las dos válvulas cerradas, el pistón sube (forzado por el cigüeñal) dentro del cilindro y comprime la mezcla aire-combustible en la cámara de combustión.

Durante la compresión aumenta la temperatura y la presión de la carga. Sus valores finales dependen de la relación de compresión que al aumentar, eleva la eficiencia el ciclo y mejora el aprovechamiento del calor.

Teniendo en cuenta que la combustión requiere un cierto tiempo para realizarse y que el aprovechamiento del calor se consiga, la mezcla debe quemarse antes de que el pistón llegue al P.M.S. (al comienzo de la expansión).

EXPANSIÓN.

Con el encendido un poco antes de terminar la fase de compresión se inicia la combustión, la cual origina una elevación de temperatura y presión. En el proceso de la combustión, la energía química del combustible se transforma en térmica.

Una vez terminada la combustión se lleva a cabo la expansión. El volumen aumenta y la presión experimenta un descenso ocasionado por la transmisión de calor a las paredes del cilindro. La expansión de los gases debería prolongarse cuanto fuera posible para aprovechar al máximo la fase útil, es decir, hasta la proximidad del P.M.I, pero en la realidad no es así ya que la válvula de escape se abre antes.

ESCAPE.

El barrido de los gases quemados comienza en cuanto se abre la válvula de escape, en este instante la presión dentro del cilindro es mucho más elevada que la atmosférica, por lo que los gases de escape salen de él a gran velocidad, igual a 600-700 m/seg. En este primer periodo de la fase en que transcurre casi a volumen constante, la presión desciende con rapidez, y cuando se inicia la carrera de escape, es poco superior a la atmosférica, con tendencia a descender aun más durante la primera parte de esta carrera. Los gases quemados son expulsados por el pistón que se desplaza hacia el P.M.S. Este primer periodo transcurre con presión ligeramente superior a la atmosférica por la resistencia que han de vencer los gases al atravesar la válvula y los conductos de escape, y representan, por consiguiente, trabajo pasivo.

El pistón no puede, sin embargo, expulsar todos los gases, porque una parte de ellos lo ocupa la cámara de combustión. Al final de la carrera de escape, la presión tiene todavía un valor ligeramente superior a la atmosférica, mientras tanto, ha comenzado la abertura de la válvula de admisión y cuando se encuentra ya totalmente abierta y ofrece en este punto la sección máxima de paso para la nueva fase de admisión. Comienza así un ciclo, que se repetirá con regularidad.

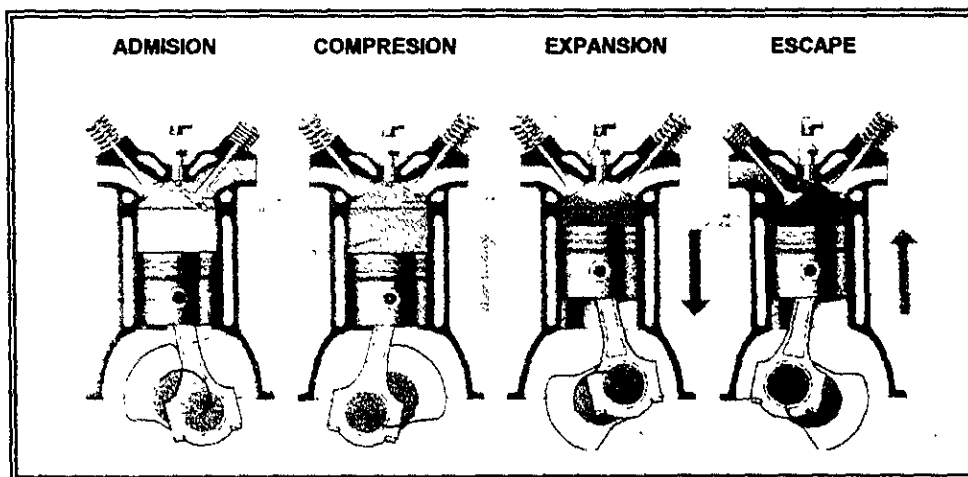


Figura 1.2 Ciclo de Cuatro Tiempos.

1.3 SISTEMAS DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

SISTEMA DE ENCENDIDO.

El sistema de encendido está formado, por lo general, de un acumulador de 12 V, una bobina de inducción, o bien, de una magneto de alta tensión con su distribuidor (figura 1.3). En la actualidad se emplean dispositivos electrónicos para interrumpir la corriente primaria en lugar de un interruptor de contacto.

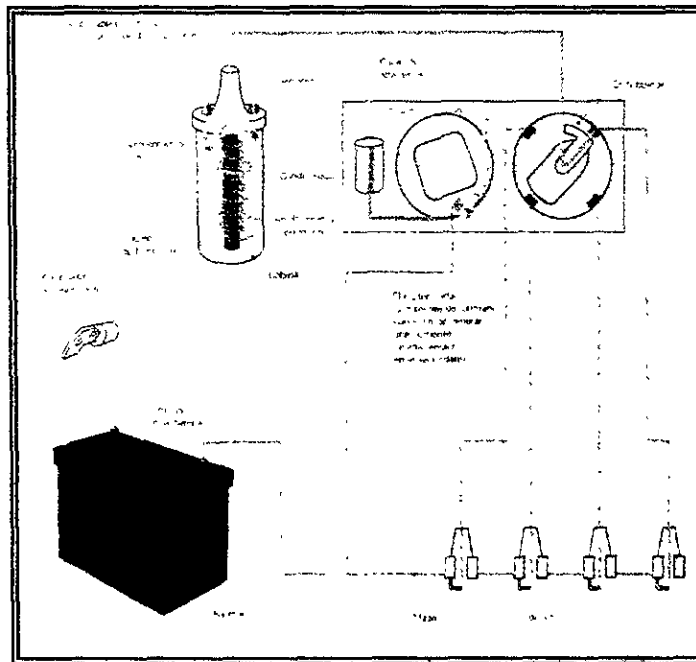


Figura 1.3 Sistema de Encendido.

El funcionamiento de la bobina se basa en el principio de inducción magnética. Esto es, cuando una corriente eléctrica pasa por un alambre produce un campo magnético a su alrededor, y cuando deja de pasar esta corriente, se contrae el campo magnético y se induce una corriente de alto voltaje en cualquier alambre que esté dentro de las líneas de fuerza del campo. Los transformadores, en los que aumenta o disminuye el voltaje, funcionan con este mismo principio. La bobina que es un transformador, tiene dos alambres largos, uno grueso y otro delgado, que van embobinados (devanados) en un núcleo de hierro dulce.

El alambre grueso, que da varios cientos de vueltas, se llama embobinado primario, va conectado al acumulador y recibe la corriente de bajo voltaje; el alambre delgado, que da miles de vueltas alrededor del núcleo, se llama embobinado secundario (Ver figura 1.4).

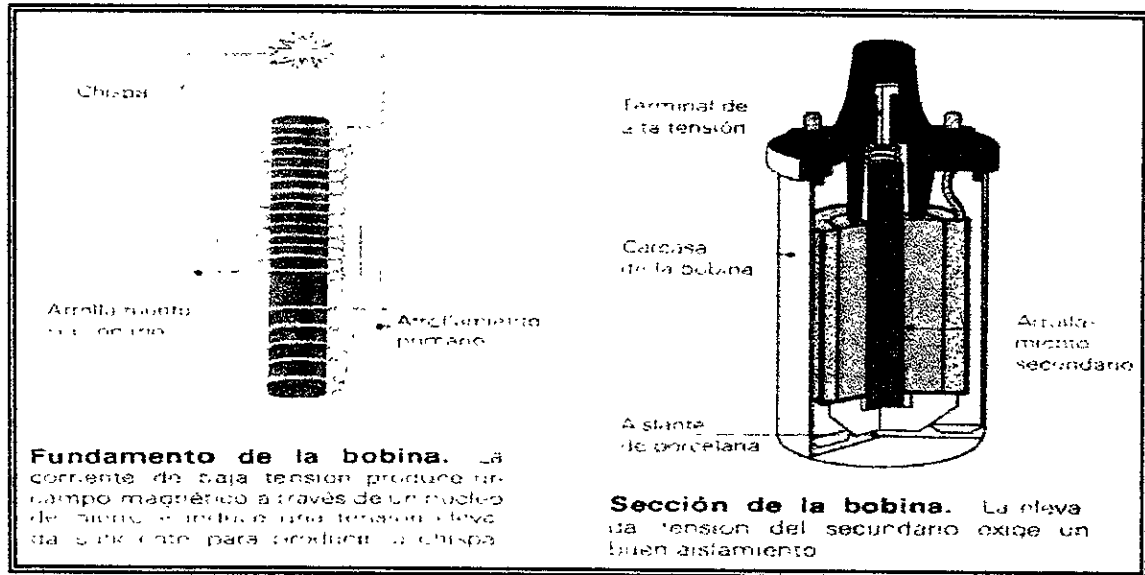


Figura 1.4 Funcionamiento de la bobina .

El distribuidor, que tiene las únicas partes móviles del sistema de encendido, realiza dos funciones: los platinos hacen las veces de un interruptor que conecta y desconecta la corriente de bajo voltaje que pasa por el embobinado primario de la bobina y así, induce corriente de alto voltaje en el embobinado secundario.

El rotor y la tapa del distribuidor transmiten la corriente de alto voltaje de la bobina a las bujías, en el orden de encendido correcto. Cada bujía debe producir la chispa un poco antes de que el pistón llegue a la parte superior de su carrera de compresión.

El rotor gira con la flecha del distribuidor, la cual, en la mayoría de los motores, es impulsada por el árbol de levas. La flecha y el árbol de levas tienen engranes que los hacen girar a la mitad de la velocidad del cigüeñal. Así las bujías reciben corriente cada vez que se completa el ciclo de cuatro tiempos del motor.

Para que fluya la corriente se requiere un circuito cerrado. Una de las terminales del acumulador, el bloque y todos los accesorios eléctricos del vehículo, se conectan a tierra, en el chasis. Así, el motor y el chasis cierran el circuito y la corriente fluye del acumulador a la bobina, los platinos y las bujías.

La diferencia principal entre el sistema de encendido electrónico y el de platinos está en los componentes electromagnéticos o fotoeléctricos transistorizados del sistema electrónico, para interrumpir la corriente primaria de bajo voltaje que fluye hacia la bobina.

El sistema de encendido electrónico funciona con unos dispositivos no mecánicos llamados transistores. El transistor usa una corriente muy débil para interrumpir el paso de la corriente. Los diversos sistemas de encendido electrónico difieren en la manera de generar esta débil corriente.

En algunos sistemas de Chrysler, la flecha del distribuidor hace girar un reluctor parecido a un engrane. Cuando los dientes del reluctor pasan por la bobina magnética del distribuidor, se genera un débil impulso eléctrico. Este impulso conecta y desconecta el transistor, e impide que pase la corriente de bajo voltaje por el embobinado primario.

Otros sistemas generan la débil corriente necesaria para conectar y desconectar el transistor mediante detectores metálicos, diodos emisores de luz (LED).

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

La gasolina que se quema en los cilindros produce temperaturas de más de 2500 °C, pero aún en los motores más eficientes sólo aprovechan de 20 a 25% de esta energía calorífica para impulsar el vehículo. Puesto que esta alta temperatura puede crear problemas para los materiales de los que está hecha la máquina, es clara la necesidad de remover este calor, lo cual es trabajo del sistema de enfriamiento. Cuando la máquina es sobrecargada, se quema más combustible y consecuentemente se necesita extraer más calor a través del sistema de enfriamiento.

Un termostato detecta el incremento en temperatura del refrigerante que entra al cilindro y responde al abrir la válvula que controla la cantidad de refrigerante al radiador. El sistema de enfriamiento está presurizado de tal manera que el punto de evaporación de una mezcla de 50% de agua y 50% de anticongelante, de 108° a 263°, permitiendo que el motor opere ligeramente más caliente y más eficiente. Parte del refrigerante es desviado del sistema principal y dirigido a pequeños radiadores los cuales proveen calor a la cabina. A veces el agua sola puede ser utilizada como refrigerante ya que tiene 3 desventajas: se congela, se evapora y produce corrosión. Adicionando un

volumen igual de glicol anticongelante el agua ayuda a vencer estas desventajas. La mezcla agua-glicol tiene un alto punto de ebullición, contiene inhibidores de corrosión y bajo punto de congelación.

Los motores industriales pequeños, los de motocicleta, los de algunos vehículos y muchos de los que se emplean en los aviones, se enfrían por aire. Este tipo de enfriamiento elimina la necesidad de emplear agua u otro medio refrigerante líquido, las camisas de agua, las bombas, los radiadores y las conexiones para el agua, pero requiere que se modifique la construcción de los cilindros, tener aletas, placas de desviación, y en algunos casos, sopladores.

El motor de un vehículo enfriado por aire tiene varios inconvenientes: está encerrado por la carrocería, y los cilindros están montados uno detrás de otro, de modo que sólo los delanteros están expuestos a las corrientes de aire. Por eso, estos motores están cubiertos por una tolva de lámina, en la que se hace circular el aire mediante un ventilador accionado por una banda. Además, en los motores potentes enfriados por aire, con frecuencia se necesita un radiador de aceite muy grande, y se podría decir, en estos casos, el motor está enfriado por aceite, no por aire.

SISTEMA DE LUBRICACION.

Para que un motor de combustión interna desarrolle un trabajo satisfactorio, es vital disponer de un aceite lubricante adecuado, con lo cual se evita el desgaste excesivo de las partes móviles del motor; también impide que escapen los gases de combustión que se encuentran a alta presión en los cilindros y la acumulación de depósitos, así como también se elimina el calor de las áreas de concentración relativa de altas temperaturas dentro del motor.

El aceite se almacena en el cárter, que está debajo del motor. Una bomba lo hace circular a presión primero a través de un filtro y, después, por una serie de conductos.

El filtro del aceite retiene partículas abrasivas que causarían el desgaste excesivo del motor. El material más comúnmente usado en los filtros es un papel impregnado con una resina que, dentro de un pequeño recipiente y plegado en forma de acordeón, proporciona una superficie de filtrado más amplia.

La mayoría de los aceites de motor están compuestos de aceites básicos y aditivos. Los aceites básicos, por lo general, son de origen mineral, aún cuando algunos son sintéticos. Los aditivos químicos se agregan a los aceites para motor según fórmulas que permiten obtener las características adecuadas para el funcionamiento, las cuales no tienen los aceites básicos solos.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

El sistema de combustible empieza en el cuello del tanque de gasolina y termina en las válvulas de admisión de la cabeza, en donde la mezcla vaporizada de aire y gasolina entra a las cámaras de combustión del motor. La bomba de la gasolina lleva el combustible líquido, a través de varios filtros, desde el tanque hasta el carburador, donde se mezcla con el aire y se pulveriza, y al entrar al vacío parcial del múltiple de admisión empieza a evaporarse.

La gasolina líquida no explota. Cuando parece que un charco de gasolina se está quemando, en realidad son los vapores que despiden los que están en llamas; por ello, para obtener la máxima potencia del motor y el mayor rendimiento de la gasolina, además de reducir los contaminantes que produce la combustión incompleta, es necesario que la gasolina se vaporice al máximo antes de llegar a las cámaras de combustión.

En la mayoría de los motores, para facilitar la vaporización, parte del calor del sistema de escape llega al filtro del aire y al múltiple de admisión.

Cuando se comprime cualquier gas, incluso el aire, aumenta su temperatura. Así, cuando se comprime la mezcla de aire y gasolina, aumenta la temperatura en el cilindro y se logra la vaporización total de la gasolina.

Los vehículos actuales cuentan con un sistema de control para retener los vapores provenientes del depósito de gasolina. Estos vapores pasan por un conducto a un depósito (cánister) con carbón activado que los retiene, y al iniciar la marcha los envía al motor, donde se queman.

La alimentación de la gasolina al motor es realizada mediante un carburador o en los modelos más recientes mediante un inyector de combustible.

SISTEMA DE ESCAPE.

El sistema de escape de los automóviles descarga los gases calientes y venenosos del motor a la atmósfera. Este sistema también reduce el ruido de la combustión y, con el convertidor catalítico los contaminantes del escape se transforman por reacción química en sustancias menos tóxicas.

Los gases quemados son expulsados con gran fuerza de la cámara de combustión y las ondas de choque supersónicas a alta presión que generan, reboran en el múltiple de escape varios miles de veces por minuto.

El mofle o silenciador absorbe estas ondas de presión y reduce el ruido al nivel permitido. Algunos automóviles tienen dos mofles, montados uno detrás del otro. El segundo, llamado resonador, absorber las frecuencias de ruido que el primero no eliminó.

En el caso de que el sistema de escape esté deteriorado y haya fugas estas no producen mucho ruido pero despiden Monóxido de carbono, gas sin color ni olor que produce dolores de cabeza, disminución de visibilidad, sueño, reflejos lentos, náuseas, inconsciencia e incluso la muerte.

Las fallas del motor se pueden detectar al observar y escuchar el sistema de escape; un tono irregular puede deberse a defectos de encendido o a un mal ajuste del carburador. El humo negro en el escape indica una mezcla de gasolina demasiado rica o fallas en el sistema de inyección de gasolina. La salida de humo azul intenso cuando se acelera el automóvil revela que pasa aceite a la cámara de combustión porque las guías de las válvulas o los anillos del pistón están desgastados. El humo blanco indica fuga del líquido de enfriamiento.

1.4 DISPOSITIVOS ANTICONTAMINANTES.

La preocupación de Autoridades e Industria Automotriz Mexicanas por combatir la contaminación ambiental proveniente de los vehículos automotores, data de los años setentas.

En 1971 la Industria Automotriz, de común acuerdo con las autoridades, incorporó la Ventilación Positiva del Cáster (PCV), en todos los automóviles y camiones a gasolina, como primera medida anticontaminante. Con esta acción se redujo un 20% la emisión de Hidrocarburos no quemados a la atmósfera.

En 1972 fue incorporado el sistema de Control de Emisiones Evaporativas provenientes del tanque de combustible y el carburador en los automóviles, reduciéndose otro 20% la emisión de HC a la atmósfera.

A partir de 1974, la Industria comenzó a incorporar sistemas de reducción de contaminantes provenientes por el escape. Estos contaminantes son, además de los ya mencionados, el Monóxido de Carbono (CO) y los Oxidos de Nitrógeno (NOx). Los sistemas mencionados incluían mezclas más pobres y chispas de encendido optimas, para combustiones más completas en todo el rango de operación del motor

Los primeros niveles máximos permisibles de los contaminantes mencionados fueron fijados en México a partir de 1975 y paulatinamente fueron haciéndose más estrictos en los siguientes años

A partir de 1991, los niveles permisibles en el país nuevamente se reducen al punto de requerir sistemas anticontaminantes de alta tecnología como lo son los convertidores catalíticos y otros, para llegar en 1993 (en automóviles) y en 1994 (en camiones), a alcanzar los niveles permisibles actuales de emisiones que rigen en Estados Unidos.

Durante todo este período, el abatimiento de los contaminantes se fue llevando a cabo a través de rediseños globales en las unidades. Entre ellos se encuentran: reducción en los tamaños y pesos de los vehículos, carrocerías más aerodinámicas, motores más pequeños y eficientes con cámaras de combustión rediseñadas para mejorar la combustión y la propagación de la flama, sistemas de manejo de combustible y encendidos computarizados que proporcionan una dosificación en la relación aire/combustible más precisa y eficiente.

Para estimular el mantenimiento adecuado de las unidades, la industria procuró, mientras fue posible, mantener la máxima simplicidad en los componentes del motor. Sin embargo ha llegado el momento en que para poder cumplir con los niveles máximos permisibles de emisiones de gas de escape y mínimos de consumo de combustible, la industria incorpora sistemas anticontaminantes de la más alta tecnología como son los Convertidores Catalíticos.

El catalizador es una sustancia que influye en la velocidad de las reacciones químicas y al final de la reacción estas sustancias se hallan inalteradas, los catalizadores pueden actuar en el sentido de aumentar la velocidad de la reacción.

Un convertidor catalítico generalmente consiste en un ingrediente activo (catalizador) depositado sobre un soporte y dispuesto en un envase metálico. Su carcasa exterior puede considerarse similar a la de un típico silenciador; sin embargo, su forma es ligeramente diferente y generalmente lleva una sobrecubierta de aluminio para una mejor disipación de calor y protección. El material de la carcasa exterior es de acero inoxidable y en su interior se encuentra un sustrato de cerámica recubierto con alúmina, donde se depositan metales preciosos tales como platino (Pt), Paladio (Pd) y Rhodio (Rh).

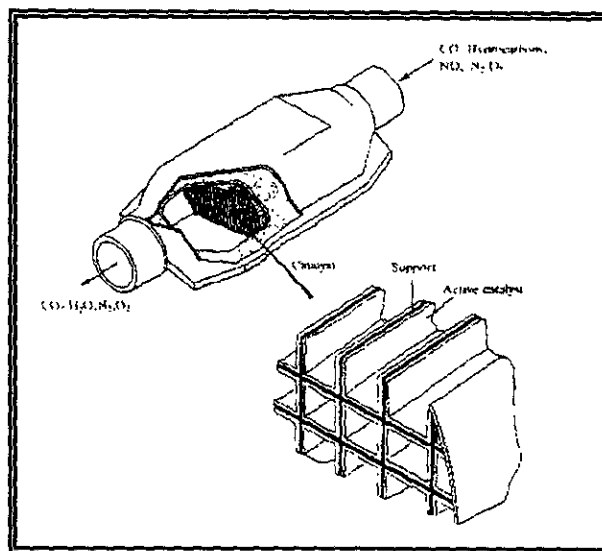


Figura 1.5 Convertidor Catalítico.

El gas de escape al pasar a través de las celdillas del sustrato, desencadena una reacción química, oxidando en gran medida los HC, CO, y reduciendo los NO_x, obteniéndose vapor de agua H₂O, Dióxido de Carbono CO₂ y Nitrógeno N₂.

Los convertidores catalíticos deben ser muy versátiles, ya que deben operar en condiciones variables y transitorias de temperatura, flujo, velocidad de flujo de los gases de escape, composición de gases, etc. Como regla general, deben presentar las siguientes propiedades:

Químicas:

- Actividad catalítica con un contenido variable de productos gaseosos.
- Tiempo de contacto entre los catalizadores y las emisiones.
- Actividad catalítica entre temperatura de 870 °C.

Físicas:

- Resistencia a choques térmicos.
- Mantenimiento de la actividad por un determinado número de kilómetros.

Durante el manejo, la carburación cambia en un rango superior a +/- 0.1, lo que demanda un sistema de control que haga factible mantener la razón aire/combustible en 14.7 +/- 0.1. Para tal

efecto, se emplea la inyección electrónica de combustible combinada con un sensor de oxígeno o lambda en los gases de escape.

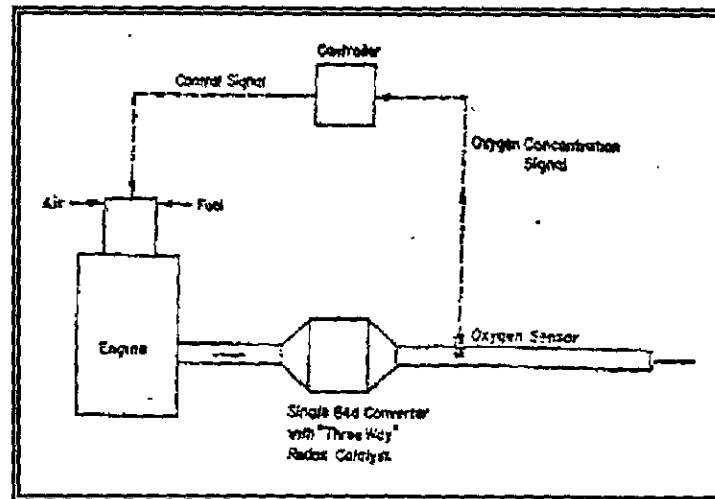


Figura 1.6 Catalizador de tres vías con Sensor Lambda.

El sensor de oxígeno, conocido como sonda Lambda, sirve para informar a la ECU (Unidad electrónica del motor) de la proporción de oxígeno que estamos eliminando por el tubo de escape, y así poder mantener la proporción estequiométrica de aire/combustible.

La sonda lambda es una pieza cerámica (generalmente de zirconio), la cual separa dos electrodos de algún metal noble (suele ser platino). Uno de los electrodos está en contacto con el aire que nos envuelve y el otro en contacto con la cantidad de oxígeno residual que queda en la combustión de la relación estequiométrica. Debido a que cada electrodo se encuentra en un medio con diferentes valores de oxígeno, éstos nos crean una diferencia de potencial, mayor o menor, según sea la cantidad de aire y gasolina que nos entra en el motor. Esta diferencia de potencial (que casi siempre oscila de 10 a 990 mV), es transmitida a la ECU del motor, la cual se encarga de controlar los actuadores (elementos que hace funcionar la ECU para controlar el funcionamiento del motor), que a su vez controlan los inyectores de combustible, y así, poder conseguir una relación estequiométrica de la razón aire/combustible, evitando la emisión de gases perjudiciales hacia el catalizador y al exterior.

Los convertidores catalíticos que la industria automotriz ha incorporado a partir del año modelo 1991 en vehículos nacionales y en importados, no requieren de ningún mantenimiento. Son altamente eficientes y confiables si se usa gasolina sin plomo y los vehículos son adecuadamente mantenidos.

Nótese que la capacidad de conversión se reduce dramáticamente y no se recupera en el caso de los HC y NOx, que son los precursores de ozono (O₃), el principal contaminante que tiene la zona metropolitana de la Ciudad de México y otras ciudades.

El mantenimiento adecuado de los vehículos equipados con convertidor catalítico, es vital para evitar el sobrecalentamiento del mismo y por lo tanto, el sintetizado de los metales que contiene, lo cual ocasiona también desactivación permanente de su actividad catalítica y posibles daños a los componentes internos del motor. Fallas consideradas como menores y sencillas de corregir, tales como cables de bujía dañados o bujías con funcionamiento intermitentes o inoperantes, son capaces de incrementar la reacción química dentro del convertidor y llegar a desactivar parcial o totalmente su operación, si es que no son corregidas oportunamente. Algo similar sucede si el motor "pasa aceite", debido a daños o desgastes en sus componentes internos.

1.5 EL DINAMOMETRO COMO INSTRUMENTO DE MEDICION.

Todo proceso de medición involucra de una u otra forma un instrumento como medio físico para determinar la magnitud de una cantidad o una variable.

La cantidad de una medición depende de diversos factores tales como las características del instrumento de medición, las condiciones ambientales, etc. Cada uno de estos factores influye de manera distinta y cambiante sobre los procesos de medición.

El proceso de medición emplea una serie de términos los cuales se definirán algunos de ellos.

Instrumento: Es un dispositivo para medir el valor o magnitud de una cantidad o variable.

Exactitud: Es la cercanía con la cual la lectura del instrumento se aproxima al valor verdadero de la variable que está siendo medida.

Precisión: es una medida de la repetibilidad de las mediciones, esto es, una medida del grado con el cual las mediciones sucesivas difieren unas de otras.

Sensibilidad: Es la relación de la señal de salida o respuesta del instrumento con respecto al cambio de entrada o variable medida.

Resolución: Es el cambio mínimo del valor medido al cual el instrumento responde.

Linealidad: Condición según la cual la variación del valor de una magnitud es directamente proporcional a la variación del valor de otra magnitud.

Histéresis: Efecto similar a una fricción interna que tiene lugar en un material sometido a variaciones de un campo eléctrico, campo magnético. La fricción interna en la histéresis magnética y en la eléctrica existe un retardo entre causa y efecto.

En la actualidad no es suficiente contar con un vehículo de alta potencia específica, sino que, de acuerdo con las últimas normas de protección ambiental, éste debe tener bajos niveles de emisiones contaminantes. Una de los instrumentos utilizados para medir los niveles de emisiones contaminantes es el dinamómetro.

Existen dos parámetros que se miden en el dinamómetro durante una prueba vehicular: la velocidad y el par, cuyo producto determina la potencia efectiva del automóvil; sin embargo estas variables llevan inherentes muchas otras como son: la influencia del perfil aerodinámico del vehículo, la fricción en los rodillos según el tipo de neumáticos que se utilice, o las pérdidas por fricción en los rodamientos del dinamómetro.

El dinamómetro de chasis se divide en tres partes:

a) Los **rodillos**, proporcionan una plataforma de manejo, y mediante un programa preestablecido se intenta reproducir el funcionamiento real del vehículo. Estos varían en su diámetro, así como en la separación que hay entre ellos. Se puede encontrar de uno sólo rodillo de mayor diámetro donde se apoyan las ruedas de tracción.

b) La **unidad de absorción de potencia (PAU)**, se encarga de frenar al motor, tanto como la prueba lo requiere, aunque en realidad lo que se pretende es simular una "carga de camino" que representa la resistencia al aire, fricción de los neumáticos con la carretera, etc.

En el caso de los dinamómetros eléctricos la absorción se realiza por medio del motor de C.A. del dinamómetro. La unidad actúa como un amortiguador y almacenador de energía.

c) Los *discos inerciales* simulan la inercia del vehículo, incluyendo un ocupante y el tanque de combustible al 40% de su capacidad, que finalmente también es una carga para el motor

También esta simulación se puede realizar de manera eléctrica, la cual utiliza, un dinamofreno para simular las variaciones de carga que se pueden tener en los momentos de aceleración y desaceleración

En la figura 1.7 se puede ver de manera esquemática, las partes que conforman a un dinamómetro de chasis, según lo descrito anteriormente.

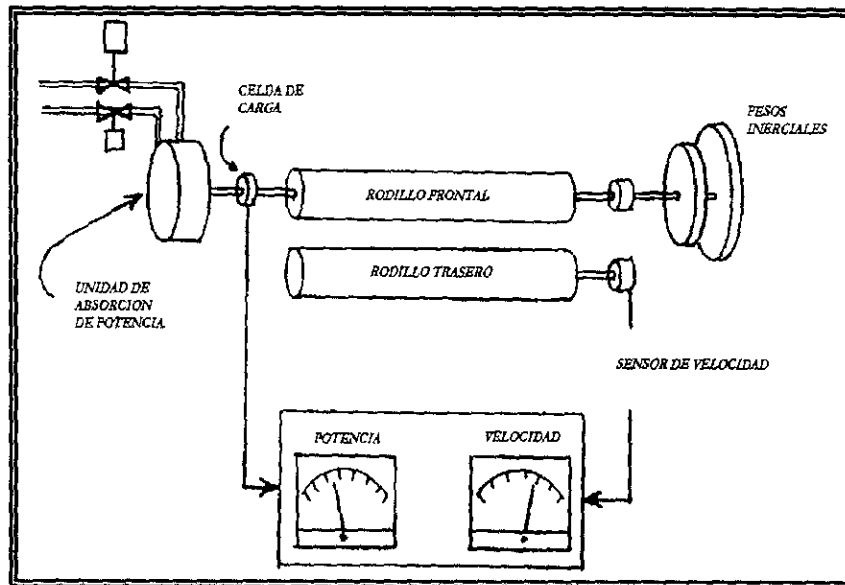


Figura 1.7 Diagrama Esquemático del Dinamómetro de Chasis

1.6 CLASIFICACION DE LOS DINAMOMETROS.

Actualmente se cuenta con una gran variedad de tecnología para la fabricación de dinamómetros. Sus diferencias están en función del tipo de PAU utilizado, por el número de rodillos empleados, por la forma de simular la carga inercial del vehículo y su aplicación, puesto que hay dinamómetros para laboratorio, talleres, para centros de diagnósticos, etc. A continuación se mencionan los tipos más comunes de dinamómetros:

- a) Dinamómetro Mecánico o Freno de Prony.
- b) Dinamómetro de cuna.
- c) Dinamómetro de Corrientes Parásitas (EDDY).
- d) Dinamómetro Hidráulico.
- e) Dinamómetro de Chasis Eléctrico (CA y CD)

a) **Dinamómetro Mecánico o Freno Prony.**

Este dinamómetro utiliza el método más fácil para medir la potencia de un motor. En la figura 1.8 se representa este freno y algunos de sus detalles constructivos. En ella se puede ver el freno completo y el tambor con el motor sometido a ensayo. Los elementos fundamentales son: la zapata del freno; el brazo de palanca, de poco peso; el indicador suspendido de un soporte libre de vibraciones y un filtro mecánico de vibraciones, que enlaza el brazo de palanca con el indicador.

El brazo de palanca está formado por un tubo ligero de 19 mm, lleno de arena para producir una histéresis interna. El brazo de palanca tiene una longitud de 2 pies. Para obtener buenos resultados, el motor debe montarse sobre una sólida fundación, preferiblemente de hormigón, ya que, de no ser así, las vibraciones de la fundación pueden repercutir en la lectura de la escala.

A pesar de las precauciones indicadas, todas las máquinas rotatorias, entre ellas los motores, están afectadas por efectos de resonancia, así como ligeras variaciones en el par motor, producidas por la variación del flujo magnético en el entrehierro, debidas por ejemplo, a los dientes y ranuras. Estos factores pueden dar origen a vibraciones del índice de alta frecuencia, independientemente de la forma constructiva del freno. La escala puede aislarse de estas vibraciones mediante un filtro mecánico que absorba las altas frecuencias (figura 1.8, d), consistente en una masa suspendida del indicador y un muelle, convenientemente dispuesto en un hueco de la masa, que enlaza la escala y el indicador con el brazo de palanca.

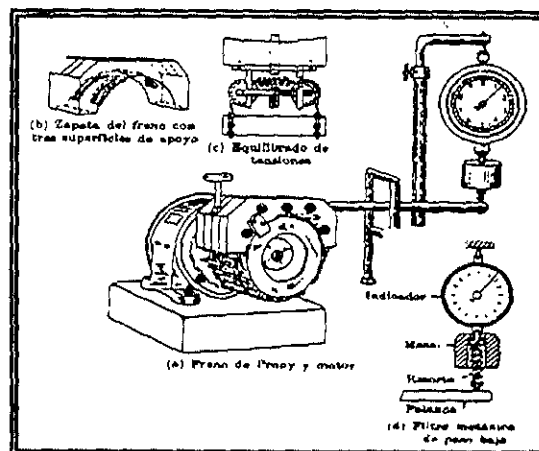


Figura 1.8 Freno Prony

Los frenos de este tipo se enfrían por pulverización de agua en el hueco del tambor, con lo que se limita su calentamiento.

b) *Dinamómetro de Cuna.*

Este dinamómetro es una máquina eléctrica rotativa, suspendida por los muñones de su eje (figura 1.9), equipados con cojinetes de bolas. Cuando se acopla al eje de un motor crea una resistencia de carga y sirve para medir la potencia que recibe. La carga se aplica haciendo funcionar el dinamómetro como generador de corriente continua sobre una resistencia. Combinando el valor de ésta con la graduación del reóstato de campo, puede obtenerse una regulación fina y suave de la carga aplicada. Es preferible que la excitación sea independiente. El par se mide mediante un brazo de palanca unido a la cubierta de la máquina, que impide que ésta gire, combinado con un dispositivo de medida de fuerzas.

El dinamómetro también puede funcionar como motor accionando un generador, bomba, ventilador o cualquier otro aparato semejante. Como el par y la velocidad del dinamómetro se pueden medir fácilmente, se determina con igual facilidad la potencia consumida por el aparato accionado por él. El rozamiento en los cojinetes introduce un pequeño error que, si los cojinetes son de bolas, en general es despreciable. Este tipo de dinamómetros se usa normalmente para potencias que no excedan de los 100 caballos.

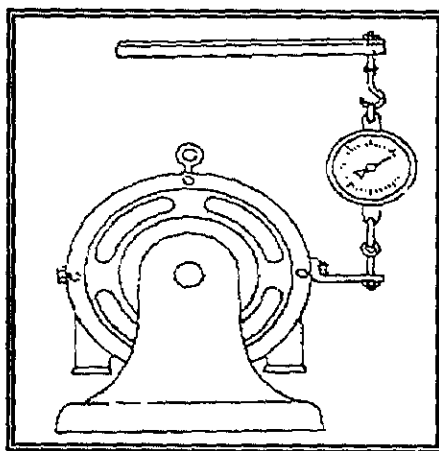


Figura 1.9 Dinamómetro de Cuna

c) *Dinamómetro de Corrientes Parásitas (EDDY).*

El término *EDDY* proviene directamente de la palabra en inglés que significa remolino, también conocidas como corrientes de Foucault o parásitas. Ellas se producen, en todo conductor colocado en un campo magnético variable y pueden provocar una pérdida importante de energía en forma de calor.

La PAU de corriente de *EDDY* utiliza un campo magnético para generar una carga que actúa sobre las ruedas del vehículo mediante un sofisticado electromagneto, que se describe con detalle más adelante. A medida que se suministra una determinada corriente eléctrica se genera un mayor par de frenado sobre las ruedas del vehículo. La PAU de corrientes de *eddy* puede ser usado conjuntamente con una UMI (Unidad de Masas Inerciales) fija o variable como se muestra en la figura 1.10. Una ventaja de la PAU de corrientes de *eddy*, cuando se compara con el freno de agua, es la velocidad a la cual éste puede reaccionar a las condiciones de carga, por tanto, puede ser programado para simular el peso inercial en un período de aceleración suministrando una cantidad adicional de corriente eléctrica a las bobinas, aunque en éste caso, para un proceso de desaceleración se requiere de un motor eléctrico que arrastre al vehículo

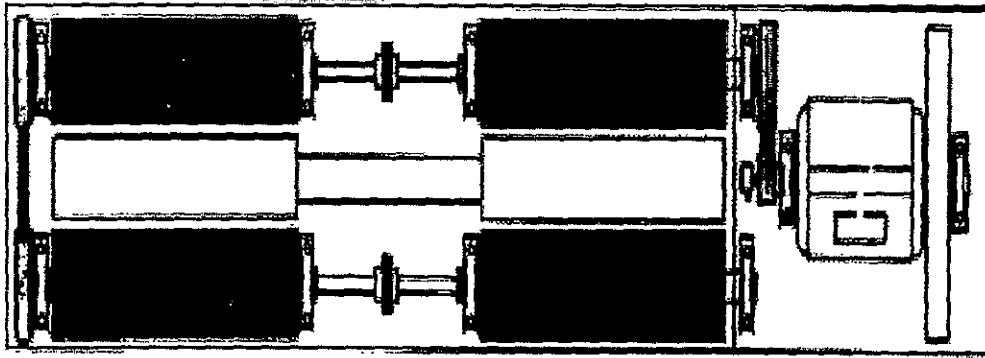


Figura 1 10 Dinamómetro de Corriente de Eddy.

Hablando del principio de funcionamiento, se dice que si se intenta desplazar una masa metálica cualquiera en un campo magnético, se experimenta una dificultad anormal en producir el movimiento, por ejemplo el disco de metal de la figura 1.11, el cual deja muy pronto de girar cuando se establece la corriente en los electroimanes. Esto se debe a que se inducen corrientes de torbellino en el disco, estas corrientes crean campos magnéticos en reacción, así, los dos campos magnéticos causan una atracción en dirección tangencial entre el rotor y el estator, generando un freno, en el caso de la PAU de corriente de *eddy* que utiliza un voltaje rectificado, los discos rotores se encuentran acoplados al rodillo delantero del dinamómetro, giran frente a los polos de los electroimanes, produciendo de manera constante una variación de flujo en ellos, que es la causa que origina en los discos las corrientes inducidas.

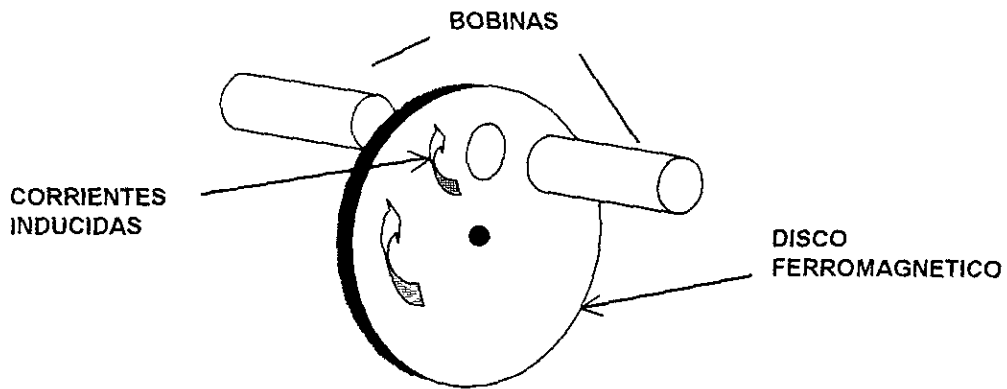


Figura 1.11 Principio de Operación del PAU de Corrientes de Eddy.

La energía que absorbe el freno es transformada en calor que generan las corrientes de *eddy*, y para disipar dicho calor, los discos deberán refrigerarse. Dicha refrigeración se logra de dos formas; la primera mediante un flujo de agua que, a diferencia del freno hidráulico, solo sirve para eliminar el calor producido por las corrientes parásitas, y la segunda, mediante un caudal de aire en donde se ha aumentado el área de transferencia de calor con el medio ambiente.

d) *Dinamómetro Hidráulico.*

Los frenos hidráulicos se pueden considerar como turbomáquinas, donde de manera general podemos definirla como un sistema mecánico que añade energía a un fluido o extrae energía de él. Se utiliza el término bomba para la máquina que añade energía al fluido; la máquina que extrae energía se llama turbina. Básicamente hay dos tipos: de impulso y de reacción.

En las turbinas de impulso, es convertida la carga en un chorro de alta velocidad por medio de una tobera la cual está formada por los propios álabes. Los canales del rotor no están llenos por completo de fluido y el flujo en los álabes está, esencialmente, a presión constante. En una turbina de reacción, el fluido llena por completo los canales entre los álabes, y el cambio de carga o caída de presión tiene lugar en el rotor.

Tomando en cuenta lo anterior, podemos definir más específicamente a una PEU hidráulica como una turbina de reacción.

El funcionamiento de una PAU hidráulica, se da de la siguiente forma: un eje mueve un rotor cilíndrico que remueve el agua estancada en la carcasa del freno, el giro provoca la formación de

toroides entre el rotor y la carcasa o estator, los vórtices en forma toroidal son generados por aletas radiales puestas en ángulo al eje del rotor, las cuales se encargan de generar una fuerza centrífuga intensa sobre los toroides formados por el agua en movimiento, tal como se muestra en la figura 1.12. El efecto que se produce es la transferencia de un momento del rotor al estator y en consecuencia se generan un torque que se opone a la rotación del eje. Una fuerza de vórtice se genera debido a la forma toroidal del fluido, como consecuencia de este movimiento, se genera altos niveles de turbulencia en el agua y por consiguiente una disipación de potencia en forma de calentamiento del fluido, el cual es desalojado del interior por medio de canales en el rotor, la virtud del diseño se debe a que la potencia es absorbida con un mínimo daño a las partes en movimiento, o con un mínimo de erosión y efectos de cavitación.

La máquina puede ser de dos tipos, dependiendo de la forma en como se quiere variar el par:

- Cuando el llenado de la máquina se da de manera constante (modelo *Froude*). En este caso, la máquina se diseña para variar el par, insertando o retirando parejas de delgadas placas entre el rotor y el estator, de esa forma se regula el tamaño de los vórtices toroidales.
- Cuando el llenado de la máquina es variable. En esencia es similar al diseño Froude, pero las delgadas placas de control son suprimidas, en tal caso, el par absorbido es variado mediante el nivel de agua contenido en el freno, lo cual se logra mediante un arreglo de electroválvulas en la entrada y salida del freno, que aunadas a un sistema de control, permiten regular la carga aplicada. La particular ventaja del sistema de llenado variable, es que el par puede cambiarse mucho más rápido que en el caso de utilizar el tipo Froude.

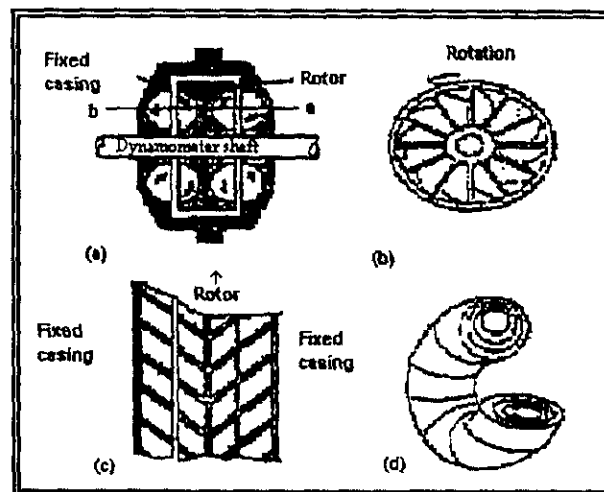


Figura 1.12 Principio de Operación del Dinamómetro Hidráulico

Se puede considerar ideales para un dinamómetro de chasis que se utilice en pruebas de emisiones vehiculares, debido a que en este caso, la carga que se suministra al vehículo es constante durante todo el ciclo de manejo. Además que son de bajo costo, por compararlos con alguno de otro tipo comercial.

La figura 1.13 muestra un esquema de una PAU hidráulico acoplada a un dinamómetro de rodillos, en donde se puede apreciar además de la instrumentación utilizada, las servoválvulas que sirven para agregar o liberar carga al vehículo.

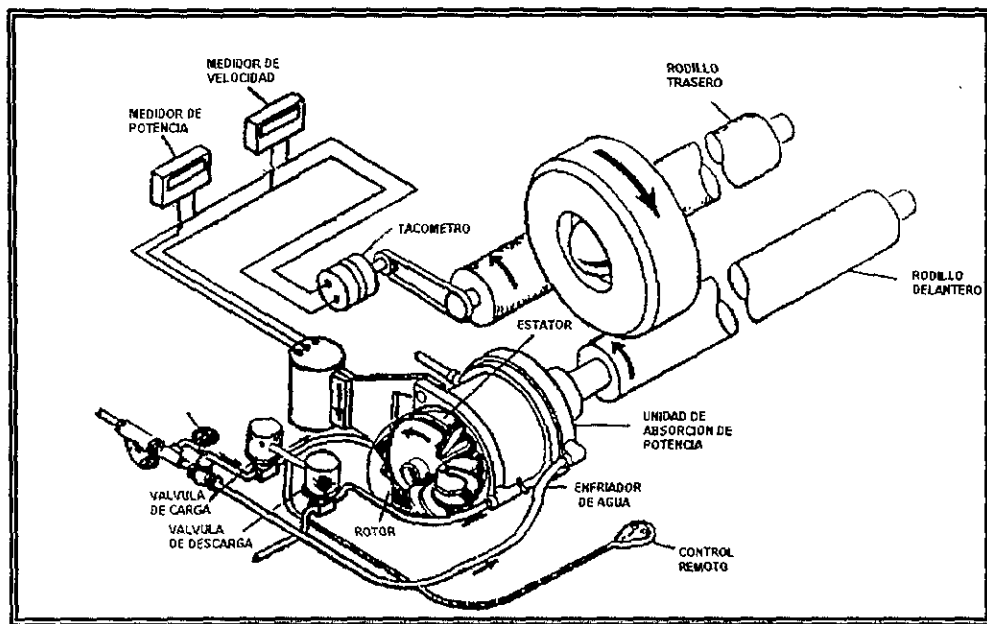


Figura 1.13 Esquema de un Dinamómetro Hidráulico.

e) *Dinamómetro de Chasis Eléctrico (CA y CD).*

Utilizando el principio fundamental de los motores y generadores eléctricos, los dinamómetros de este tipo se clasifican en dos:

- Dinamómetro de corriente directa.

Básicamente este dinamómetro consiste de un motor Shunt de voltaje variable, el cual puede trabajar como motor y como generador a cualquier velocidad dentro del rango que su resistencia mecánica y eléctrica lo permitan.

Este dinamómetro es capaz de entregar y absorber energía del motor de prueba, la que fácilmente puede ser medida utilizando el mecanismo de relevo que actúa de acuerdo al sentido de la reacción de la carcaza, cuando ésta es energizada, ya sea para trabajar como motor, o como generador.

De lo anterior se puede observar que la potencia entregada por el motor de prueba es aprovechada en forma de energía eléctrica cuando el dinamómetro se comporta como generador y viceversa, la energía eléctrica aplicada al dinamómetro cuando éste actúa como motor es transformada en energía mecánica para motorizar la unidad que se encuentra en prueba.

- Dinamómetro de corriente alterna.

En este tipo de dinamómetro la potencia es absorbida por la fuerza que es requerida para mover un material conductor a través de un campo magnético.

Este dinamómetro funciona en forma similar a un simple freno eléctrico, esto es, está constituido por una carcaza en cuya pared interior se encuentran localizadas bobinas de campo, consta además de un rotor de material conductor, el cual es acoplado por medio de una flecha a la unidad motriz en prueba, si durante el funcionamiento del motor las bobinas son energizadas, éstas producirán un campo magnético que se opondrá a la libre rotación, con lo cual la carcaza ofrecerá la reacción correspondiente sobre los brazos de palanca, puesto que ésta tiene movimiento radial libre sobre la misma línea de centros del rotor.

La acción de los brazos de palanca del dinamómetro de corriente alterna descansa sobre un mecanismo de relevo, el cual actúa sobre un diafragma neumático que envía la señal a un potenciómetro que se encuentra localizado en la consola de control.

La potencia entregada por el motor de prueba es absorbida por el efecto de frenado, y transformada en energía calorífica, para lo cual el dinamómetro posee un sistema de enfriamiento por aire que disipa esta energía.

Tanto el dinamómetro de corriente alterna como el de corriente directa, funcionan con el mismo principio para transmitir el par motor al instrumento de medición y este consiste en la reacción que se provoca en la propia carcaza del dinamómetro, la cual se encuentra libremente y montada sobre baleros, lo que permite el desplazamiento angular y la acción directa sobre el mecanismo de medición.

La diferencia principal de estos dinamómetros con respecto a los descritos anteriormente, estriba en que las pérdidas de energía en el sistema de acoplamiento son absorbidas de una fuente de energía externa con lo cual no se altera la energía entregada por el motor de prueba. Por otra parte las pérdidas en el dispositivo mecánico de medición son constantes, por lo que fácilmente pueden ser compensadas.

En el presente trabajo se hará referencia a la instalación, calibración y operación de éste último.

CAPITULO 2

SISTEMA DEL DINAMOMETRO DE CHASIS ELECTRICO

2.1 INTRODUCCION.

El Dinamómetro de chasis se ha empleado desde los años 1920's o quizás mucho antes. Hacia finales de los años 50's, la necesidad de incrementar la automatización de los procedimientos de prueba en emisiones vehiculares, permitió a la Industria desarrollar nueva instrumentación para ésta aplicación. Ya para los años 70's el dinamómetro de chasis se emplea como dispositivo simulador de la carga del vehículo.

En la mayoría de los dinamómetros de chasis la simulación de la carga se realiza a través de discos inerciales sujetos al sistema mecánico. Sin embargo, para el año 1979 se cuenta ya con el primer dinamómetro de chasis eléctrico, es decir, que simula la carga inercial del vehículo en forma eléctrica, con lo cual se tiene una simulación exacta de la carga tal como se desarrolla en el camino durante todo tipo de operación.

El dinamómetro de chasis se emplea principalmente para dos propósitos; como dispositivo de medición para determinar el torque y/o la potencia de los vehículos, y como dispositivo simulador de inercia y fuerza de la carga de camino con la que el vehículo está sujeto en condiciones reales de operación. El actual trabajo hace mención principalmente de esta última aplicación.

Como se mencionó, el dinamómetro de chasis eléctrico simula la fuerza tangencial que actúa sobre los neumáticos motrices del vehículo como si éstas viajaran sobre un camino. Si la función del dinamómetro es correcta, el vehículo mostrará la misma aceleración, velocidad, y distancia como lo hace normalmente. Para un alcance exacto en la simulación, el dinamómetro debe ser capaz de medir la velocidad y el torque para altas frecuencias y con un alto grado de exactitud. Para ello **HORIBA COMPANY** desarrolló un dinamómetro de chasis eléctrico con características innovadoras para la solución a las necesidades antes citadas, entre ellas se puede mencionar: (figura 2.1).

- **Baleros Motorizados (Bearing Motors).** Compensa la fricción desarrollada en la operación de los baleros en todos los rangos de velocidad con los que opera el dinamómetro, eliminando con ello la necesidad de la rutina de calentamiento, así como de una continua calibración.

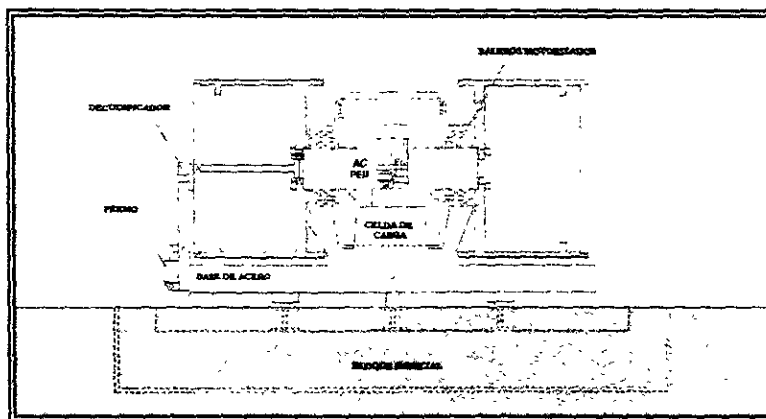


Figura 2.1 Principales Características del Dinamómetro de Chasis Eléctrico.

- **Tecnología de Conversión de Potencia.** La tecnología empleada para la conversión de potencia es la PWM (Modulación Ancho de Pulso); la cual proporciona una mayor respuesta por parte del motor principal del dinamómetro (PEU).
- **Armazón de Acero y Bloque Inercial de Concreto (Inertial Block).** Reduce los errores en la medición de velocidad y aceleración resultado de la resonancia y otras vibraciones.
- **Simulación de la carga.** Esta simulación se realiza en forma eléctrica, empleando para ello un motor de inducción de AC. Este dinamómetro funciona en forma similar a un simple freno eléctrico, esto es, está constituido por una carcasa en cuya pared interior se encuentran localizadas bobinas de campo, consta además de un rotor de material conductor, el cual es acoplado por medio de una flecha a la unidad motriz en prueba, si durante el funcionamiento del motor las bobinas son energizadas, éstas producirán un campo magnético que se opondrá a la libre rotación, con lo cual la carcasa ofrecerá la reacción correspondiente sobre los brazos de palanca (Celda de carga).
- **Rodillo de acero de 48"Ø.** Generan menor pérdidas por fricción, ya que solo existe un punto de contacto entre los rodillos y las llantas.

Todas estas características cuyo estudio se vera con mayor detalle más adelante en este capítulo, hacen del dinamómetro de chasis eléctrico ideal para desarrollar pruebas tales como:

- Diseño de programas y estudios integrales de evaluación de combustibles, sistemas de convertidores catalíticos, aditivos y dispositivos anticontaminantes en vehículos automotores.
- Pruebas de control de calidad en emisiones vehiculares
- Rendimiento de combustible.

2.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DEL DINAMOMETRO DE CHASIS ELECTRICO.

El dinamómetro de chasis eléctrico ligero LDV-48-86-125HP-AC, está diseñado de acuerdo a las normas estándar de la *EPA Code Federal Regulation Title 40, Part 86.1308-84*.

El sistema del dinamómetro de chasis consiste de cinco componentes los cuales se mencionan a continuación:

- a) Control Computarizado.
- b) Ensamble Mecánico.
- c) Convertidor de Energía.
- d) Sistema de Medición de Torque y Velocidad.
- e) Microterminal CTM250G.

La relación de estos componentes se ilustra en la figura 2.2.

a) Control Computarizado.

El dinamómetro está completamente controlado por dos computadoras; el controlador del dinamómetro (*CDC-900*) y la computadora usuario-interface (*RTM-200*). Las dos computadoras tienen una interface que permite un procesamiento en paralelo, de manera que existe un acceso en tiempo real sin comprometer la operación a alta velocidad

Controlador del dinamómetro (CDC-900).

Esta computadora está basada en un procesador Intel 80286 a 16 Mhz y un co-procesador 80287, memoria EEPROM de 220 K, y memoria RAM 512 K. En esta computadora se encuentran las tarjetas de los convertidores Analógico/Digital y Digital/Analógico, la tarjeta de la señal de acondicionamiento de velocidad, y una doble tarjeta serie/paralelo. También en ella se realizan los cálculos que se requieren para la generación de la señal de control de alimentación AC para el PEU y los Baleros Motorizados. Otras características de interés son:

- Aislamiento óptico de todas las señales de entrada y salida para mejorar la inmunidad al ruido.
- Diseño y construcción con un alto grado industrial capaz de soportar temperaturas hasta de 90°C.
- Controlador de disparo que interrumpe la alimentación de 480 VCA debido al ruido o alguna otra interferencia provocada por fallas en el sistema.

Computadora Usuario-Interfase (RTM-200).

La segunda computadora emplea un procesador 80386DX a 20 Mhz y un co-procesador 80387. Al operar las dos computadoras, los parámetros de operación almacenados en el disco duro de la computadora Usuario-Interfase son enviados a la computadora de control a través de una conexión en serie RS-232. El disco duro también almacena el programa del menú principal de operación a través del cual el operador inicializa y ejecuta en tiempo real funciones tales como (figura 2.3):

1. **Simulación del camino (Road Simulation):** prueba de simulación del vehículo.
2. **Calentamiento (Warm Up):** prueba para verificar la estabilidad de la fricción.
3. **Coast Down:** verificar los tiempo de aceleración y desaceleración del dinamómetro.
4. **Pérdidas Parásitas (Parasitic Losses):** para calibración del dinamómetro.
5. **Derivación de la carga de camino (Road Load Derivation) :** para determinar los parámetros de carga de camino.
6. **Calibración Automática (Automatic Calibration):** calibración de la celda de carga.
7. **Archivos (Archives):** almacena todas las pruebas desarrolladas en el dinamómetro
8. **Menú de base de datos (Database Menu):** ingreso y selección de información del vehículo y parámetros de prueba.
9. **Configuración del Menú (Configuration Menu):** permite revisar y definir los parámetros de operación.
10. **Salir del Programa (Exit Program):** permite salir del programa.

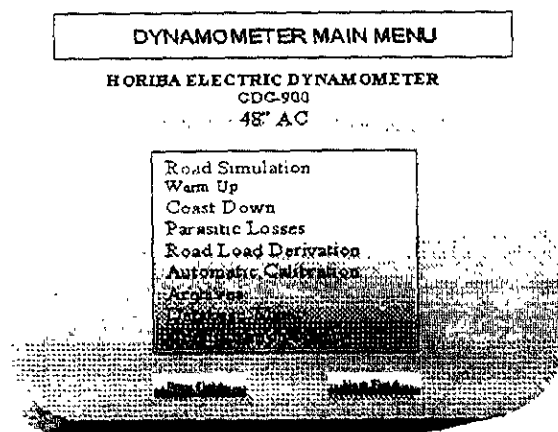


Figura 2.3 Menú Principal del Dinamómetro

También nos permite tener el control de algunas funciones mediante el teclado, tales como:

Tabla No. 1
Función de Teclas

TECLA	PANTALLA	ACCION
<F1>	Simulación del Camino.	Inicio de la prueba. Fin de la prueba.
	Calentamiento.	Inicio de la prueba. Fin de la prueba.
	Coast Down.	Inicio de la prueba. Fin de la prueba.
	Pérdidas Parásitas.	Inicio de la prueba. Fin de la prueba.
	Derivación de la Carga de Camino.	Inicio de la prueba. Fin de la prueba.
<F2>	Todas las pantallas de prueba*.	Verificar/ingresar datos relacionados a la prueba. Ingresar comentarios.
<F3>	Todas las pantallas de prueba*.	Centrado de vehículo.
<F4>	Todas las pantallas de prueba*.	Frenos mecánicos On/Off.
<F5>	Todas las pantallas de prueba*.	Cubiertas de los rodillos On/Off.
<F6>	Todas las pantallas de prueba*.	Mecanismos de centrado de vehículo Up/Down.
<F7>	Todas las pantallas de prueba*.	Simulación de carga de camino cero.
<F8>	Todas las pantallas de prueba*.	Control de velocidad del dinamómetro.
<F9>	Todas las pantallas de prueba*.	Mantene la velocidad constante.
<F10>	Todas las pantallas de prueba*.	Aplica la carga de camino.
<Shift-F4>	Calentamiento	Acopla la resistencia paralela positiva.
<Shift F5>	Calentamiento	Acopla la resistencia paralela negativa.

* Todas las pantallas de prueba:

- Simulación de camino
- Calentamiento
- Derivación de la Carga de Camino
- Coast Down
- Pérdidas Parásitas

Software.

Para el desarrollo del sistema de control y procesamiento de datos se emplea el software para desarrollo de aplicaciones denominado **Lab VIEW** de la compañía National Instruments, un software basado en un lenguaje gráfico para la realización de instrumentación virtual; si se tratara de definir este concepto, se puede decir que se caracteriza porque el usuario puede definir libremente el procesamiento más adecuado a sus necesidades de las señales que entran a la tarjeta de adquisición de datos.

Lab VIEW es un lenguaje de programación gráfica; con el cual se pueden desarrollar instrumentos virtuales con aplicaciones específicas mediante una serie de programas. Existe una gran

variedad de lenguajes orientados a objetos. Sin embargo, Lab VIEW difiere a los demás en cuanto a las aplicaciones, es decir, otros lenguajes de programación utilizan una estructura basada en textos para crear líneas de código, mientras que Lab VIEW utiliza un lenguaje gráfico denominado "G" para crear diagramas en forma de bloques los cuales resultan ser el programa.

Los programas de **Lab VIEW** son llamados Instrumentos Virtuales (*VI en inglés*), porque su apariencia y operación imita o simula a los instrumentos reales.

Instrumentos Virtuales (VI) es el nombre que se le asigna a la combinación de adquisición de datos y algoritmos de procesos desarrollados para la ejecución de la prueba. La interfase interactiva con el usuario de los VI's es llamada panel frontal, porque éste simula el panel de un instrumento físico; éste puede contener botones, switches, gráficas y otros controles e indicadores. Los datos son introducidos mediante iconos, al igual que los resultados pueden verse en la pantalla de la computadora.

Otra característica de los VI's es que son modulares, es decir, se pueden dividir una aplicación dentro de una serie de tareas, por lo que una aplicación complicada llega a ser una serie de simples subrutinas. Para depurar un programa suele ser fácil, porque la ejecución de cada subrutina VI se hace de manera independiente al resto de las aplicaciones

b) Ensamble Mecánico.

El ensamble está caracterizado por la posición de la unidad de intercambio de energía (PEU) entre los rodillos, lo cual produce un diseño muy compacto. El dinamómetro está ensamblado en un armazón de hierro fundido montado sobre un bloque inercial (figura 2.4). Se puede considerar que las partes mecánicas que constituyen al dinamómetro son:

- Ensamble de los Rodillos.
- Armazón de hierro y Base Inercial
- Mecanismo de centrado del vehículo.
- Cubierta de los rodillos.

Ensamble de los Rodillos.

La rigidez mecánica se consigue por el diseño ilustrado en la figura 2.4. Con un diámetro de 48 mm los rodillos se encuentran sostenidos firmemente al final del eje del PEU. Más que otra característica, la

configuración central del PEU proporciona al dinamómetro la rigidez necesaria para la medición del torque y velocidad con la precisión demandada por los nuevos diseños de dinamómetros.

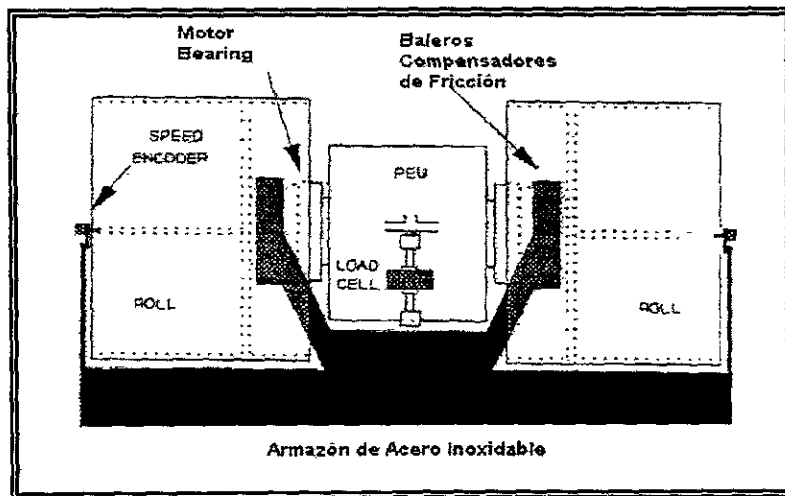


Figura 2.4 Esquema representativo de los Rodillos, PEU y Baleros

De la figura 2.4, se puede mencionar que:

- 1- El rotor, eje del PEU, y los rodillos consisten de una masa sólida rotacional. El peso nominal de todos estos elementos es de 1,360 kg (3,000 lbs).
- 2- El rotor, eje y rodillos están suspendidos por baleros motorizados "*compensadores de fricción*" que se describirá más adelante.
- 3- El movimiento de la caja se ve restringida por la celda de carga. Lo cual proporciona una medición precisa del torque

Además de asegurar la rigidez del ensamble, este diseño proporciona numerosas ventajas por encima de la configuración convencional de dinamómetros de chasis:

- 1- El diámetro de los rodillos reduce las deformaciones de las llantas evitando con esto, la presencia de una mayor fricción.
- 2- El diámetro tan pequeño del eje incrementa la frecuencia crítica por encima de 160 Km/hr
- 3- La colocación del PEU entre los rodillos proporciona una máquina muy compacta, reduce el número de baleros y otras partes giratorias que se requiere en los dinamómetros convencionales.

Armazón de hierro fundido y Base Inercial.

El diseño requiere de un armazón capaz de proporcionar un soporte rígido para los baleros motorizados, los sensores de velocidad y de carga, etc. (figura 2.5). El armazón de hierro fundido satisface esas necesidades además proporciona otras ventajas tales como:

- El ensamble total (incluyendo rodillos, PEU, y armazón) pueden ser ensamblados e instalados como una sola unidad.
- La construcción unitaria asegura que no se requiera alineación del sistema.
- Bajo costo en la fabricación.

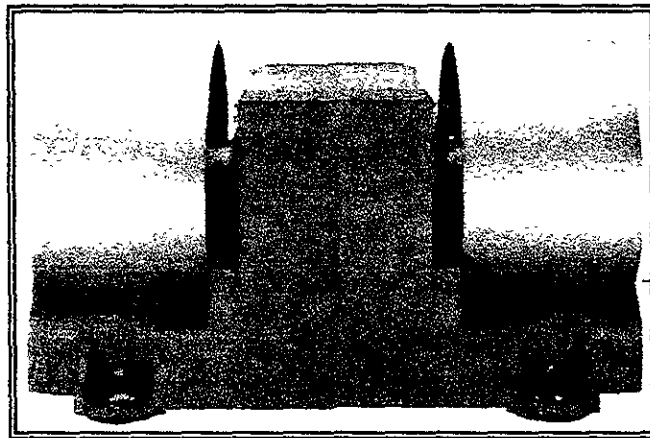
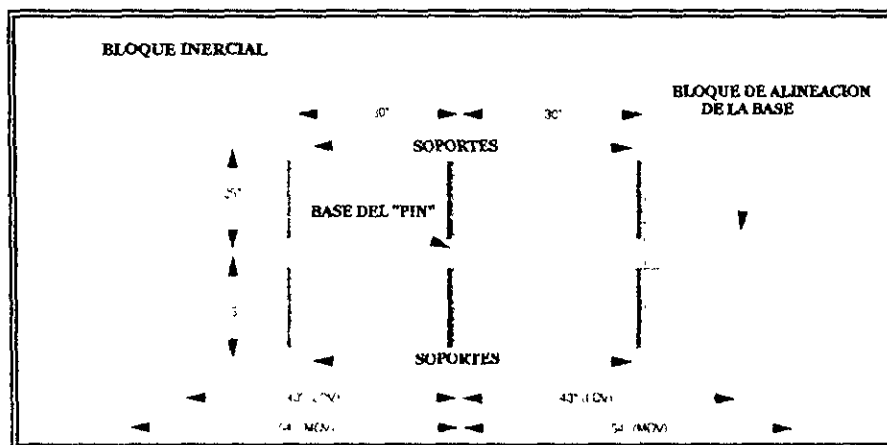
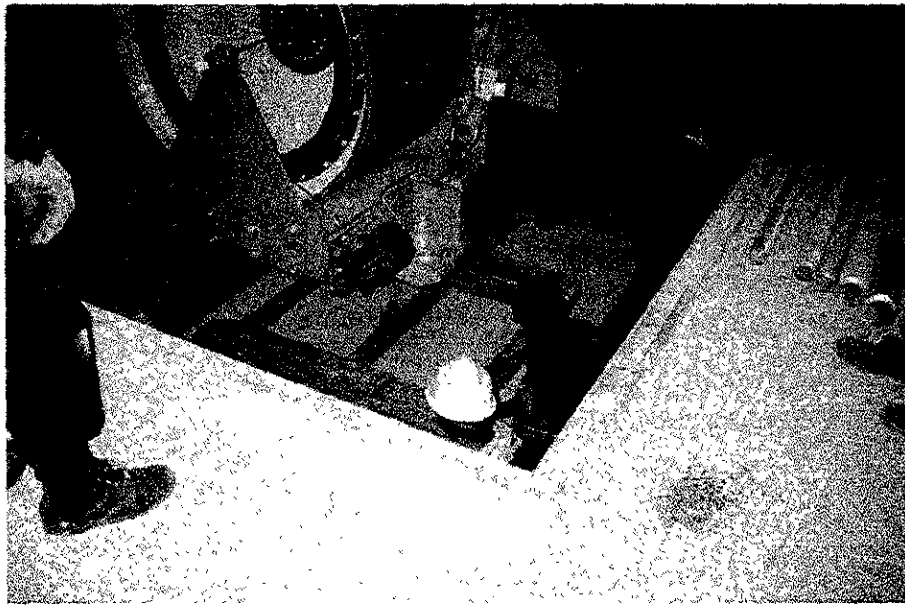


Figura 2.5 Armazón de Hierro Fundido.

Cuando se instala el dinamómetro, el armazón descansa sobre un bloque sólido inercial situado en una fosa. El bloque consiste de una armazón de hierro incrustado en concreto. La base del dinamómetro hace contacto en 7 puntos ubicados en el armazón inercial (figura 2.6a y b), soportes especialmente para recibir el peso del dinamómetro.



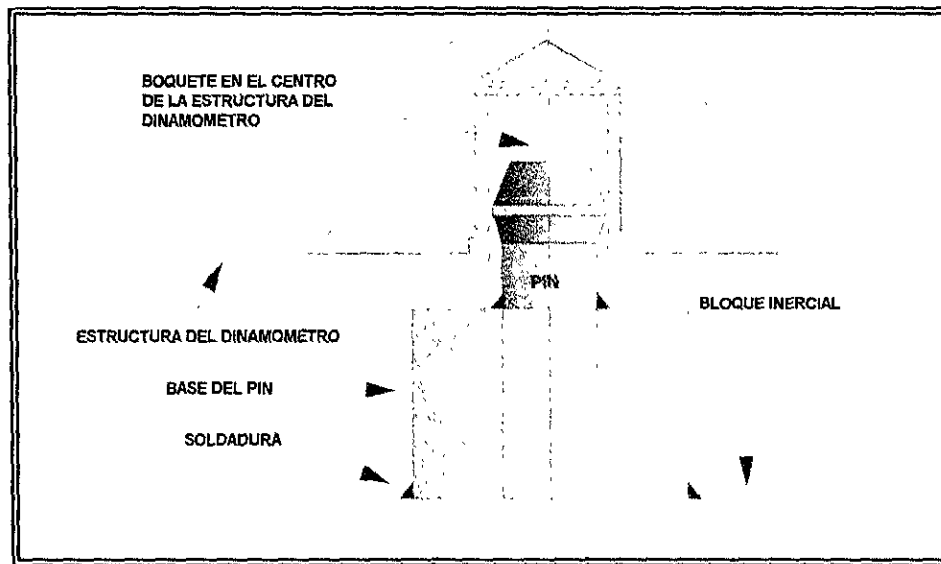
2) Bloque Inercial.



b) Vista Bloque Inercial.

Figura 2.6 Armazón Inercial (Muestra la posición de los siete soportes).

La posición horizontal del dinamómetro esta en función de un PIN, localizado en el centro del armazón inercial (figura 2.7a y b). La propia instalación del dinamómetro requiere que este PIN se ubique en la posición correcta con respecto al piso, pared de la fosa, así también de los bordes del bloque. Con la finalidad de ahorrar tiempo en la instalación, particularmente a la hora de colocar la cubierta del dinamómetro.



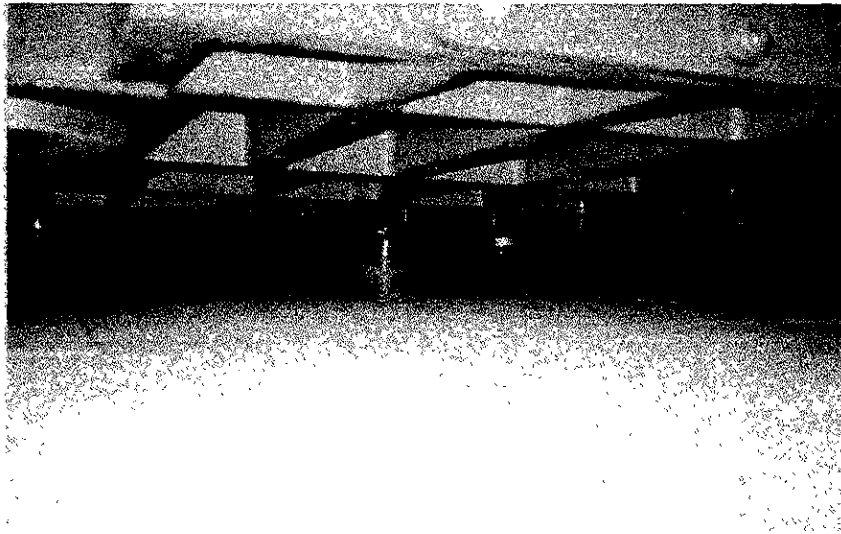


Figura 2.7 Base PIN.

Su función es de aislar al dinamómetro de algunas posibles vibraciones producidas por él mismo y de alguna fuerza externa, con la finalidad de no afectar las mediciones así como el de proteger a otros instrumentos de medición de la resonancia.

Mecanismo de centrado del vehículo.

Una de las desventajas que presenta este diseño con respecto a los dinamómetros con doble rodillo es que requiere algún dispositivo externo para centrar las ruedas del vehículo sobre la cresta de los rodillos. Para ello es necesario utilizar unos cilindros de aire que accionen los andamios (tapas) para poder así centrar las ruedas. Una vez centradas éstas últimas, los andamios vuelven a su posición original (figura 2.8). Los andamios son controlados por medio de la computadora RTM-200 o por la microterminal CTM250G. La presión del aire requerida es de 550-750 kPa.

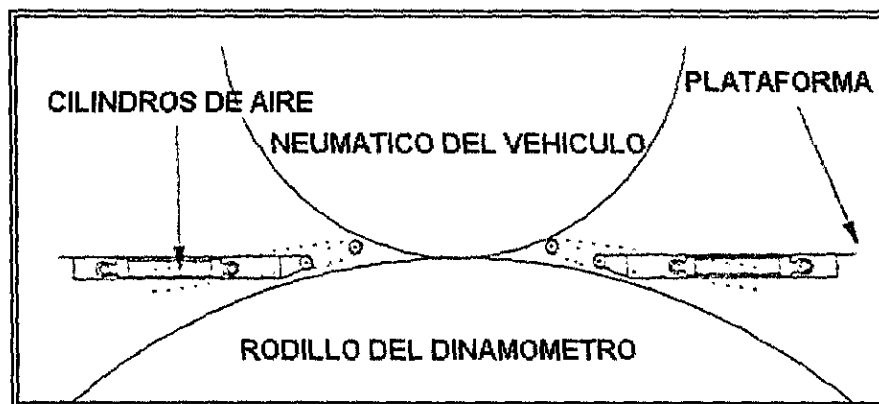


Figura 2.8 Diagrama del Mecanismo de Centrado de los neumáticos

Cubierta de los rodillos.

La cubierta de los rodillos es un dispositivo de seguridad, construidas de acero capaz de soportar el peso de un vehículo. Las cubiertas están acopladas por medio de engranes a motores que permiten el cierre y apertura de éstas. Se cuenta con interruptores en cada extremo de las cubiertas para asegurar la posición correcta (figura 2.9), además cuenta con un sensor llamado "Sensor de proximidad" localizado en el borde principal de las cubiertas que asegura su correcta posición respecto a las ruedas del vehículo. Las cubiertas se pueden controlar directamente del sistema RTM-200 o de la Microterminal CTM250G.

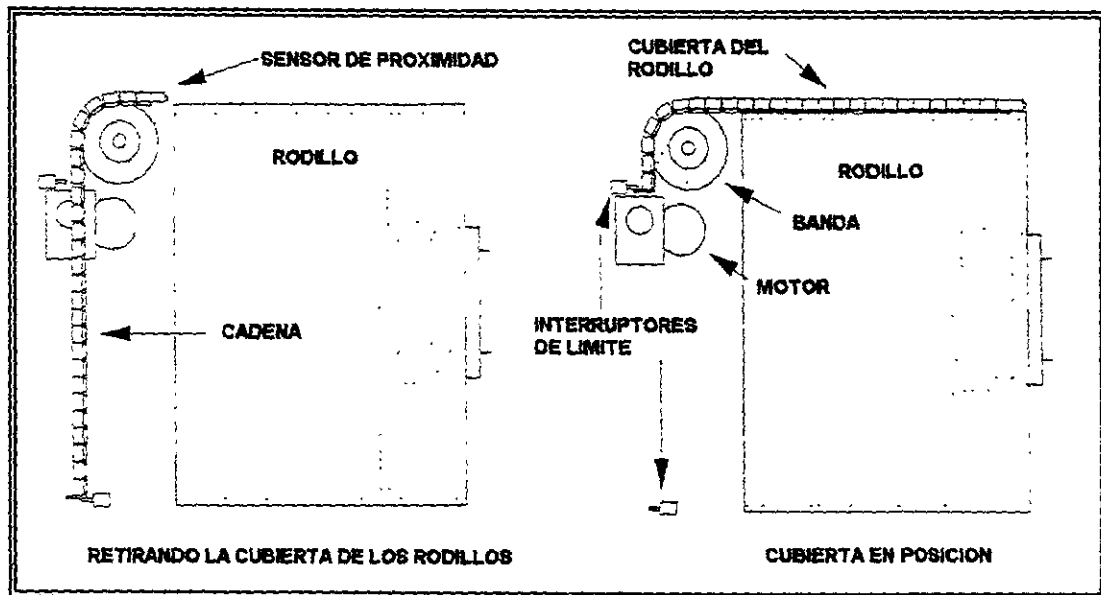


Figura 2.9 Cubierta de los rodillos.

c) Convertidor de Energía.

Es un sistema integrado por un gabinete principal de control, motor de inducción jaula de ardilla AC "PEU" (*Unidad de Intercambio de Energía*), dos baleros motorizados y el transformador de aislamiento.

Gabinete de Control.

El gabinete de control presenta las siguientes características:

- Opera para la rectificación e inversión de voltaje utilizando control de cuatro cuadrantes "Vector flujo AC". Para alimentar al sistema con un voltaje de 480 VAC/60 Hz.
- Proporciona protección contra sobre corriente, voltaje y temperatura.

- Contiene codificadores que proporcionan datos retroalimentados de los motores, tales como velocidad y posición.
- Presenta pantallas que proporcionan el estado de operación y fallas del equipo.

Motor de Inducción Jaula de Ardilla.

Como se mencionó, el dinamómetro está constituido por un motor de AC. En el interior de la carcasa móvil del motor se encuentran localizadas bobinas de campo, además de un rotor de material conductor, el cual es acoplado por medio de una flecha a la unidad motriz en prueba (rodillos), si durante el funcionamiento del motor las bobinas son energizadas, éstas producirán un campo magnético que se opondrá a la libre rotación, con lo cual la carcasa ofrecerá la reacción correspondiente sobre la celda de carga.

Para tener directamente control del motor, el sistema emplea el método de control llamado "Vector Flujo AC" cuya operación se basa en la generación del torque en los motores de inducción jaula de ardilla. Para entender tal principio, es necesario explicar en primer lugar la generación del torque en un motor DC, y trasladamos después al motor de inducción.

Un motor elemental DC está constituido por: un estator, armadura, escobillas y conmutador (figura 2.10). Cuando se hace circular una corriente a través de la armadura se produce un campo magnético a su alrededor. Este campo interactúa con el campo magnético del estator, y como resultado de las fuerzas combinadas se obtiene una fuerza de torsión o par. Para obtener una rotación continua, es necesario que la armadura se mantenga girando en la misma dirección, lo cual se logra invirtiendo la dirección del flujo de corriente que pasa a través de la armadura. El dispositivo interruptor que puede cambiar la dirección del flujo se le conoce con el nombre de conmutador. De esta forma, siempre se obtiene un torque máximo.

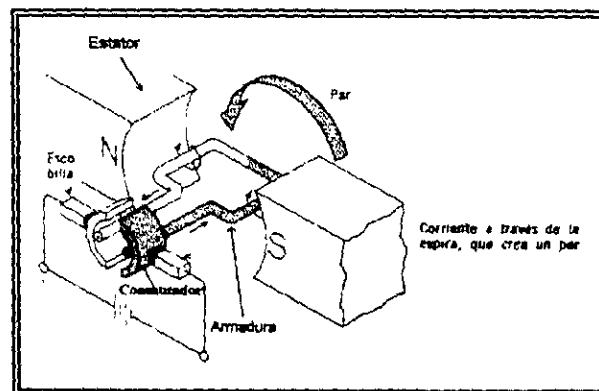


Figura 2.10 Motor DC

En un motor de inducción jaula de ardilla al aplicar potencia al estator, se origina un campo magnético rotatorio "N". Al empezar la rotación del campo, las líneas de flujo " $\phi_m = mI_m$ " cortan las espiras en corto circuito, las cuales están incrustadas alrededor de la superficie cilíndrica del rotor y genera una fuerza electromotriz en ella por inducción electromagnética.

Debido a que estas espiras son corto circuitos con resistencia muy baja, los voltajes inducidos hacen circular altas corrientes en las barras del rotor " I_2 ". Entonces, las corrientes circulantes en el rotor producen sus propios campos magnéticos. Estos campos locales de flujo de rotor producen sus propios polos magnéticos, que serán atraídos al campo rotatorio "Nr". Así pues, el rotor gira siguiendo al campo principal y se incrementa el flujo magnético ϕ_m (figura 2.11).

Para que el motor funcione, el rotor deberá girar a una velocidad diferente de la del campo rotatorio del estator, con la finalidad de que las barras del rotor corten el flujo del campo y se induzca corriente en el rotor. Esta diferencia se conoce como deslizamiento. En los motores prácticos, los rotores funcionan a una velocidad de 2 a 10% menor que la velocidad sincrónica sin carga.

$$\text{Velocidad Sincrónica } N = \frac{120f}{P} \text{ (rpm)} \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

$$\text{Deslizamiento } S = \frac{N - N_r}{N} \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

Donde:

- Nr = Velocidad del rotor.
- f = frecuencia (Hz).
- P = Número de polos del motor.

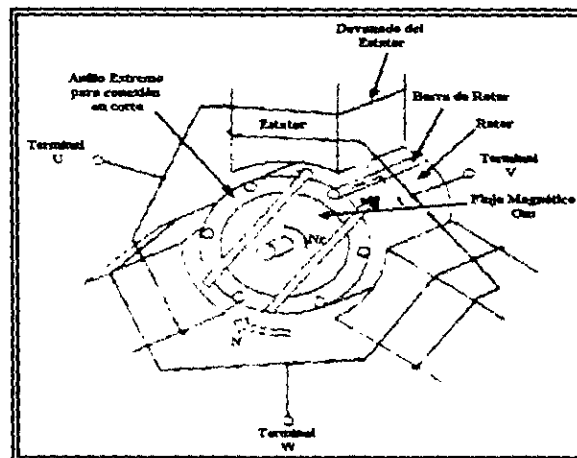


Figura 2.11 Motor de Inducción Jaula de Ardilla.

Descrito el principio de generación de torque del motor de inducción jaula de ardilla, podemos mencionar a continuación cómo es que funciona el método de control "Vector Flujo", también conocido como "Frecuencia deslizante".

En la figura 2.12, se presenta el diagrama a bloques del control vector, en el cual se puede observar los diferentes controladores que lo integran.

El convertidor tiene la función de transformar la potencia de CA en potencia DC, y el capacitor aísla el voltaje rectificado.

El controlador de velocidad compara la velocidad de referencia N_r^* , y la velocidad detectada N_r proporcionada por el sensor de velocidad. Obteniendo de esta comparación una corriente secundaria I_2^* . También el controlador de flujo recibe la velocidad detectada N_r , proporcionando un flujo ϕ^* a la salida para un control constante.

El controlador vector genera una corriente primaria I_1^* a partir de los valores; corriente secundaria I_2^* , y el flujo ϕ^* . La corriente primaria I_1^* pasa al controlador de corriente donde se determina la frecuencia y fase de una nueva corriente primaria I_1 , la cual se aplicará al motor para generar el torque específico.

La frecuencia y fase de la nueva corriente primaria I_1 , se determina por medio de la modulación por ancho de pulso (PWM), la cual se define como el proceso mediante el cual se modifica la amplitud de una secuencia de pulsaciones, en proporción directa a una señal de control pequeña.

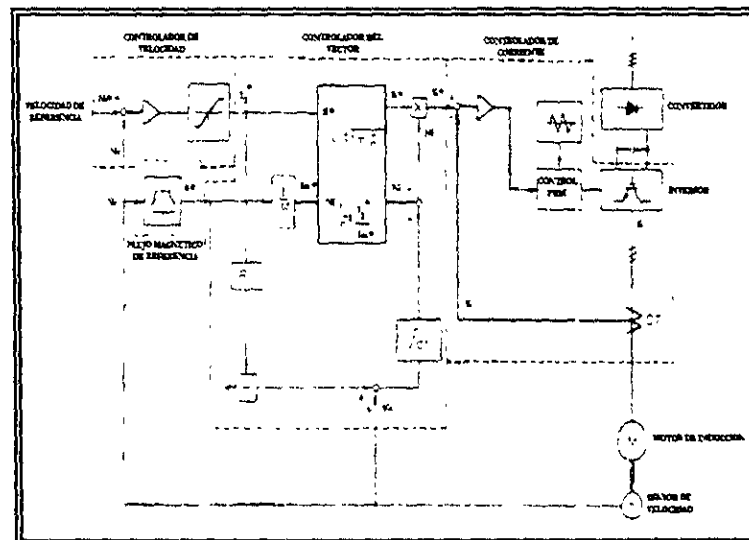


Figura 2.12 Diagrama a Bloques del Control Vector.

Baleros Motorizados.

El dinamómetro de chasis eléctrico Horiba de 48" esta equipado con unos baleros especiales para compensar la fricción. El propósito de estos baleros es hacer que la fricción del dinamómetro sea estable y previsible. La fricción en el dinamómetro está exactamente determinada por una ecuación de tercer grado:

$$\text{Fricción} = a + bv + cv^2 + dv^3 \dots \dots \dots \text{Ec. 3}$$

donde:

- v velocidad (mph)
- a Constante (lbs)
- b Constante (lbs/mph)
- c Constante (lbs/mph²)
- d Constante (lbs/mph³)

Si la fricción del dinamómetro varia, es imposible simular en forma exacta el camino. Además la celda de carga es incapaz de medir la fuerza aplicada por el vehículo si la fricción que contrarresta esa fuerza se desconoce.

El nuevo diseño mostrado en la figura 2.13, efectivamente elimina por completo el problema de la fricción. La fricción en los baleros se compensa mecánicamente por una fuerza externa (dos motores de AC vector-flujo). Estos consisten de una pista interna y externa e inmediatamente una pista doble. La pista interna se encuentra unida al eje del motor principal del dinamómetro (PEU); la pista externa se encuentra unida al armazón del dinamómetro. La pista que se encuentra en medio de estas dos se controla a través de un motor AC vector-flujo "Pancake".

Los baleros motorizados eliminan la fricción gracias a un algoritmo que funciona de la siguiente manera:

1. El motor derecho cambia la velocidad de la pista central del balero derecho un poco más rápido que la velocidad del eje principal; al mismo tiempo, el motor izquierdo igualmente cambia la velocidad de la pista central del balero izquierdo un poco más lento que la velocidad de la flecha (figura 2.14). La velocidad actual dirigida a los baleros motorizados se recalcula cada 6 veces por segundo.

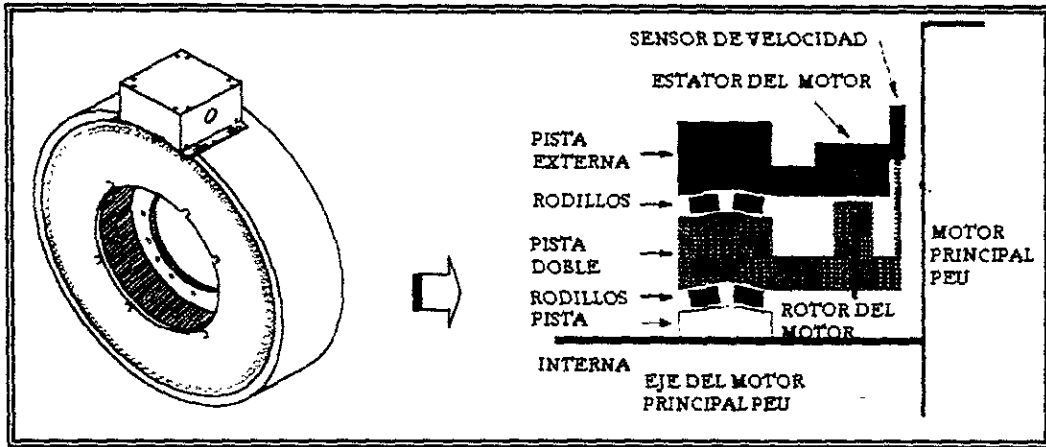


Figura 2.13 Baleros Motorizados Tipo Pancake.

2. Simultáneamente, los comandos de los baleros motorizados izquierdo y derecho conmutan, ahora la pista izquierda cambia un poco más lento, y la pista derecha ligeramente más rápido que la velocidad de la flecha.
3. Después de un intervalo de tiempo específico, normalmente de 0.5 segundos, los comandos vuelven a conmutar, y así sucesivamente se presentan estas conmutaciones.

Esta propuesta produce la cancelación de la fricción tal como se aprecia. Si se presenta la misma fricción en ambos baleros, la velocidad positiva y negativa compensan la fricción en uno de ellos y simultáneamente cancela la fricción en el otro. Si uno de los baleros tiende a presentar mayor fricción que el otro como se muestra en la figura 2.14 (segunda y tercera gráfica), el intervalo de conmutación que presenta esta diferencia será cancelado por el siguiente intervalo de conmutación. Los intervalos de conmutación tiene una duración aproximada de 2 Hz; la velocidad de los baleros es de 1-2 km/hr por encima/debajo de la velocidad de la flecha de los rodillos.

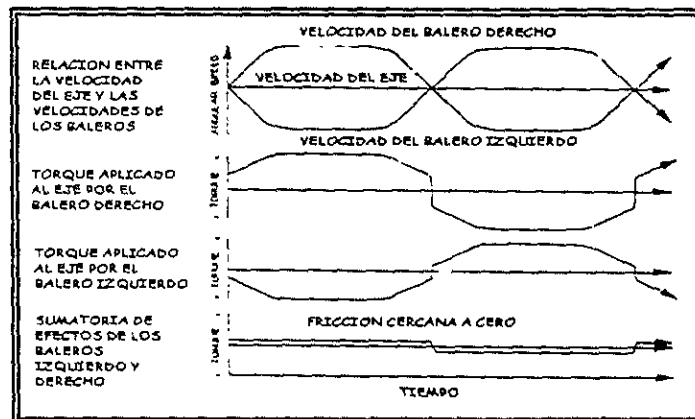


Figura 2.14 Efecto de la Cancelación de Fricción por los Baleros Motorizados.

La velocidad y posición angular de los baleros motorizados se conoce en función a un sensor dual "Head Hall PickUp" y un engrane conectado al ensamble del motor.

Transformador de aislamiento.

El transformador de aislamiento se utiliza siempre que sea necesario evitar una conexión eléctrica directa entre una pieza eléctrica del equipo y las líneas de energía o alguna otra fuente de energía. Es bastante útil y en muchas ocasiones incluso necesario, en situaciones en donde se tiene que aterrizar el equipo para aumentar la eficiencia, para reducir el ruido o por alguna otra razón. Ya que un lado de la línea de energía de CA está aterrizada, al conectar la parte aterrizada del equipo a las líneas, podría resultar en un cortocircuito, a menos que se tomen las precauciones debidas para asegurarse que el lado aterrizado del equipo está conectado al lado aterrizado de las líneas de energía. También existen equipos, que contienen fuentes de poder de ca-cc con el cual se *podría* recibir una descarga letal si se tocara el armazón. (Sería necesario tocar un punto aterrizado y el armazón para recibir este tipo de descarga). Al utilizar un transformador de aislamiento, el armazón llega a ser una tierra flotante y es casi imposible recibir una descarga mortal en tales condiciones.

Cualquier transformador puede utilizarse como un transformador de aislamiento si éste tiene los voltamperes nominales necesarios, así como la relación requerida de voltaje o vueltas del primario al secundario.

El gabinete de control utiliza en su proceso de conversión de potencia dispositivos SCR's, los cuales requieren de una alimentación limpia para evitar su disparo. Para ello es necesario utilizar el transformador de aislamiento para proporcionar las condiciones propicias de operación. Además de esta función, también se utiliza como elemento de acoplamiento de impedancias entre el gabinete de control y la subestación.

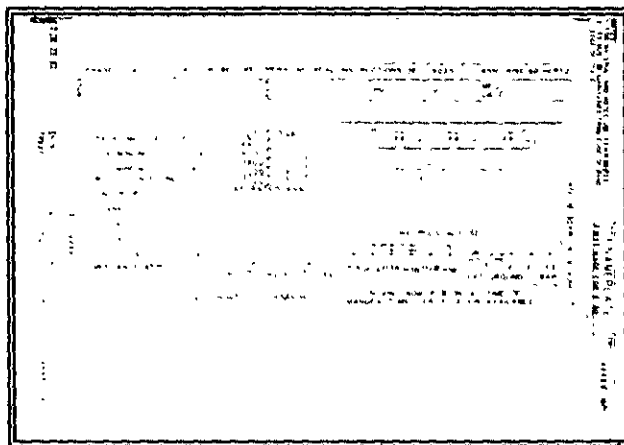


Figura 2.15 Placa Característica del Transformador.

d) Sistema de medición de Torque y Velocidad.

El desempeño del dinamómetro no solo se basa en la rigidez de su ensamble mecánico, sino también en la exactitud de la medición del torque y la velocidad

Sistema de medición de torque.

El torque se mide a través de una celda de carga conectada entre el estator del PEU y la base del dinamómetro (figura 2.16).

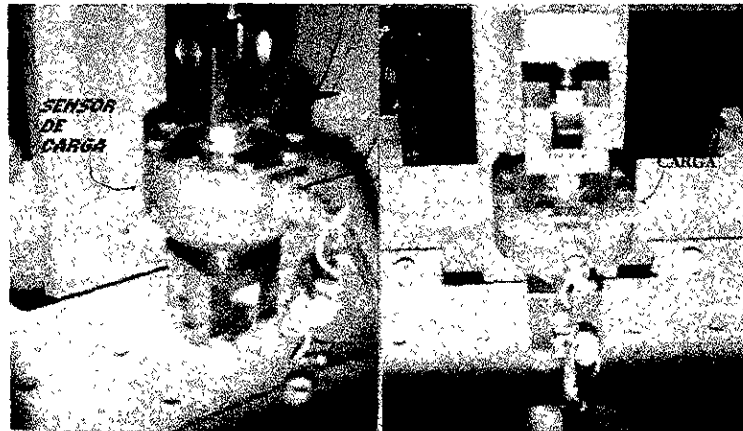


Figura 2.16 Sensor de Carga.

Cuando se impone una carga en cualquier objeto material, éste se expande, se contrae o sufre un esfuerzo cortante. Si una rejilla de alambre o papel metálico con resistividad eléctrica específica se une con firmeza al objeto, teóricamente se alargará o comprimirá, exactamente como lo hace la superficie a la que está sujeto. La celda de carga se basa en el principio de que, cuando un conductor se somete a un esfuerzo de tensión o compresión, presenta un cambio en la resistencia. La magnitud del cambio, relacionada con la resistencia original, es proporcional a la magnitud del esfuerzo aplicado. El cual se define como:

$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{Cambio de longitud}}{\text{Longitud Original}}$$

La celda de carga utiliza cuatro pequeños elementos de resistencias en un circuito de Puente de Wheatstone. Al utilizar una tensión de alimentación constante, el voltaje de salida es cero para un puente balanceado, pero cuando uno de los brazos cambia su valor de resistencia en una cantidad conocida, se obtiene una amplitud predecible y mensurable. Puesto que se puede implicar la relación del cambio de resistencia con la deformación aplicada, el voltaje de salida también se puede relacionar

con dicha deformación. La relación entre el voltaje y la deformación puede mantenerse lineal mediante la elección adecuada de los límites de operación. El voltaje de salida es del orden de unos cuantos milivolts, lo cual hace necesario emplear amplificadores de alta sensibilidad para obtener niveles de señal apropiados para el registro.

Las celdas de carga constituyen excelentes mecanismos para la medición de fuerzas, particularmente cuando la fuerza no es estable. Este es un método relativamente nuevo, el cual sea ha vuelto popular debido a su gran exactitud, facilidad de transmisión al registrador, buena linealidad y repetibilidad, histéresis despreciable y respuesta rápida.

Este sistema también cuenta con un termopar que suministra los datos de temperatura al sistema de control CDC-900. El sistema puede ser calibrado por dos métodos "Pesos Muertos" y/o "Resistencia Paralela", métodos que se verán ampliamente en el capítulo 3.

Sistema de medición de velocidad.

La velocidad rotacional de los rodillos se determina con un decodificador de velocidad óptico, cada uno se encuentra montado al final del eje de los rodillos (figura 2.1). Uno de los decodificadores suministra una señal de velocidad al convertidor de potencia, el otro al módulo de control CDC-900. La señal es un pulso cuadrado con una frecuencia proporcional a la velocidad rotacional y presenta un alto grado de inmunidad al ruido. La señal enviada al controlador se emplea para suministrar los datos necesarios de velocidad y aceleración para el motor principal "PEU" y los baleros motorizados.

El principio de operación del decodificador óptico consiste de un disco con orificios, conforme gira éste, la luz de la fuente en forma alternativa se transmite y se detiene, con lo cual se obtiene una señal digital del fotodetector. La señal obtenida es amplificada y enviada a un circuito contador para su procesamiento (Figura 2.17).

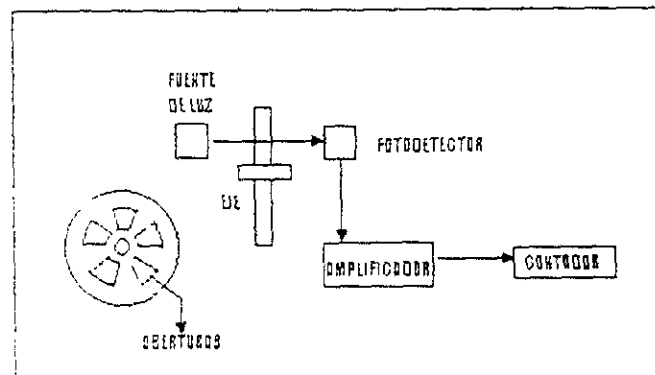


Figura 2.17 Diagrama General de un Transductor de Velocidad Angular.

Partiendo del diagrama anterior, se puede definir el cálculo para la velocidad y distancia, a partir de las siguientes consideraciones y ecuaciones.

Considerando que el disco contiene n-orificios, se obtiene una frecuencia a la salida del sensor (fs). Por otro lado, considerando que la frecuencia leída por los sensores fs esta dada en radianes/seg. A continuación se deduce el cálculo de la velocidad.

Considerando que la velocidad del vehículo es la misma para el rodillo, tenemos que:

$$V_r = \omega_r \times R \dots \dots \dots \text{Ec. 4}$$

Donde:

V_r = velocidad del rodillo (m/s).

ω_r = velocidad angular del rodillo (rad/s).

R = radio del rodillo (48in, 1.22 m).

Por otro lado, $\omega_r = 2\pi f_r \dots \dots \dots \text{Ec. 5}$

Donde f_r = frecuencia a la cual gira el rodillo.

Como el sensor de velocidad tiene n-orificios, ..

Para calcular la distancia recorrida por el vehículo, se tiene:

$$V_r = s/t \dots \dots \dots \text{Ec. 6}$$

Por lo tanto:

$$s = V_r \times t \dots \dots \dots \text{Ec. 7}$$

e) Microterminal CTM250G.

El sistema cuenta con una microterminal programable, conectada con cable serial RS-232 a la computadora RTM-200 (figura 2.18). La microterminal permite al usuario:

- Aplicar/liberar frenos (BRAKE ON/OFF).
- Levantar/bajar los andamios de centrado (CRADLE UP/DOWN).

- Cubrir los rodillos (**COVER ON/OFF**).
- Fijar la velocidad de los rodillos (**SET SPEED**).
- Alinear el vehículo (**CENTERING START/STOP**).
- Visualizar potencia, velocidad de los rodillos en diferentes unidades (**SELECT DISPLAY**).

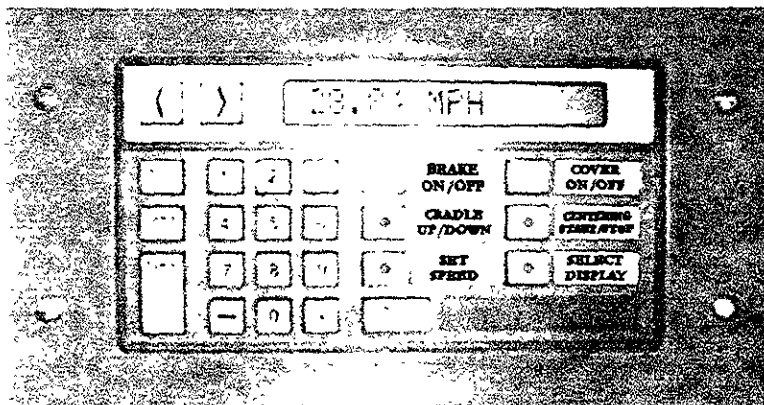


Figura 2.18 Microterminal CTM250G.

2.3 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACIÓN.

El gabinete de control requiere ser instalado en un área relativamente limpia, libre de contaminantes peligrosos o áreas húmedas donde la humedad excesiva puede ingresar al controlador y dañar éste. También deberá instalarse en un área donde la temperatura ambiental no exceda los 40°C (104°F).

Todos los cables deberán conectarse al gabinete principal de control y al equipo externo tal como; el ensamble del dinamómetro y el controlador CDC-900 usando los conduit y cables correspondientes para minimizar el ruido generado frecuentemente por los campos magnéticos, y de esa forma evitar perjudicar los circuitos de control del torque y velocidad del gabinete principal.

En el diagrama 2.19, se especifican las conexiones entre los equipos antes citados.

Cables del motor principal "PEU".

Los cables del motor principal son de dos tipos: de potencia y de señales digitales. Las señales digitales consisten del interruptor de temperatura y de los decodificadores de retroalimentación de velocidad/posición.

El motor principal requiere de tres cables de potencia y uno de neutro. A continuación se presenta una tabla que especifica el calibre de éstos.

Tabla No. 2
Calibre de cables del Gabinete Principal.

ENTRADA DEL GABINETE PRINCIPAL	
Voltaje	480
Amperes	170
Conduit	2-1/2"
Calibre del cable:	
Cables de Potencia (3)	# 2/0
Cable Neutro (1)	# 2/0
SALIDA DEL GABINETE PRINCIPAL	
Amperes	185
Conduit	2-1/2"
Calibre del cable:	
Cables de Potencia (3)	# 2/0
Cable neutro (1)	# 2/0

Cable del Interruptor de Temperatura del PEU y Baleros Motorizados.

El calibre del cable del sensor de temperatura debe ser del # 16, y colocado en un conduit diferente a los cables de energía del PEU y de los baleros.

Cable del Decodificador del PEU y Baleros Motorizados.

El cable del sensor de velocidad/posición presenta pares de tres, cada par individualmente trenzado y protegido con un aislamiento.

El aislamiento eléctrico del decodificador y el eje del motor principal ésta altamente encomendado para prevenir el ruido del motor sobre la medición.

Cables de Energía de los Baleros Motorizados.

Los cables de energía deberán ser por lo menos de un calibre #14, y son cuatro cables los que se requieren. Tres para las fases del motor y el cuarto para la conexión del armazón del motor a tierra.

2.4 ESPECIFICACIONES.

General.

Modelo	LDV-48-86-125HP-AC
Rango de Velocidad	0 – 100 mph
Rango de la Celda de Carga	+/- 2000 lbs
Rango del Torque	+/- 40,000 lbs-in
Rango total de Inercia	1,000 a 6,000 lbs
Baleros Motorizados	Tipo Pancake Motor
Tipo de PEU	Motor/generador de Inducción AC
Calor generado por el PEU	10 kW
Suministro de Aire	80-100 psi
Máxima Temperatura del PEU	105°C
Transformador de Aislamiento	225 KVA (delta-estrella aterrizada)
Peso del PEU	18,000 lbs

Inercia y Simulación de la Carga de Camino.

Aceleración	+/- 10 mph
Incremento de la carga de camino	0.1 HP @ 50 mph
Incremento de Inercia Eléctrica	1 lb
Calibración	Manual "Pesos Muertos" y Automática "Shunt Resistor"
Tiempo de Respuesta	100 ms para 90% del torque simulado
Rango total de Inercia	1,000 a 6,000 lbs
Rango de Carga de Camino @65 mph	0 a 125 HP

Computadora RTM-200.

Alimentación	100/120 V, 50/60 Hz
Fabricante	Hewlett-Packard
Procesador	80486
Memoria RAM	8 MB
Disco Duro	1.2 GB
Unidad de Disco Flexible	3.5", 1.44 MB

Computadora CDC-900.

Alimentación	100/120 V, 50/60 Hz
Procesador	80486
Cantidad de Ranuras de Expansión	10 slots
Canales Analógicos de Entrada	4
Canales Analógicos de Salida	2
Canales Digitales I/O	4 (8 bit)
Duración de un ciclo	10 ms
Peso	391 lbs

Estación Manejadora.

Artículo	Microterminal (CTM250G)
Temperatura de Operación	-20°C (-4°F) a 50°C (122°F)
Interface de Comunicación	conexión serial RS-232

Ensamble Mecánico.

Diámetro del Rodillo	48 in
Base Inercial Mecánica	3,100 lbs
Largo del Rodillo	86 in
Peso	18,000 lbs

Frenos.

Tipo	Frenos de disco
Presión de Aire	55 psig
Presión Hidráulica	825 psig
Fuerza del Freno	3,000 lbs

Sistema de Medición del Torque.

Tipo de Celda de Carga	Tensión/Compresión (Puente de Wheatstone)
Resistencia del Puente	700 ohms nominal
Excitación máxima del Puente	20 volts DC

Brazo de Torque de los Pesos Muertos	48 in
No-linealidad	+/- 0.05%
Rango de Temperatura	70° F – 170°F
Rango de la Celda de Carga	+/- 2000 lbs
Rango del Torque	+/- 40,000 lbs-in

Sistema de Medición de Velocidad.

Rango	0 – 120 mph -
Resolución	0.01 %
Tiempo de respuesta	10 ms
Aislamiento de la señal	óptico

3.1 INTRODUCCION.

La calibración se define como el conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones específicas la relación entre los valores indicados por un equipo o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores conocidos correspondientes de una magnitud dada. Tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento de medición.

El dinamómetro de chasis eléctrico debe calibrarse por lo menos cada mes, además de verificar sus parámetros de funcionamiento para que estén dentro del rango de exactitud por lo menos una vez a la semana. La calibración consiste de dos procedimientos elaborados acorde a normas internacionales de calibración de los dinamómetros *EPA Code Federal Regulation Title 40, Part 91.306*. Estos procedimientos son: Calibración Estática y Dinámica, el primero consiste en determinar la linealidad de la celda de carga para asegurar la simulación de la carga, el segundo consiste en determinar las pérdidas por fricción generadas por el dinamómetro.

3.2 CALIBRACION ESTATICA.

Esta calibración se realiza sin movimiento de los rodillos, y sin energizar la PEU (Unidad de Intercambio de Energía). Para este tipo de calibración se requiere de un brazo de calibración que se coloca sobre la celda de carga conectada entre la PEU y el armazón del dinamómetro, al cual se le incorporan masas de valor conocido que simulan la fuerza que ha de actuar sobre la celda de carga. Dentro de la calibración estática existen la calibración de Pesos Muerto.

Calibración de la Celda de Carga utilizando el Método de Pesos Muertos "Dead Weight.

Este método de calibración es directo y exacto (pero consume tiempo). El torque fijo conocido se aplica al brazo de calibración acoplado al armazón del dinamómetro y el resultado se lee directamente en la pantalla de la RTM-200 en unidades de lbs-fuerza o N.

El procedimiento de calibración es el siguiente:

1. Desconecte el suministro de energía al PEU. Liberar el contacto del gabinete CDC-900 presionando el botón de <Stop> que se encuentra enfrente del gabinete.
2. De ambos lados del dinamómetro, desplazar las cajas de aire que bloquean el acceso a la celda de carga.
3. Seleccionar Menú de Configuración (**CONFIGURATION MENU**), del menú principal del dinamómetro (figura 3.1). Ingresar la contraseña y seleccionar el menú de parámetros del programa (**PROGRAM PARAMETERS MENU**).

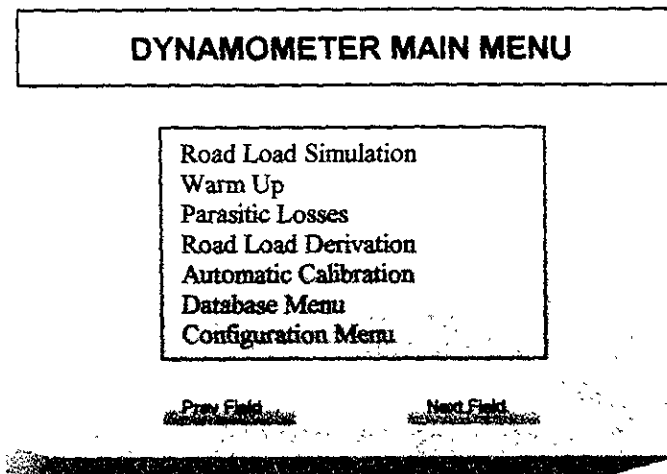


Figura 3.1 Menú Principal del Dinamómetro.

4. Ingrese el valor de cero para el torque de entrada cero (**TORQUE INPUT ZERO**), con esto se asegura partir de un valor de referencia mínimo. (ver figura 3.2).
5. Regresar al menú principal (figura 3.1) y seleccionar calentamiento (**WARM UP**). En la esquina superior izquierda de la pantalla de calentamiento se localiza el sensor de fuerza de torque (**TORQUE SENSOR FORCE**), que despliega en tiempo real la fuerza en la superficie de los rodillos en lbs o N. (figura 3.3).
6. Ajuste el potenciómetro Vz (voltaje cero) hasta obtener una lectura de cero en el sensor de fuerza de torque (**TORQUE SENSOR FORCE**), el potenciómetro se ubica en el dispositivo analógico 3B18, el cual es un módulo acondicionador de señal del gabinete CDC-900.

PROGRAM PARAMETERS

GENERAL

Dyno Site Numbe.....7091-1
 Veh Centering Speed (mph).....2
 Auto Shut off Tiem ...(min).....120

WARM UP

Warmup Speed.....(mph).....50
 Warmup Acceptance Limit.....0.75
 Warmup Read Time...(sec).....30

PARASITIC

Parasitic Set Time(sec).....30
 Parasitic Read Time...(sec).....25
 Parasitic Limit.....(lbs).....1.5

COAST DOWN

Speed above Coast Down.....5
 Coast Down Limit.....(lbs).....5

ROAD LOAD DERIVATION

Curve Diff Limit.....(lbs).....1.5

TORQUE CALIBRATION

Cal Torq Set Time.....(sec).....10
 Cal Torq read Time.....(sec).....10
 Torque Input +Span.....0.2384633
 Torque Input -Span.....0.2373104
 Torque Input Zero.....(lbs).....0.0
 Torque +Shunt.....(lbs).....1726.58
 Torque -Shunt.....(lbs).....-1714.7
 Offset read Speed.....(mph).....5

GRADE

Grade Input +Span.....2.445
 Grade Input -Span.....2.445
 Grade Input Zero.....0

ACCELERATION

Accel Input +Span.....0.1387
 Accel Input -Span.....0.1372
 Parasitic Limit.....(lbs).....1.5

AUGMENTED BRAKING

Aug Brake Threshold...(lbs).....250

ESC EXIT NEXT PREVIOUS HOME FIRST END LAST

Figura 3.2 Menú de Parámetros del Programa.

Sensor de Torque

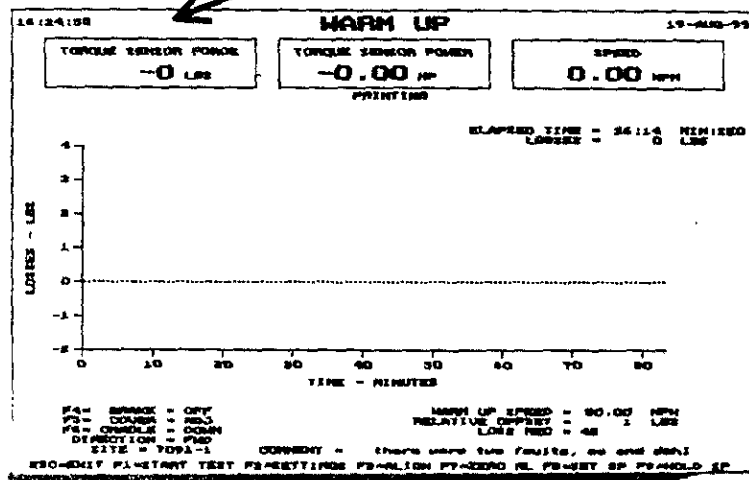


Figura 3.3 Pantalla de Calentamiento del Dinamómetro.

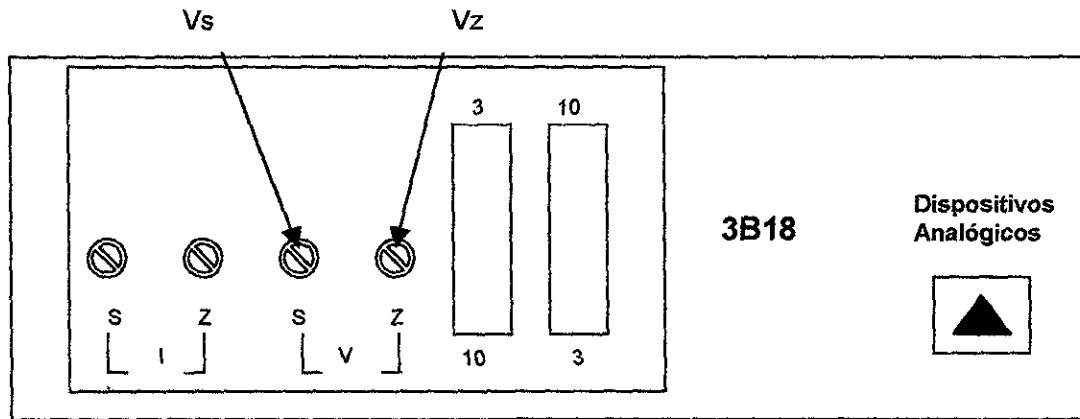


Figura 3.4 Dispositivo Analógico 3B18.

7. Instale el brazo de calibración y colgar la percha en el armazón del dinamómetro del mismo lado donde se encuentra ubicada la celda de carga (figura 3.5). Si es necesario ajustar los dos tornillos para nivelar el brazo.
8. Coloque los pesos necesarios para la calibración, para el caso de nuestro modelo “LDV-48-86-125HP-AC” el peso máximo es de 650 lbs a un radio de 48 pulg., más el brazo y el peso de la percha (peso aprox. 127.3 lbs).

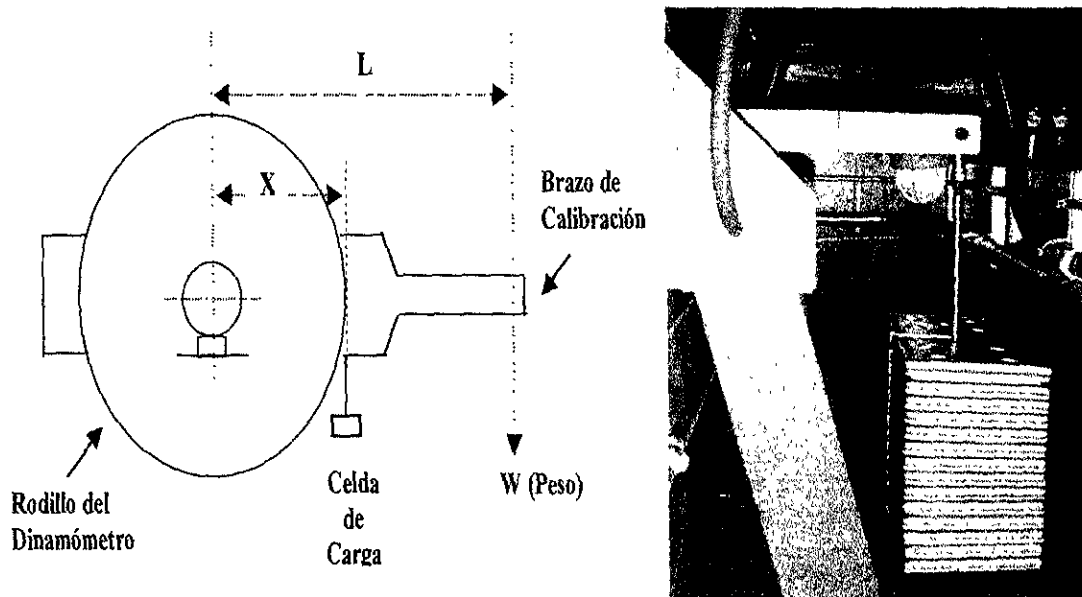


Figura 3.5 Brazo de Calibración de Torque.

9. Ajustar el potenciómetro Vs (Voltaje Span), hasta obtener la lectura correcta de la fuerza cuyo valor es 1427.3 lbs, que se puede visualizar dentro de la pantalla de calentamiento (*WARM UP*). Ver figura 3.3.
10. Para comprobar la linealidad de la celda de carga, desplazar los pesos sucesivamente de la percha y registrar las lecturas que aparecen en la pantalla de calentamiento (*WARM UP*). Cada vez que se desplacen las masas, la lectura de la fuerza deberá reducirse por 100 lbs. Cuando el brazo de calibración y la percha se remuevan, la lectura deberá ser de 0 lbs. (Tabla No. 1).

Tabla No. 1
Valores obtenidos durante la Calibración.

Peso Muerto (Dead Weight) (LBS)	Valor Registrado del Torque (LBS-IN)	Valor Real del Torque (LBS-IN)
650	1426.5	1427.3
600	1327	1327.3
550	1226.2	1227.3
500	1128	1127.3
450	1027	1027.3
400	926.97	927.3
350	826.9	827.3
300	727.5	727.3
250	626.8	627.3
200	527.7	527.3
150	426.7	427.3
100	326.5	327.3
50	226.4	227.3
0	0.02	0.03
Brazo + Percha	127.6	127.3

Nota: El valor real del torque se obtuvo de la siguiente ecuación:

$$\text{Torque} = \text{Longitud del Brazo (in)} \times \text{Peso de Calibración (lbs - in)} \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

11. Para comprobar si existe histéresis en el sistema, volver a colocar el brazo de calibración y la percha, registrar las lecturas al colocar de nuevo cada uno de los pesos (Tabla No. 2).

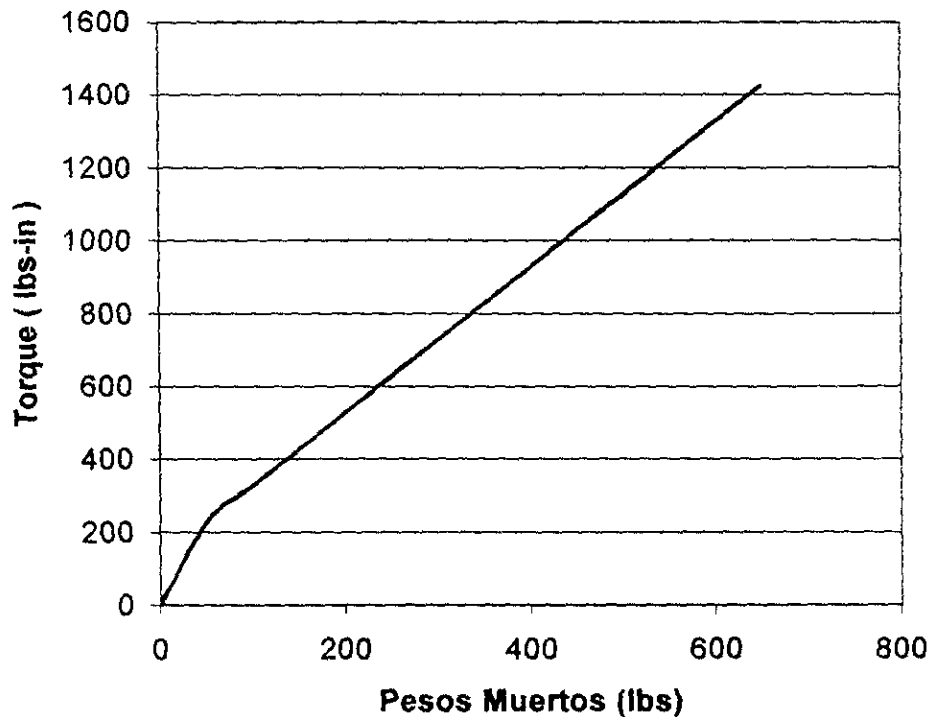
La explicación a las lecturas obtenidas al desplazar los pesos (paso 10) y adicionar los pesos (paso 11) es la siguiente; si al remover los pesos se obtiene una línea recta indicará que la celda de carga se encuentra en perfecta condiciones de operación, es decir, tiene una respuesta lineal. Una diferencia consistente entre las lecturas obtenidas para el mismo peso cuando se adicionó y removió los pesos indicará un problema de histéresis cuyo rango máximo permisible es +/-0.1%. (Gráfica No. 1).

Tabla No. 2
Valores obtenidos durante la Calibración.

Peso Muerto (Dead Weight) (LBS)	Valor Registrado del Torque (LBS)	Valor Real del Torque (LBS)
Brazo + Percha	127.2	127.3
0	0.5	0.03
50	227.2	227.3
100	327.4	327.3
150	427.5	427.3
200	527.3	527.3
250	627.2	627.3
300	727.2	727.3
350	827.6	827.3
400	927	927.3
450	1026.9	1027.3
500	1125.9	1127.3
550	1226.6	1227.3
600	1326.9	1327.3
650	1426.6	1427.3

" COMPROBACION DE LA CALIBRACION
DE LA CELDA DE CARGA "

Gráfica No. 1



— Valor del Torque Registrado en la Tabla No. 2
— Valor del Torque Registrado en la Tabla No. 1

12. Coloque el brazo de calibración del lado opuesto a la celda de carga. Nivelar el brazo si se requiere. Una vez más, colocar la percha y añadir los pesos de calibración.
13. La lectura en la pantalla de calentamiento (*WARM UP*) tendrá un valor opuesto (señal negativa) a las obtenidos en las tablas No. 1 y 2.
14. Regresar al menú de parámetros del programa (*PROGRAM PARAMETERS MENU*), figura 3.2. Registrar los valores existentes para el torque de entrada -Span y +Span (*TORQUE INPUT +/-SPAN*).

Empleando la siguiente fórmula, calcular los nuevos valores para el torque +/-Span de entrada.

$$\text{Nuevo Torque De Entrada +/-Span} = \frac{(\text{Torque Real} - \text{Torque Registrado} + \text{Ganancia}) (\text{Torque Entrada Existente +/- Span})}{\text{Torque Real}} \quad \text{.....Ec. 2}$$

Los resultados son:

Tabla No. 3
Nuevos Valores del Torque de Entrada Span.

	+ Span	- Span
Torque Real (Lbs)	1427.3	1427.3
Torque Registrado (Lbs)	1426.5	1426.5
Ganancia	1	1
Torque Existente Entrada Span	0.2384633	0.2373104
Nuevo Torque Entrada Span	0.23859695	0.2374434

15. Cambiar el valor del torque +Span y -Span de entrada existente en la pantalla de parámetros del programa (*PROGRAM PARAMETERS*), por los nuevos valores calculados. Tabla No. 3. Y revisar una vez más la linealidad e histéresis del sistema.

16. Presionar [Shift F4] dentro de la pantalla de calentamiento, para acoplar la resistencia paralela positiva y registrar el valor desplegado por el sensor de torque (1726.6 lbs). Presionar cualquier tecla para desacoplar la resistencia.
17. Presione [Shift F5] para acoplar la resistencia paralela negativa, registrar la lectura (- 1714.7 lbs) , y pulsar cualquier tecla para liberar.
18. Regresar al menú de parámetros del programa (**PROGRAM PARAMETERS MENU**). Ingresar el valor positivo en el bloque "**Torque + Shunt**" registrado en el paso 16, y el valor negativo del paso 17 en el bloque **Torque - Shunt**. Estos valores servirán para realizar la calibración automática.

3.3 CALIBRACION DINAMICA.

Esta se caracteriza por realizarse con los rodillos en movimiento y sin aplicar carga a la PEU (Unidad de Intercambio de Energía). La determinación de la calibración dinámica es sumamente importante, debido a que la energía absorbida por la PEU es tan sólo una parte de la potencia total absorbida por el dinamómetro; la fricción que se genera en los rodillos provoca una cantidad adicional de potencia absorbida durante el uso del dinamómetro. Dentro de la calibración dinámica existe la calibración de pérdidas parásitas y automática (Resistencia paralela).

Calibración de Pérdidas Parásitas "Losses Parasitic".

La fricción que presenta el dinamómetro se debe principalmente a las pérdidas parásitas. En un dinamómetro convencional, es decir, sin baleros motorizados, esta fricción se presenta principalmente en los baleros mecánicos, en la unión y forma aerodinámica de los rodillos. El dinamómetro de chasis eléctrico 48" Horiba elimina cualquier tipo de balero mecánico y en lo concerniente a su forma aerodinámica de los rodillos minimiza la fricción existente con el aire. Sin embargo, existe ciertas pérdidas presentes en la misma estructura del motor provocadas por corrientes parásitas, las cuales se consideran como; corrientes establecidas en los materiales de núcleo magnético proporcionados por los voltajes inducidos originados por la variación de los campos magnéticos. Las pérdidas por corrientes parásitas se reflejan en el calentamiento del material.

La calibración de pérdidas parásitas se realiza en forma automática y con alto grado de exactitud. El enfoque es muy sencillo; los rodillos giran conforme a una serie de velocidades previamente establecidas (por lo general el usuario establece las velocidades). La medición de la fricción se hace

mientras se establece una velocidad constante y se gráfica en la pantalla de la computadora RTM-200, ver figura 3.6. Así cada velocidad produce un punto en la gráfica. Al finalizar la gráfica, la computadora ajusta una curva (polinomio de tercer grado) para los puntos obtenidos. Cuando la curva se traza, los cuatro coeficientes que definen la ecuación de la Fricción ($a + bv + cv^2 + dv^3$) también son desplegados, así como el coeficiente de correlación (r^2) que es una medida estadística de ajuste de la curva para los puntos obtenidos (valor típico 0.95).

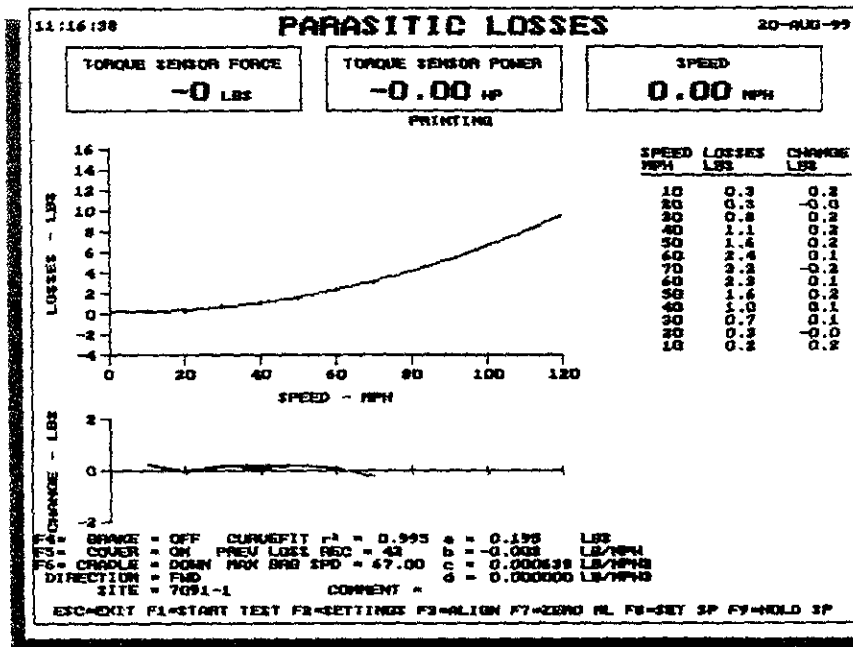


Figura 3.6 Gráfica de Pérdidas Parásitas.

Siempre que la calibración de pérdidas parásitas se ejecute, la computadora compara la fricción actual que se esta midiendo con la fricción determinada por la curva de referencia, y se gráfica la diferencia entre las dos curvas. La curva de referencia es siempre la curva generada durante la última calibración. Si existe notables diferencias entre la curva de referencia y la curva generada, el Ingeniero en Operación podrá decidir si desea salvar la curva generada como la nueva curva de referencia.

Se recomienda realizar esta calibración por lo menos una vez al mes para asegurar que el sistema se encuentra en condiciones optimas de operación.

El procedimiento de calibración es el siguiente:

1. Seleccionar del menú principal del dinamómetro (*MAIN MENU*) la opción pérdidas parásitas (*PARASITIC LOSSES*) Figura 3.1.
2. Revise que los puntos de velocidad deseados aparezcan en la pantalla superior derecha, si es así, pasar al paso No. 7. En caso contrario continuar con los pasos.
3. Seleccionar la pantalla "*DATABASE MENU*" del menú principal del dinamómetro. (figura 3.7).

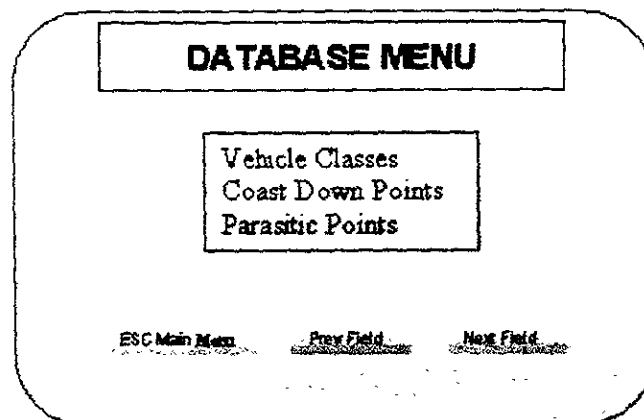


Figura 3.7 Menú Base de Datos.

4. Seleccionar "*PARASITIC POINTS*" (figura 3.8).
5. Crear una nueva tabla de velocidades o en caso contrario seleccionar alguna ya existente oprimiendo <PgDn> ó <PgUp>.

PARASITIC LOSSES SPEED POINTS DEFINITION FORM				
Set: 1				
MPH	5.000	30.000	0.000	0.000
	10.000	35.000	0.000	0.000
	15.000	40.000	0.000	0.000
	20.000	45.000	0.000	0.000
	25.000	50.000	0.000	0.000
ALT-Add PgDn-Next PgUp-Prev				

Figura 3.8 Tabla de Velocidad para la Calibración de Pérdidas Parásitas.

6. Regresar a la pantalla "PARASITIC LOSSES", presionando <Esc>.
7. Presione <F1> para iniciar la calibración. "TEST DONE" aparecerá en la parte superior de la pantalla en cuanto la prueba finalice.
8. Presione <F1> para regresar al modo "SETUP", aparecerá el mensaje "USE THIS NEW LOSSES CURVE? (Y/N)". Presionar "Y" para reemplazar la curva anterior por la actual; "N" en caso contrario. Automáticamente los datos quedan archivados y se finaliza la prueba. Figura 3.9.

Nota: Reemplazar la curva en caso de que el coef. de correlación sea $r^2 > 0.95$.

9. Presione <F8> e ingrese una velocidad de 0 para detener los rodillos.
10. Presione <Esc> para regresar al menú principal.

Calibración por el Método Resistencia Paralela "Resistor Shunt".

Este método de calibración del sistema de torque se realiza en caso de existir algún cambio vertical en el trazo de la curva de calentamiento (*WARM UP*), la cual produce un mensaje "*Dinamómetro caliente pero fuera de calibración*" (figura 3.10).

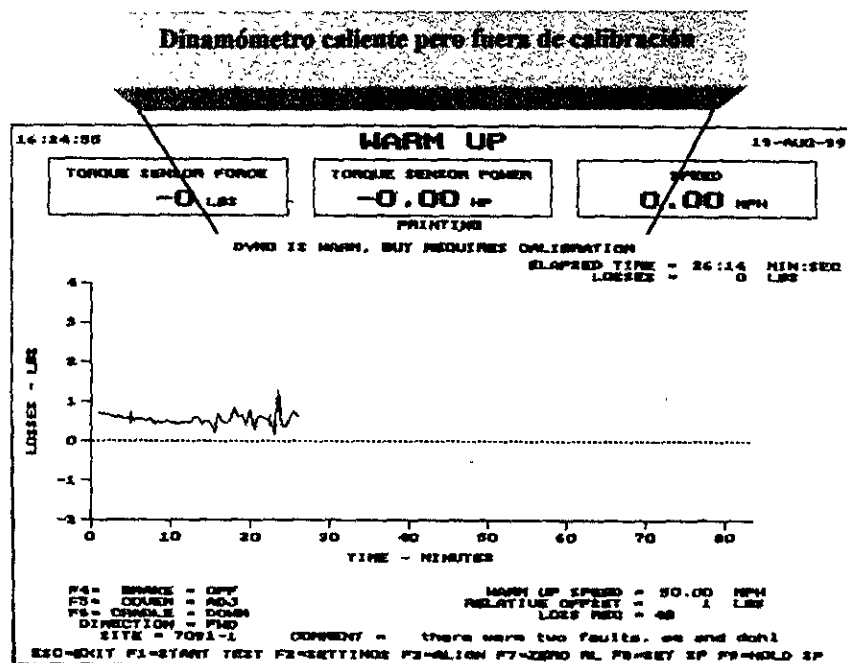


Figura 3.10 Curva de Calentamiento con parámetros fuera de Calibración.

El procedimiento de calibración es el siguiente:

1. Seleccione calibración automática (**AUTOMATIC CALIBRATION**) del menú principal del dinamómetro (figura 3.1).
2. Verifique que los frenos estén liberados y presionar [F1] para iniciar la rutina de calibración automática.

Si el valor del Offset (valor de compensación) difiere por más de 0.5 lbs con respecto al valor anterior, se deberá generar y salvar una nueva curva de pérdidas parásitas.

La calibración "Shunt" automática se calcula de la siguiente manera:

Cuando la rutina se inicializa presionando [F1], la computadora primero determina el valor del torque Offset, éste se obtiene haciendo girar los rodillos a una velocidad constante de 5 MPH (**OFFSET READING SPEED**), ya que a bajas velocidades no se hace presente las pérdidas parásitas, por lo que no hay necesidad de compensar la fricción.

Después de haber determinado el torque de entrada +Span (**Torque Input +Span**) en la calibración de pesos muertos, es necesario medir la carga presente a una velocidad de cero millas por hora. Esta lectura permite conocer la histéresis actual presente en la celda de carga. (por ejemplo, una histéresis de +2 lbs incrementa la lectura "shunt" en la misma cantidad).

Para los cálculos se requiera de los valores de la resistencia "+ shunt" y las lecturas de salida del sistema de medición de torque. Todo esto nos permite determinar el nuevo torque de salida "+Span". Utilizando la formula siguiente es como la computadora determina el nuevo torque+ Span.

$$T_{IN\ NEW+SPAN} = \frac{T_{PREV+SHUNT}}{T_{COR+SHUNT}} \times T_{IN\ OLD+SPAN} \dots\dots\dots Ec. 3$$

Donde:

$T_{IN\ NEW}$	Nuevo torque de entrada.
$T_{PREV+SHUNT}$	Valor del torque +Shunt previo desde la pantalla "PROGRAM PARAMETERS".
T_{COR}	Valor medido a una velocidad de 5 MPH.
$T_{IN\ OLD\ SPAN}$	Torque +Span anterior, lectura desde la pantalla "PROGRAM PARAMETERS"

Para el cálculo del nuevo torque – Span es esencialmente la misma ecuación. Los nuevos valores obtenidos Tabla No. 4, reemplazan a los existentes en la pantalla “PROGRAM PARAMETERS”, y se da por concluida la calibración automática.

Tabla No. 4
Nuevos Valores del Torque de Entrada Span

	Positivo	Negativo
$T_{\text{PREV SHUNT}}$ (lbs)	1726.6	-1714.7
T_{COR} (lbs)	1726.6	-1714.7
$T_{\text{IN OLD SPAN}}$ (lbs)	0.2385	0.23739
$T_{\text{IN NEW SPAN}}$ (lbs)	0.2385	0.23739

Verificación de la Calibración usando Carga de Camino Cero.

Esta prueba se realiza sin vehículo sobre el dinamómetro. Consiste en introducir el valor de cero a los coeficientes de simulación del dinamómetro (A, B y C). Por lo que el dinamómetro no simulará ninguna carga de camino. Cuando $A=B=C=0$ los rodillos no deberán acelerar ni desacelerar, se deberán mantener en una velocidad constante. Esto proporciona de manera sencilla el estado del dinamómetro para regular en forma exacta el torque. Si la velocidad se mantiene relativamente constante cuando la carga de camino es cero, el dinamómetro está correctamente calibrado y funcionando adecuadamente.

El procedimiento de verificación de la calibración es el siguiente:

1. La prueba puede inicializarse desde cualquier pantalla seleccionada desde el menú principal del dinamómetro (figura 3.1) tales como; Calentamiento, Coast Down o Pérdidas Parásitas.
2. Presione <F8> e introduzca un valor de velocidad.

3. Cuando los rodillos hayan alcanzado la velocidad deseada, presione <F7> (**ZERO RL**) para mantener constante esa velocidad.

4. Deje por unos minuto funcionando al dinamómetro, y observe la velocidad. Si ésta no se mantiene constante, el dinamómetro no ésta funcionando adecuadamente, o requiere simplemente calibración. Lo más probable es que el sistema de medición de torque no esté calibrado o que la curva de referencia de pérdidas parásitas no sea válida.

4.1 INTRODUCCION.

Con el fin de contar con material de apoyo para el personal operativo del Laboratorio de Investigación en Emisiones Vehiculares. Se presenta a continuación la metodología de operación para el sistema del dinamómetro de chasis eléctrico. De ésta manera se podrá garantizar las pruebas de muestreo y análisis de emisiones de escape en los vehículos automotores.

Para cumplir tal objetivo, este capítulo está organizado de tal forma que sigue una secuencia de procedimientos entre los cuales se cuentan:

- Arranque y paro del sistema del dinamómetro de chasis.
- Determinación de estado electromecánico de vehículos automotores.
- Calentamiento del dinamómetro de chasis eléctrico.
- Montaje del vehículo sobre el dinamómetro de chasis.
- Determinación de los coeficientes de fricción para el vehículo automotor (simulación de la carga de camino e inercia).
- Proceso de evaluación de emisiones contaminantes en vehículos automotores.

4.2 ARRANQUE Y PARO DEL SISTEMA DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS ELECTRICO.

Tiene como objetivo principal llevar a cabo el proceso de energizar, estabilizar y desactivar los equipos que constituyen al sistema del dinamómetro de chasis eléctrico. Debemos tener en cuenta también, que representa una seguridad el conocer la forma correcta del encendido/apagado del equipo. Hay que tener presente que los rodillos del dinamómetro pueden ser activados más de una forma.

A continuación se describe el procedimiento de arranque del sistema:

1. Del gabinete principal de control, girar el interruptor principal que se encuentra frente a él, hasta la posición "ON" y espere cinco segundos.
2. Gire el interruptor de dos posiciones denominado <BUS POWER> a la posición "ON", de tal forma que se encienda la luz color naranja indicando que el dispositivo está activado, esperar cinco segundos hasta que las pantallas de los tres módulos que están dentro del gabinete se enciendan "888888". Posteriormente presione el botón <RESET> de color cristal, cuando se energice se prenderá una luz color verde.
3. Encender el CDC-900, oprimiendo el seguro metálico y girando la manija color negro que se ubica en la parte frontal del gabinete de la posición "OFF" a la posición "ON".
4. Encender la computadora RTM-200, en cuanto se sincronice con el módulo CDC-900 aparecerá el mensaje "Parámetros Enviados" (*DONE SENDING PARAMETERS*).
5. Dejar estabilizar el equipo por un período mínimo de treinta minutos.
6. Cuando se vaya a iniciar la prueba, presione el botón <START> del gabinete CDC-900 o bien de la botonera principal, para habilitar el contactor.

Dentro de las posibles fallas que se pueden presentar al momento de energizar al sistema (pantallas del gabinete principal de control) se enlistan en la tabla No. 1.

El procedimiento de apagado es el siguiente:

1. Asegurase que los rodillos se encuentren en paro total. Cerrar las cubiertas de los rodillos.
2. Deshabilitar el contactor del dinamómetro, oprimiendo el botón <STOP> del gabinete CDC-900.
3. Del gabinete principal de control, gire el interruptor de dos posiciones <BUS POWER> a la posición "OFF", con esto se apagarán las indicaciones luminosas.
4. Suspender la energía del gabinete principal de control girando el interruptor principal a la posición "OFF".

Tabla No. 1
Lista de señales de posibles fallas presentes en el gabinete principal de control.

INDICACION EN PANTALLA	CARACTERÍSTICA DE LA FALLA
PH	FALLA EN LAS FASES
Gnd	FALLA DE TIERRA
INAC	FALLA EN LA LINEA DE SUMINISTRO DE ENERGIA
OC	FALLA DE SOBRECORRIENTE
OCF	FALLA DE SOBRECORRIENTE POR FASE
Hard	FALLA DEL HARDWARE
OL	FALLA DE SOBRECARGA
OSP	VELOCIDAD MÁXIMA EXCEDIDA
OH-E	TEMPERATURA ALTA DEL MOTOR
OH-C	CONTROLADOR DE TEMPERATURA
Par	PÉRDIDA DE PARÁMETROS DE CONTROL
UP	ERROR EN EL MICROPROCESADOR
DcLO	VOLTAJE DE ENTRADA BAJO
DcHI	VOLTAJE DE ENTRADA ALTO
ILO	ERROR EN EL TORQUE
Cur	FALLA EN EL SENSOR DE CORRIENTE

5. Apagar el gabinete CDC-900 oprimiendo el seguro metálico, y girando la manilla color negro que se ubica en la parte frontal del gabinete, de la posición "ON" a la posición "OFF".
6. Apagar la computadora RTM-200 seleccionando del menú principal la opción (**EXIT PROGRAM**).

4.3 DETERMINACIÓN DE ESTADO ELECTROMECAÁNICO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES.

En cuanto se presenta un vehículo, y una vez realizado el arranque de los equipos del laboratorio, es necesario determinar el estado electromecánico de los vehículos automotores que forman parte del proyecto, el objetivo es determinar las condiciones generales eléctricas y mecánicas del vehículo para evaluarlo, y saber si cumple con los requisitos necesarios para ser utilizado en las pruebas dinámicas. Para llevar acabo esta acción es necesario realizar dos tipos de inspección, las cuales son:

Inspección visual del vehículo:

- a) **El aceite lubricante:** que se encuentre limpio y dentro del nivel requerido de operación.
- b) **Filtro de aire:** tendrá que estar limpio, de preferencia nuevo.
- c) **Filtro de gasolina:** tendrá que estar limpio, de preferencia nuevo.
- d) **Bujías:** que sus electrodos no estén gastados excesivamente, que no estén carbonizados, de preferencia nuevos y que cumplan con lo especificado por el fabricante.
- e) **Cables de bujías:** que no estén quemados, deteriorados, duros o rotos.
- f) **Tapa de distribuidor:** no deberá presentar fisuras, sus contactos no deberán estar sulfatados o demasiado desgastados.
- g) **Radiador:** que su tapón esté en buen estado, que no tenga fugas, que tenga anticongelante.
- h) **Correas trapezoidales:** que no estén cuarteadas, que en el caso de las dentadas, que no les falte ningún diente.
- i) **Frenos:** deben estar en buen estado.
- j) **Tapón de combustible:** que esté en buen estado y de preferencia que sea el original.
- k) **Manguera de vacío y recirculación de gases:** no deben estar rotas, picadas u obstruidas.

Inspección física del vehículo:

- a) **Las neumáticos:** no deben presentar desgaste excesivo, cuarteaduras, roturas, revestaduras, las llantas que van montadas en el dinamómetro deben ser iguales en cuanto altura, ancho y dibujo.
- b) **El tubo de escape:** no debe tener fugas.
- c) **Alineación y balanceo:** verificar que no se "jale" el vehículo o rechinen los neumáticos, preferentemente realizarle este servicio al vehículo antes de traerlo a prueba.
- d) **Suspensión:** que no truene al dar vuelta o pasar un tope, que el volante no tenga juego.
- e) **Sistema de luces:** que todas las luces funcionen bien, cuartos, stop, direccionales, frenos, luces en alta y baja
- f) **Ventilador de radiador:** revisar que funcione correctamente.

4.4 CALENTAMIENTO DEL DINAMÓMETRO.

En un dinamómetro convencional (sin baleros motorizados), la fricción de los baleros mecánicos tiende a disminuir, y finalmente estabilizarse, mientras la máquina esta continuamente operando. Prácticamente todas las operaciones del dinamómetro requieren que la fricción se estabilice. El procedimiento de calentamiento (*WARW UP*) en un dinamómetro convencional tomaría alrededor de 20 minutos, dependiendo de la temperatura inicial, el tipo de lubricante usado, y las características de los baleros por si mismos. Para el caso del dinamómetro de chasis eléctrico Horiba 48", no requiere de calentamiento, ya que esta equipado con baleros motorizados. Estos últimos se encargan de controlar la velocidad de los baleros y de los rodillos, eliminando la fricción que se presenta.

Aunque el dinamómetro de chasis eléctrico no requiera de un calentamiento, el sistema Horiba 48" viene equipado con esta herramienta. Las ventajas son:

- Estabilizar la fricción.
- Verificar la operación de los baleros motorizados.
- Permite al operador definir el criterio para la estabilización de la fricción, es decir, fijar en que momento se requiere la calibración del dinamómetro.
- Proporciona al operador información en tiempo-real del progreso del calentamiento.
- Permite al operador calentar el vehículo antes de iniciar alguna otra prueba.

Antes de referirnos al procedimiento, es necesario describir la pantalla de calentamiento "*WARM UP*" (figura 4.1).

- **Hora (TIME):** horas, minutos, segundos. Este tiempo se actualiza cada segundo durante el calentamiento.
- **Fecha (DATE):** día, mes, año. El archivo contiene la fecha de cuando se realizó el calentamiento.
- **Sensor de fuerza del torque (TORQUE SENSOR FORCE):** esta es la fuerza a la salida de la celda de carga, presente en la superficie de los rodillos.
- **Sensor de potencia del torque (TORQUE SENSOR POWER):** esta es la potencia (HP ó KW) consumida por el dinamómetro para contrarrestar la fricción medida por la celda de carga.

- **Velocidad (SPEED):** esta es la velocidad de los rodillos in mph ó km/hr.
- **Tiempo transcurrido (ELAPSED TIME):** la duración del calentamiento en minutos:segundos.
- **Pérdidas (LOSSES):** son los valores graficados en la pantalla de calentamiento. Estos son graficados continuamente mientras se ejecuta la prueba de calentamiento.
- **Frenos (F4=BRAKE), Cubiertas (F5=COVER), Andamios (F6=CRADLE), Dirección (DIRECTION=FWD):** el estado de éstos es continuamente desplegados durante el calentamiento. Ellos son controlados desde la computadora RTM-200 o a través de la microterminal CTM-250G.
- **Velocidad de calentamiento (WARM UP SPEED):** normalmente se fija en 50 mph. La velocidad de calentamiento pueda cambiarse a través de la pantalla de parámetros del programa (*PROGRAM PARAMETERS SCREEN*).
- **RELATIVE OFFSET:** es la fricción que se presenta en la superficie de los rodillos a la velocidad de calentamiento.
- **Grabación de pérdidas (LOSS REC):** es el número de identificación de la curva activa de pérdidas parásitas.
- **Comentarios (COMMENT):** permite capturar un breve comentario durante el calentamiento.

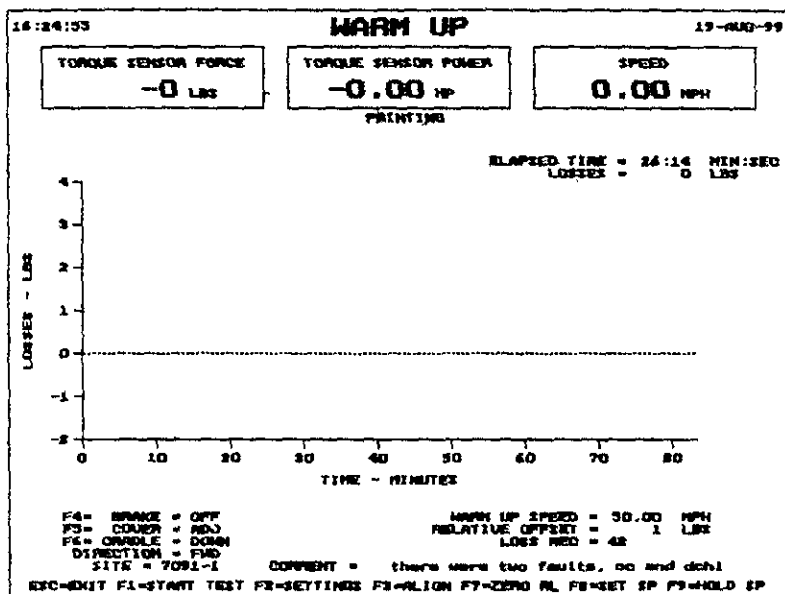


Figura 4.1 Pantalla de Calentamiento.

El procedimiento de calentamiento se tendrá que realizar todos los días antes de iniciar cualquier prueba en el dinamómetro, y a continuación se describe:

1. Seleccione del Menú Principal la opción calentamiento (**WARM UP**).
2. Asegúrese que no existe ningún mensaje de precaución (se identifica por las letras en color rojo, parpadeando en la parte superior de la pantalla de calentamiento).
3. Revise en esta misma pantalla las siguientes indicaciones:

<F4> BRAKE-frenos	----- (OFF)
<F5> COVER-cubiertas	----- (ON)
<F6> CRADLE-andamios	----- (DOWN)
"DIRECTION" dirección	----- (FWD)

En caso contrario, oprimir las respectivas teclas para cambiar las indicaciones.

4. Presione <F1> para iniciar la prueba. En cuanto la computadora determine que la fricción es estable, aparecerá el mensaje "**DYNO IS WARM**" en la parte superior de la pantalla.

Nota: En caso de aparecer alguna falla en el sistema (parte superior de la pantalla), presione dos veces <Esc> para abortar la prueba, y solucione el problema antes de volver a inicializar el calentamiento.

5. Presione <F2> para introducir algún mensaje, y <Enter>.
6. Presione <F1> para dar por terminada la prueba. Observe que los rodillos continuarán girando, hasta que presione <Esc> ó <F8>, <Enter>
7. Para poder salir de la pantalla de calentamiento (**WARM UP**), presionar <Esc>.

4.5 MONTAJE DEL VEHÍCULO DE PRUEBA SOBRE EL DINAMÓMETRO PARA EL INICIO DE PRUEBAS DINÁMICAS.

En este punto se establecen los pasos a seguir para colocar el vehículo de prueba sobre el dinamómetro de chasis para iniciar las pruebas correspondientes. Para la colocación del vehículo se puede utilizar la microterminal CTM-250G, o la computadora RTM-200 (dentro de cualquiera de sus pantallas; calentamiento, pérdidas parásitas, etc.).

El procedimiento de montaje del vehículo es el siguiente:

1. El vehículo debe estar en condiciones de prueba, es decir debió ser aprobado en el diagnóstico electromecánico.
2. Presionar el botón **<STOP>**, que se ubica en el frente del gabinete CDC-900.
3. Accionar las cubiertas de los rodillos (abrirías):
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón **<COVER ON/OFF>**. Cuando las cubiertas están abiertas, la luz del botón se encenderá.
 - b. Desde el RTM-200: presione **<F5>**.
4. Accionar los mecanismos de centrado (**CRADLE**):
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón **<CRADLE UP/DOWN>**. Cuando los mecanismos están accionados, este botón se ilumina.
 - b. Desde el RTM-200: presione **<F6>**. Se desplegará el mensaje "**CRADLE =UP**".
5. Colocar los neumáticos de tracción motriz del vehículo sobre los rodillos del dinamómetro, y dejarlo en posición neutral. Incrementar la presión a los neumáticos a 40 lb.
6. Presionar el botón **<START>**, que se ubica en el frente del gabinete CDC-900.
7. Alinear los neumáticos de tracción motriz en los rodillos del dinamómetro:
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón centrar **<CENTERING START/STOP>** e introducir el peso vehicular de prueba, y finalmente **<Enter>**.
 - b. Una luz permanente se mostrará en el botón centrar, mientras los rodillos se encuentren girando.
8. Cuando el vehículo se encuentre centrado, detener los rodillos:
 - a. Del CTM-250G: presione el botón centrar **<CENTERING START/STOP>**. los rodillos se detendrán y la luz se apagará.
9. Cubrir la parte expuesta de los rodillos con las cubiertas:
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón **<COVER ON/OFF>**. Cuando las cubiertas se están ajustando, la luz del botón se mantendrá encendida.
 - b. Desde el RTM-20: presione **<F5>**. Se desplegará el mensaje "**COVER=SET**".

10. Sujetar el vehículo con todos los dispositivos de seguridad, incluyendo el freno de mano (figura 4.2).
11. Desactivar los mecanismos de centrado (**CRADLE**):
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón <CRADLE UP/DOWN>. Cuando los mecanismos estén desactivados, la luz se apagará.
 - b. Desde el RTM-200: presione <F6>. Se desplegará el mensaje “**CRADLE =DOWN**”.
12. Colocar y fijar la manguera de fibra de vidrio o metálica en el tubo de escape del vehículo según sea el caso.
13. Colocar el ventilador frontal a una distancia aproximada de 12 pulgadas (30.5 cm) del vehículo, y abrir el cofre.

El procedimiento para remover el vehículo es el siguiente:

1. Asegurarse que los rodillos se encuentren en paro total.
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón <BRAKE ON/OFF>. Cuando los frenos están accionados, este botón se ilumina.
 - b. Desde el RTM-200: presione <F4>.

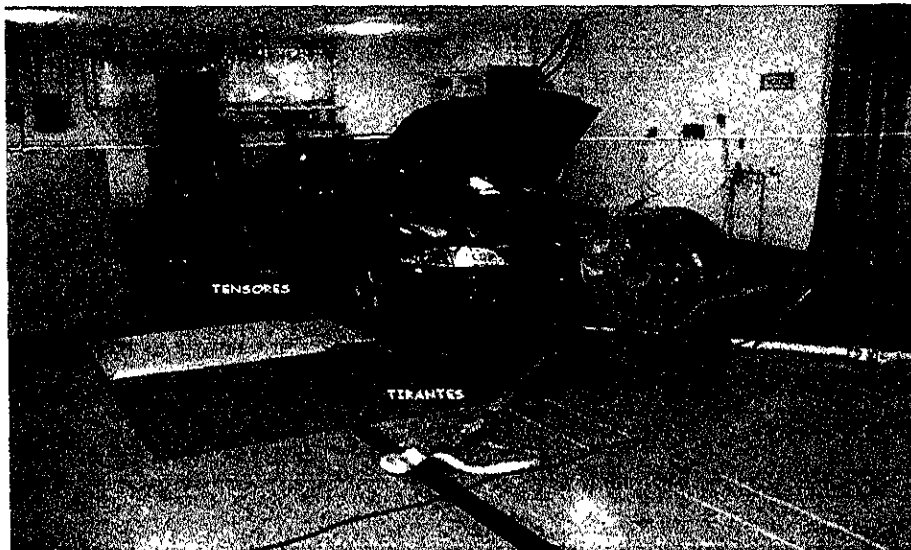


Figura 4.2 Montaje del vehículo sobre el dinamómetro.

3. Accionar las cubiertas de los rodillos (abrir las):
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón <COVER ON/OFF>. Cuando las cubiertas están abiertas, la luz del botón se encenderá.
 - b. Desde el RTM-200: presione <F5>.

4. Accionar los mecanismos de centrado (**CRADLE**):
 - a. Desde el CTM-250G: presione el botón <CRADLE UP/DOWN>. Cuando los mecanismos están accionados, este botón se ilumina.
 - b. Desde el RTM-200: presione <F6>. Se desplegará el mensaje “**CRADLE =UP**”.

5. Presionar el botón <STOP>, que se ubica en frente del gabinete CDC-900.

6. Desplazar los dispositivos de seguridad que sujetan al vehículo, incluyendo el freno de mano.

7. Desactivar los mecanismos de centrado (repetir el paso 4).

8. Remover el vehículo de los rodillos.

9. Cerrar las cubiertas de los rodillos (repetir paso 3).

4.5 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE FRICCIÓN PARA LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES (SIMULACIÓN DE LA CARGA DE CAMINO E INERCIA).

Cuando un vehículo circula a través de un camino, está sujeto a fuerzas debidas a la interacción vehículo/medio ambiente que se oponen a su avance. La interacción vehículo-medio ambiente genera la resistencia al avance –contacto neumático/calzada- y la resistencia aerodinámica –contacto vehículo/atmósfera-. La gravedad –cuando el vehículo está inclinado- y la fuerza de inercia –opuesta a la aceleración- se deben a la masa del vehículo. La magnitud de estas fuerzas varía de acuerdo a la velocidad. Estas fuerzas se conocen como Carga de Camino (**Road Load**) y pueden ser expresadas en términos de una fuerza friccional.

Estas fuerzas están esquematizadas en la figura 4.3.

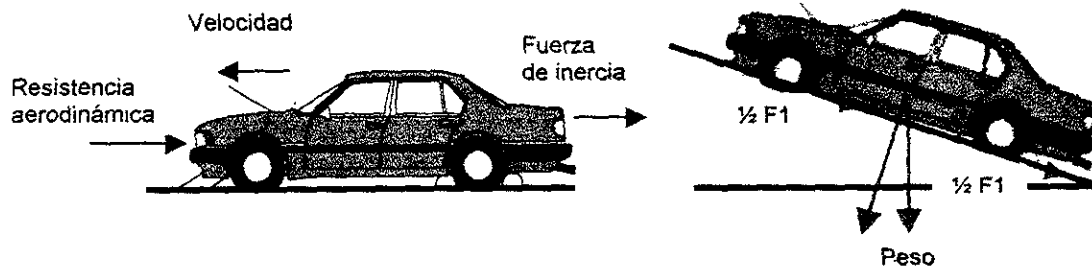


Figura 4.3 Representación de las fuerzas que se oponen al avance de un vehículo.

Cuando la carga se mide en el camino, los datos resultantes son generalmente reunidos en una tabla, relacionando velocidad y fuerza. Para cada velocidad corresponde una medida de fuerza friccional. Es usual generar una curva a través de los datos obtenidos de fuerza & velocidad para definir la carga de camino que empleará el vehículo.

Para simular la resistencia al avance de un vehículo, el dinamómetro de chasis eléctrico emplea tres coeficientes, generados a partir de los datos obtenidos de fuerza & velocidad.

La forma de la curva que se genera es la siguiente:

$$Fricción = A + BV + CV^2.....Ec. 1$$

Donde:

- V Es la velocidad del vehículo (mph)
- A Tiene unidades de lbs
- B Tiene unidades de lbs/mph
- C Tiene unidades de lbs/mph²

En este caso; la fricción, A, B, y C son medidas en unidades de fuerza a una determinada velocidad. Por lo general la velocidad empleada es de 50 mph, y la unidad de fuerza es HP@50. Un HP@50 es igual a 33.362 N o 7.5 lbs. Esta es la fuerza que, aplicada a un objeto en movimiento (50mph) en la misma dirección a la fuerza, generará exactamente 1 HP. Quiere decir que si un vehículo nene una carga de camino de 10HP@50, significa que para mantener una velocidad de 50 mph sobre el camino, deberá suministrarse 10HP para contrarrestar la fricción de la carga de camino que actúa sobre el vehículo.

Es importante tener presente la diferencia entre los coeficientes de fricción empleados por el sistema; los coeficientes "*Dyno-setting ABC*" se emplean para simular la carga de camino, y los coeficientes "*Highway ABC*" (o *Target ABC*) describen la fricción existente en el camino en forma real.

La inercia es una propiedad de toda materia. Cuando la materia no está en movimiento, la inercia impide cualquier intento para ponerse en movimiento. Cuando la materia está en movimiento, la inercia impide cualquier intento para alterar ese movimiento.

El concepto de inercia es fundamental para el dinamómetro, en donde se conoce a la inercia total del vehículo en la carretera como inercia del camino "*Highway Inertia*". Existen tres componentes principales para esta inercia:

1. Peso bruto vehicular.
2. La inercia rotacional de los neumáticos donde se presenta la tracción, incluyendo los ejes.
3. La inercia rotacional de los neumáticos donde no se presenta la tracción, incluyendo los ejes.

Cuando el vehículo circula a través del camino, los tres componentes se hacen presentes. Cuando el vehículo se encuentra montado sobre el dinamómetro, solo el componente dos se encuentra activo. El dinamómetro deberá simular las otras dos. Por esta razón, el valor de la inercia suministrado al controlador del dinamómetro con el propósito de simular el camino, deberá comprender solo los componentes 1 y 3. La inercia simulada por el dinamómetro en este caso se denomina "*Dyno-setting Inertia*".

Por lo tanto, para realizar la simulación del camino se requerirá tomar en cuenta los siguientes parámetros: el peso vehicular de prueba, la inercia del camino (*Highway Inertia*), y la inercia simulada por el dinamómetro (*Dyno-setting Inertia*).

El programa de la computadora RTM-200, permite al operador ingresar los tres parámetros descritos anteriormente. Si solo se conoce el peso vehicular de prueba, es posible generar los otros dos mediante la siguiente suposición:

- a) La inercia simulada por el dinamómetro (*Dyno-setting Inertia*) es 1.5% más grande que el peso vehicular de prueba.

b) La inercia del camino (*Highway Inertia*) es 3% más grande que el peso vehicular de prueba.

Para introducir los datos del vehículo a la base de datos de la computadora RTM-200, se requiere proceder mediante los siguientes pasos:

1. Seleccionar del menú principal la opción menú de base de datos (*DATABASE MENU*), y elegir clases de vehículos (*CLASSES DEFINITION FORM*) figura 4.4.
2. Introducir el nombre, número o clase de vehículo.
3. Seleccione el sistema de medición en la cual desea trabajar, para calcular los coeficientes A, B, C. El sistema nos permite escoger tres, y se pueden seleccionar mediante las teclas L, H, y N:

L (U. S. #1)	=	lbs, lbs/mph, lbs/mph ²
H (U. S. #2)	=	<u>HP@50</u>
N (Métrico)	=	N, N/(km/h), N/(km/h) ²

4. Ingrese el valor de la inercia simulada por el dinamómetro (*Dyno-setting Inertia*) para el vehículo de prueba, considerando las unidades de medición seleccionadas en el paso anterior. Si se conoce, ingrese el peso y la inercia del camino para el vehículo. En caso contrario, la computadora podrá calcular dichos valores, a partir del valor del "Dyno-setting Inertia".
5. Ingrese los valores de los coeficientes de fricción "*Dyno-setting ABC*" en la columna "DYNO". Si no se conocen, podrán calcularse usando el método matemático "Mears Model", en el cual se consideran características físicas propias del vehículo. Para ello, presione <F1>.
6. También existe otro método para calcular los coeficientes "*Dyno-setting*", el cual consiste en conocer los coeficientes "*Target ABC*", y a partir de éstos derivar los coeficientes "*Dyno-setting*". Para ello, presione <F2>.

ESTA TESTS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CLASS DEFINITION FORM

Class Name	HEAVY	WT	WIND	TARGET
Typical Normal	6000 LBS	A	75.00	A 1.00
Vehicle Weight	1211 LBS	B	15.00	B 3.0000
Vehicle Weight	3000 LBS	C	73.00	C 0.0000
Total Vehicle Weight	6290 LBS			Actual HP# 52.5 Y

Class Name	Units	Id	Weight	A	B	C
LSM4PH	3045	3000	3090	29.23	1.0860	0.07290
HP#150	3045	3000	3090	3.9110	1.0070	24.633
N44S	1381	1361	1402	130.4700	12.3060	1.6450
MKMM				130.4700	1.0000	0.12692

F1 Calc Done F2 Calc Ygr ALT-D Del Rec PgDn Next PgUp Prev Home F-11 End Last

Figura 4.4 Formato para definir la Clase de Vehículo.

Para entender mejor los métodos de cálculo, a continuación se describen cada uno de ellos en forma detallada.

Método Mears.

Este método de cálculo nos permite conocer los coeficientes de fricción “*Dyno-setting A,B,C*”, a partir de las características físicas del vehículo como son:








- Peso vehicular de prueba.
- Tracción delantera/trasera.
- Altura.
- Ancho.
- Peso de los neumáticos donde no se presenta la tracción.
- Coeficiente aerodinámico.

Las ecuaciones empleadas para el cálculo, son el resultado de una serie de pruebas con vehículos de diferentes pesos y dimensiones, dando como resultado la derivación de las ecuaciones para definir los coeficientes, para el sistema U.S. #1 son: el coeficiente A se obtiene dividiendo el peso de los neumáticos donde no se presenta la tracción (lbs) entre 80. El coeficiente B se deriva a partir de dividir A entre 200. Y el coeficiente C multiplicando la altura (in), ancho (in), coeficiente aerodinámico del vehículo, el resultado dividido entre 73,125. De manera particular, es este el sistema de unidades que se empleará en el Laboratorio de Emisiones.

El peso de los neumáticos donde no se presenta la tracción, se considera como el 38% del peso vehicular de prueba, para vehículos de tracción frontal. En el caso de vehículos de tracción trasera, se considera el 55% del peso vehicular de prueba.

El coeficiente aerodinámico se define como la resistencia que ofrece el aire al movimiento del vehículo. Este coeficiente varía según la velocidad y a la superficie del perfil del vehículo. En la tabla No. 2, se enlista algunos coeficientes aerodinámicos dependiendo del tipo de vehículo.

Tabla No. 2
Coeficientes Aerodinámico de Vehículos Automotores.

TIPO DE VEHÍCULO	COEFICIENTE AERODINAMICO
	0.5.....0.7
	0.5.....0.6
	0.4.....0.55
	0.3.....0.4
	0.2.....0.25
	0.23
	0.15.....0.20

Datos obtenidos "Motor Vehicle Dynamic".

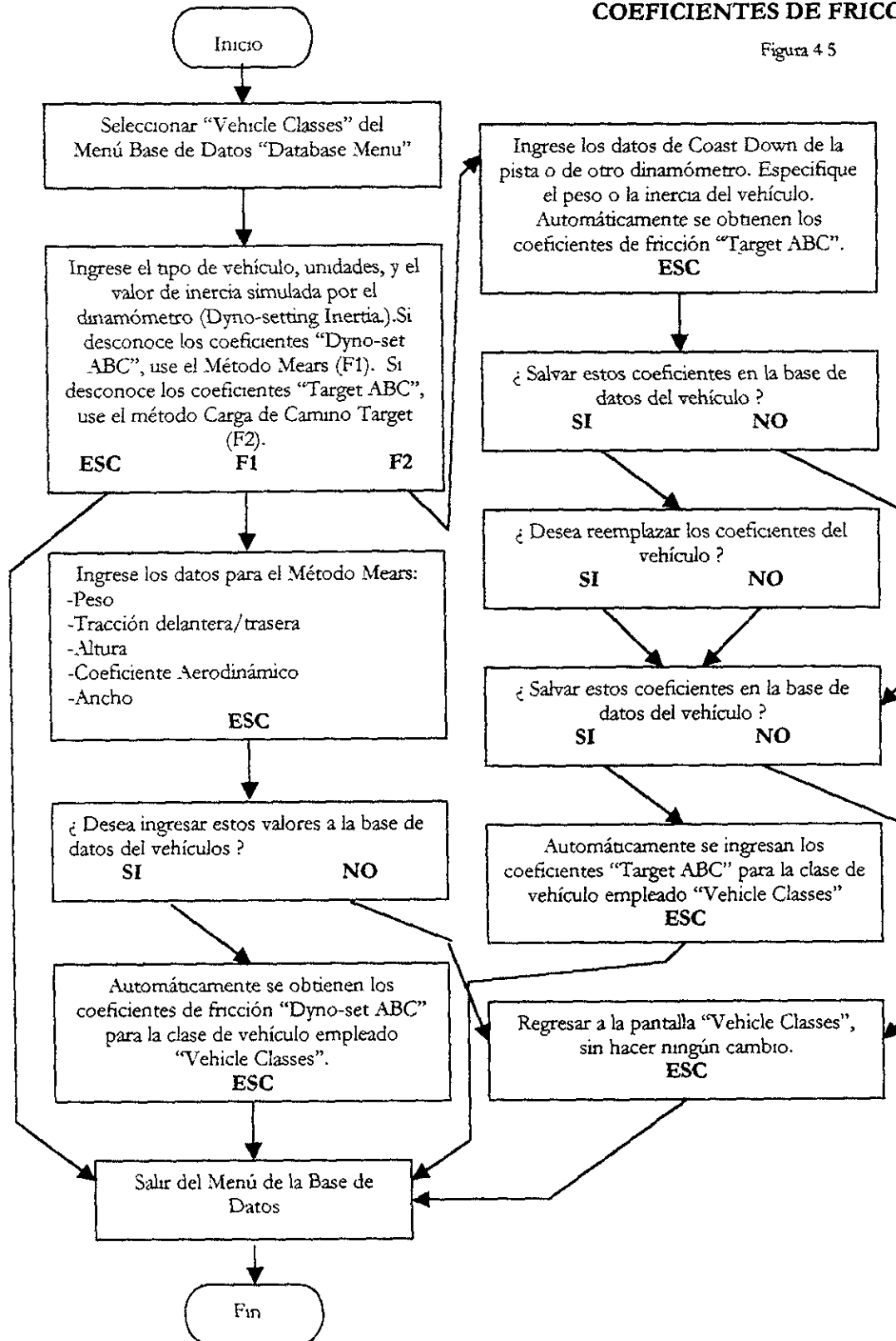
Carga de Camino "Target ABC".

Este método consiste en ingresar los tiempos requeridos para desacelerar el vehículo entre dos velocidades (*Coast Down*), para ello se necesita haber corrido el vehículo en otro dinamómetro de chasis para contar con los datos reales. En forma sencilla, lo que realiza la computadora, es calcular la fuerza, potencia y los coeficientes "Target A,B,C" a partir de las velocidades alta/baja (*Coast Down*), tiempo, y la inercia del camino "*Highway Inertia*" ingresados por el operador.

En forma esquemática, se presenta la metodología para el cálculo de los coeficientes de fricción.

**DIAGRAMA DE FLUJO
PARA EL CÁLCULO DE
COEFICIENTES DE FRICCIÓN**

Figura 4 5



Después de conocer los métodos de cálculo para determinar los coeficientes de fricción y a su vez la carga de camino e inercia que simulará el dinamómetro, se presenta a continuación dos tablas donde se puede apreciar respectivamente los valores empleados por un dinamómetro convencional y el dinamómetro de chasis eléctrico (tabla No. 3 y 4).

Tabla No.3
Carga de Camino para Dinamómetro Convencional.

PESO VEHICULAR (lbs)	INERCIA EQUIVALENTE (lbs)	CARGA DE CAMINO (HP@50)
1126 - 1375	1000	5.7
1376 - 1625	1500	6.1
1626 - 1875	1750	6.9
1876 - 2125	2000	7.3
2126 - 2375	2250	8.8
2376 - 2625	2500	9.4
2626 - 2875	2750	9.9
2876 - 3250	3000	10.3
3251 - 3750	3500	11.2
3751 - 4250	4000	12.0
4251 - 4750	4500	12.7
4751 - 5250	5000	13.4
5251 - 5750	5500	13.9

Datos obtenidos de "Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA); Febrero, 1991".

Tabla No. 4
Carga de Camino para Dinamómetro de Chasis Eléctrico Mca. Honba.

MARCA	PESO VEHICULAR (lbs)	INERCIA EQUIVALENTE (lbs)	CARGA DE CAMINO (HP@50)
Peugeot206	2566	2604	7.47
Peugeot306	2775	2817	7.73
Peugeot406	3560	3613	8.35
Sunfire	3125	3172	7.7
Stratus	3243	3292	8.45
Tsuru GII	2457	2494	7.30

Datos obtenidos a partir de los cálculos realizados en el IMP.

Simulación del Camino.

Durante la simulación del camino, el dinamómetro controla la fuerza tangencial aplicada por los rodillos a los neumáticos del vehículo. Si el conductor acelera, desacelera, o mantiene una velocidad constante, los rodillos procurarán simular esos cambios, de tal forma que se mantenga la interacción entre el camino y los neumáticos del vehículo.

Antes de iniciar la prueba de simulación, se requiere haber calibrado el sistema de medición de torque (capítulo 3); calentado el dinamómetro; montado el vehículo de prueba sobre el dinamómetro; y calculado los coeficientes de fricción (capítulo 4).

Es necesario, antes de referirnos al procedimiento, describir la pantalla de simulación del camino "ROAD SIMULATION" (figura 4.6).

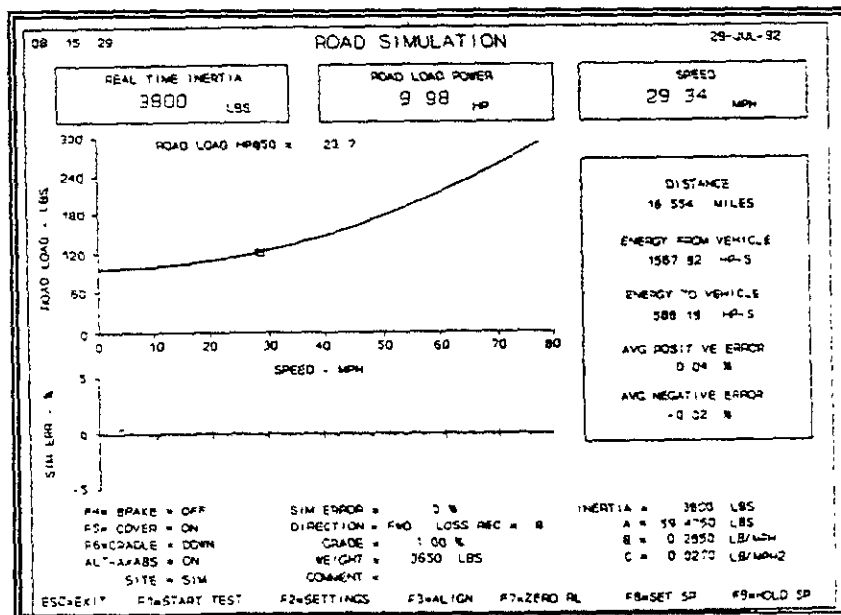


Figura 4.6 Pantalla de Simulación del Camino.

- **Hora (TIME):** horas, minutos, segundos. Este tiempo se actualiza cada segundo durante la simulación.
- **Fecha (DATE):** día, mes, año. El archivo contiene la fecha de cuando se realizó la simulación.
- **Inercia en tiempo real (REAL TIME INERTIA):** es la inercia total (mecánica más la eléctrica) que el dinamómetro está actualmente produciendo.

- **Fuerza de Carga de Camino (ROAD LOAD FORCE):** es la carga de camino, expresada en libras (lbs), Newtons (N), Caballos de Fuerza (HP), o Watts (W) que el dinamómetro esta simulando. Se deriva a partir de una curva de carga de camino, velocidad actual de los rodillos, y del grado de simulación.
- **Velocidad (SPEED):** velocidad en la superficie de los rodillos.
- **Gráfica superior (UPPER GRAPH):** despliega la curva de carga de camino simulada por el dinamómetro contra velocidad. Se genera a partir de los coeficientes de fricción “Dyno-setting ABC”.
- **Gráfica inferior (LOWER GRAPH):** despliega el porcentaje de error en la simulación contra velocidad. Es la diferencia entre la inercia simulada por el dinamómetro “Dyno-setting Inertia” ingresada por el operador y el valor de la inercia sensada actualmente por el dinamómetro.
- **Distancia (DISTANCE):** es la distancia acumulada durante la prueba.
- **Energía entregada por el vehículo (ENERGY FROM VEHICLE):** energía acumulativa (HP-s ó kJ) transferida del vehículo al dinamómetro.
- **Energía entregada al vehículo (ENERGY TO VEHICLE):** energía acumulativa (HP-s ó kJ) transferida del dinamómetro al vehículo.
- **Promedio de error positivo/negativo (AVG POSITIVE/NEGATIVE ERROR):** promedio de error durante la simulación.
- **Frenos (F4=BRAKE), Cubiertas (F5=COVER), Andamios (F6=CRADLE), Dirección (DIRECTION=FWD):** el estado de éstos es continuamente desplegados durante la simulación. Estos son controlados desde la computadora RTM-200 o a través de la microterminal CTM-250G.
- **Grabación de pérdidas (LOSS REC):** es el número de identificación de la curva activa de pérdidas parásitas.
- **Inercia, A, B, C (INERTIA, A, B, C):** valor de la inercia y los coeficientes “dyno-setting” requeridos por el dinamómetro para la simulación del camino.
- **Comentarios (COMMENT):** permite capturar un breve comentario durante la simulación.

A continuación se describe el procedimiento para realizar la prueba de simulación:

1. Seleccione del menú principal del Dinamómetro la opción “**Road Simulation**”.
2. En ella hay que verificar lo siguiente:

- <F4> Brake = OFF
- <F5> Cover = ON
- <F6> Cradle = Down

En caso contrario, oprimir las respectivas teclas para cambiar las indicaciones.

3. Presione <F2> para obtener la pantalla "**Road Simulation Parameters**". Usar <PgUp> o <PgDn> para seleccionar el vehículo de prueba. En caso de no existir datos para ese vehículo deberá realizarse el procedimiento de "cálculo de coeficientes de fricción"
4. Presione <Esc> para regresar a la pantalla "**Road Simulation**". Si no existe algún mensaje de error, presionar <F1> para iniciar la prueba, el controlador pasará del modo "**Setup Mode**" a "**Run Mode**".
5. Manejar el vehículo según el protocolo a utilizar. Se puede introducir algún comentario presionando <F2>.
6. Una vez terminada la prueba presionar <F1>, y <Y>, automáticamente la computadora guardará el archivo y el controlador regresará al modo "**Setup Mode**" listo para iniciar otra prueba.

La simulación del camino se realiza en forma automática y con alto grado de exactitud. El enfoque es muy sencillo; durante la prueba, el monitor despliega la curva de carga de camino que el dinamómetro empleará para la simulación, la velocidad actual de los rodillos y el error durante la simulación en tiempo real.

Una herramienta importante en la función de la simulación del camino, es la de desplegar en tiempo real el error en la simulación. Este error se gráfica contra velocidad a una frecuencia aproximada de dos puntos por segundo durante la prueba. Proporcionando al operador una indicación inmediata de la exactitud del dinamómetro durante la simulación. Sin esta herramienta, no habría forma directa de asegurar que la carga e inercia son simuladas correctamente.

El algoritmo de control empleado por el dinamómetro para determinar la aceleración que el vehículo tendría que lograr en el camino, y para el control del PEU tal que el vehículo se comporte en forma similar sobre el dinamómetro, se describe a continuación:

Basándonos en la ecuación básica de camino aplicada al dinamómetro (Ec. 2) y de la ecuación de los rodillos (Ec. 3). La ecuación 2 describe la carga & velocidad (A, B, C), y la inercia (M) que ha sido convertida de la aplicable en el camino por el valor directamente empleado por el dinamómetro (*Dyno-setting Inertia*). La fricción e inercia rotacional de los neumáticos donde se presenta la transmisión no se toma en cuenta, ya que son consideradas cuando el vehículo esta montando en el dinamómetro.

$$F = A + BV + CV^2 + WD + M dV_R/dt \dots \dots \dots Ec. 2$$

Donde:

F	Impulso del neumático
A, B, C	Coefficientes de fricción "dyno-setting".
WD	Peso del vehículo afectado por un gradiente.
M	Inercia simulada por el dinamómetro "Dyno-setting Inertia"
V	Velocidad en la superficie de los rodillos.
dV _R /dt	Camino equivalente a la aceleración.

$$F = a + bV + cV^2 + dV^3 + F_m + Mo dV_m/dt \dots \dots \dots Ec. 3$$

Donde:

F	Impulso del neumático.
a, b, c, d	Coefficientes de pérdidas parásitas del dinamómetro.
F _m	Carga medida por el dinamómetro.
Mo	Base Inercial del dinamómetro.
dV _m /dt	Aceleración medida por el dinamómetro.

Simplificando la ecuación 2, por F_{RL} que representa la carga de camino y el gradiente:

$$F_{RL} = A + BV + CV^2 + WD \dots \dots \dots Ec. 4$$

Y simplificando la ecuación 3, por F_f que representa las pérdidas parásitas en el dinamómetro:

$$F_f = a + bV + cV^2 + dV^3 \dots \dots \dots Ec. 5$$

Igualando las ecuaciones 2, 3 y sustituyendo las ecuaciones 4, 5:

$$F_{RL} + M dV_R/dt = F_f + F_m + Mo dV_m/dt \dots \dots \dots Ec. 6$$

Simplificando la ecuación 6, y despejando a la aceleración:

$$F_\Sigma = F_f + F_m - F_{RL} \dots \dots \dots Ec. 7$$

$$dV_R/dt = (F_T + M_0 dV_m/dt)/M \dots \dots \dots Ec. 8$$

Como se menciona al principio, el objetivo de este cálculo es el de obtener la correcta carga aplicada por el PEU (F_{PEU}). Para ello es necesario tomar en cuenta la inercia simulada eléctricamente ($M-M_0$), la carga de camino simulada (F_{RL}), y las pérdidas parásitas del dinamómetro (F_f):

$$F_{PEU} = (M-M_0) dV_R/dt + F_{RL} - F_f \dots \dots \dots Ec. 9$$

La fuerza que debe ser aplicada por el PEU, se obtiene sustituyendo la ecuación 8 en 9:

$$F_{PEU} = (F_{RL} - F_f)M_0/M + (M_0 dV_m/dt + F_m)(M-M_0)/M$$

4.6 PROCESO DE EVALUACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES A GASOLINA.

El Laboratorio de Emisiones Vehiculares está diseñado para realizar pruebas completas para la determinación de los gases regulados por la normatividad (CO, Hidrocarburos totales y NOx) en las emisiones de escape, en pruebas de laboratorio con dinamómetro de chasis y equipo de muestreo a volumen variable (CVS), siguiendo el procedimiento FTP-75 con arranque en frío. En este tipo de prueba inicialmente los vehículos se acondicionan en el laboratorio con el fin de estabilizar las condiciones iniciales de ensayo, mediante una prueba sobre el dinamómetro denominada FTP-74, correspondiente a las dos primeras fases del ciclo de manejo FTP-75. Una vez concluida dicha prueba de acondicionamiento el vehículo permanece en reposo entre 12 y 36 horas antes de realizar la prueba definitiva de muestreo, en un área destinada para este fin bajo condiciones controladas de temperatura y humedad.

La prueba FTP-75 (ciclo de manejo norteamericano realizado en la ciudad de Los Angeles en el año de 1975) consta de tres etapas. Una etapa en frío (*cold transit*) de 505 segundos, una etapa de estabilización (*stabilized phase*) de 867 segundos, un reposo (*shut down*) de 600 segundos y una fase caliente (*hot phase*) de 505 segundos con velocidades promedio de 35 km/hr y una máxima velocidad de 92 km/hr (figura 4.7). El sistema de muestreo de emisiones de escape atrapa los gases de la combustión y los diluye con aire a un volumen determinado. Durante el desarrollo de la prueba se captura una porción de los gases diluidos en bolsas especiales de Tedlar, para posteriormente analizar

su concentración y mediante un balance de materia determinar la masa emitida de cada contaminante en gramos por kilómetro.

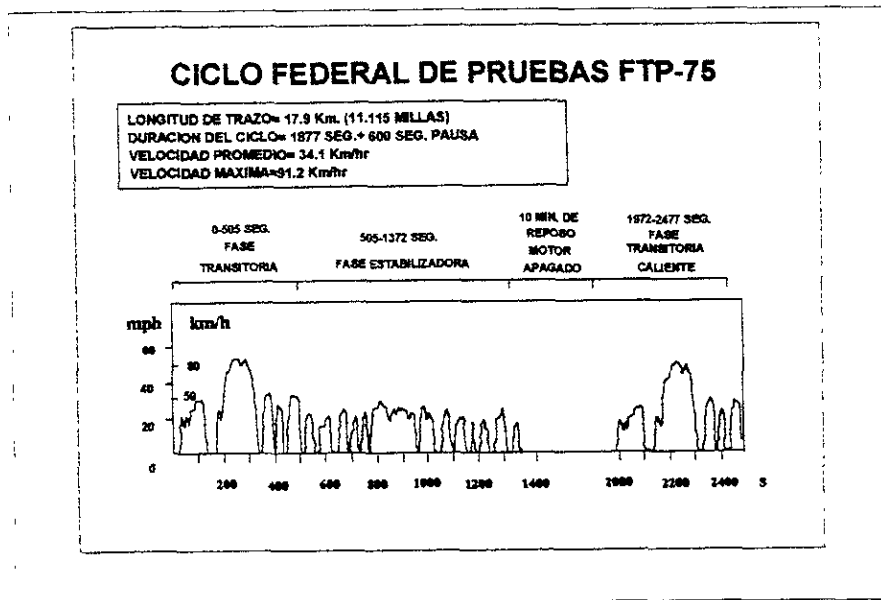


Figura 4 7 Ciclo de Manejo FTP75.

Durante la prueba, se coloca un ventilador externo encargado de refrigerar el motor, el cual se ubica firmemente a una distancia de 12 pulgadas (30.5 cm) del vehículo. La idea de colocar el ventilador se debe a que, como el vehículo se encuentra rodando durante la prueba pero no en movimiento, el motor puede llegar a calentarse más allá de las condiciones normales de operación, lo cual repercute en los resultados y en un posible daño al motor.

Los sistemas de muestreo y análisis esta completamente automatizados para efectuar la calibración, selección de rangos, análisis, determinación de volumen de muestreo, balance de material y reporte de resultados.

Las pruebas para la determinación de emisiones se llevará a cabo en el dinamómetro de chasis eléctrico marca Horiba, modelo LDV-48-86. Igualmente se utiliza un equipo para muestreo a volumen variable (CVS), para variar la relación de dilución y una T de mezclado, equipo que permite tomar la muestra del ambiente para hacer la dilución con los gases de escape. El sistema está acoplado a un panel de análisis para cuatro gases (CO, CO₂, hidrocarburos y NO_x) cuyas técnicas están basadas en los procedimientos de prueba del *Code of Federal Regulations 86.132-90, 86.135-82* de los Estados Unidos de Norteamérica y la *Norma Oficial Mexicana NMX-AA-II-1993* (figura 4.8).

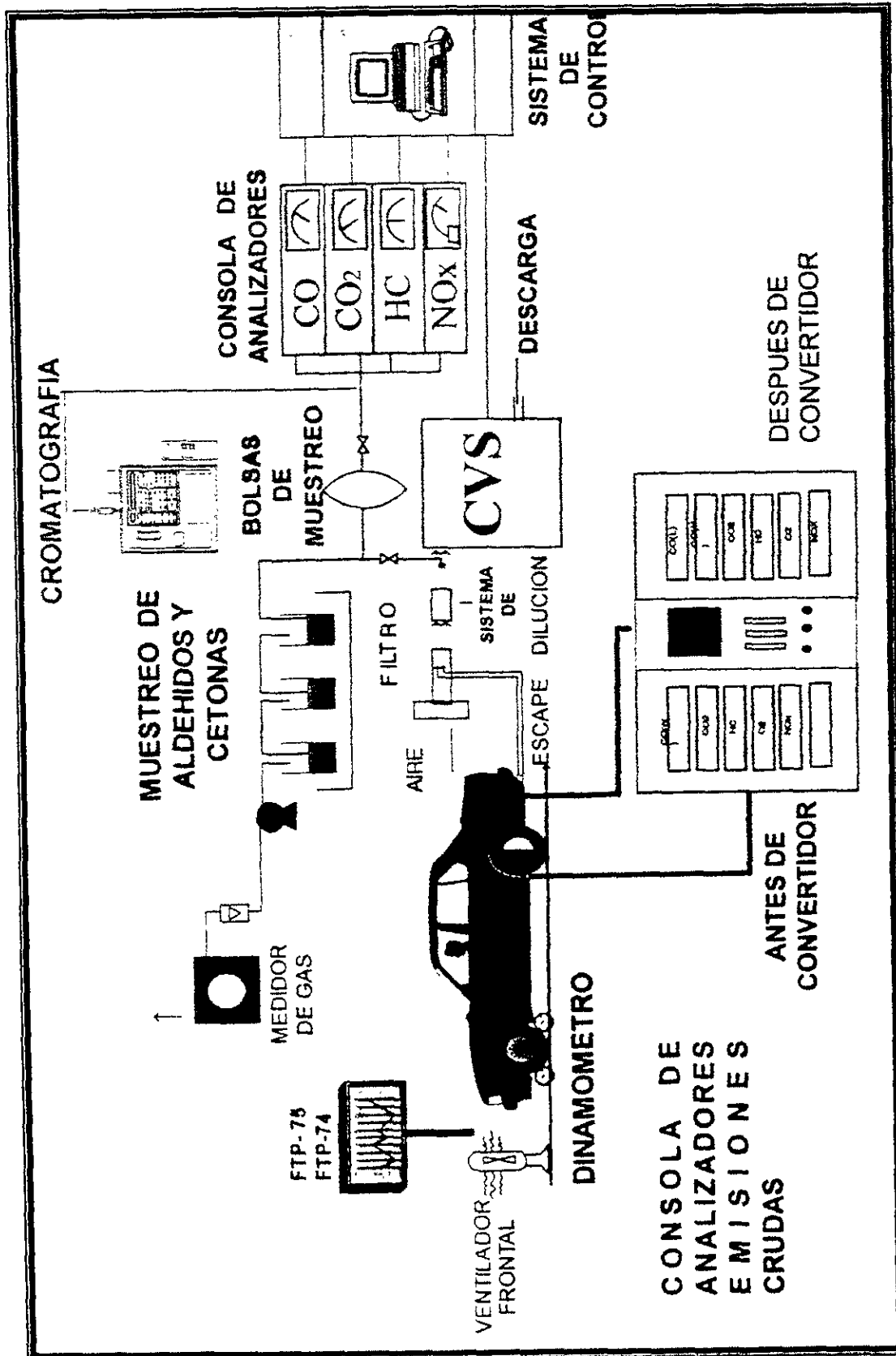


Figura 4.8 Muestreo y Analisis de Emisiones en Vehiculos con motor a gasolina.

CAPITULO 5

REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO

5.1 CONCEPTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

La seguridad es algo inherente a la industria y la inquietud por ella surge antes de que la industria o producción estén en operación, esto implica desde la elección del sitio, diseño de planta y equipos.

Es por eso que la seguridad está implícita o explícitamente presente en el pensamiento y en las realizaciones de todos los técnicos, supervisores y directivos de las industrias.

Las técnicas de seguridad serán aplicadas por los técnicos de esta disciplina en un sinnúmero de lugares, es decir, en todo sitio donde por causas evitables puedan producirse accidentes.

Pero de cualquier manera se pueden distinguir diversas técnicas entre las cuales mencionaremos como aplicables a toda industria las siguientes:

a) Seguridad Personal.

Comprende el estudio e implantación de los medios y métodos de protección de los operarios en sus lugares o puestos de trabajo. Incluye protecciones de máquinas, máscaras de distintos tipos, lentes, caretas, trajes especiales, guantes, etc.

b) Estudio y Estadísticas de Accidentes.

Tienen por objeto prevenir su repetición. Se buscará la causa que lo ha ocasionado, la frecuencia con que se produce y los medios para evitarlo. Incluyen además el estudio de los costos directos e indirectos de todo accidente, horas perdidas, frecuencia por secciones y operación, etc.

c) Medicina Laboral.

Junto con el punto anterior, estudia las vinculaciones ambientales en enfermedades o accidentes profesionales. Las estrechas relaciones del cuerpo médico con la seguridad de las personas es por demás evidente.

d) Prevención de Incendios.

Comprende la determinación de las medidas de seguridad exigibles en trabajos que impliquen riesgos de incendios.

e) Lucha contra el fuego.

Comprende los métodos y medios para reducir y eliminar un foco ígneo de acuerdo a las características particulares de cada caso: agua, espumajéenos, polvos e inertes, y sus sistemas, redes y equipos. Son las técnicas aplicadas por los cuerpos de bomberos.

f) Inspección de Equipos.

Tarea realizada en toda industria bajo diversas denominaciones como Inspección Técnica, Inspección de Metales, Inspección de Equipos, tiene directa vinculación con la seguridad y en última instancia su objetivo es el funcionamiento sin riesgos de los equipos e instalaciones que trabajan con productos sometidos o no a presión y temperatura, pero cuyo deterioro, rotura o mal funcionamiento implica riesgo de accidente o siniestro.

g) Promoción y Capacitación.

Toda organización de Seguridad Industrial debe realizar constantemente y en la forma adecuada para cada caso, una labor de enseñanza y promoción entre el personal que deberá ser lo más directa y constantemente posible. De ello depende en gran parte el éxito que se tenga en la prevención de accidentes, siniestros.

5.2 CARACTERISTICAS DE LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

Se mencionarán las cualidades más importantes de las funciones de Seguridad Industrial.

a) Carácter Técnico.

La función de seguridad tiene fundamentalmente un carácter técnico. Los ingenieros de seguridad, el personal inspectivo y de apoyo, los médicos, etc., deben tener el más alto nivel y capacitación posible entre otras cosas por razones de prestigio.

Pero además los ingenieros y demás funcionarios de seguridad deben tener firmes conocimientos de la industria a su cargo, en operación y mantenimiento, con el fin de comprender y ayudar a resolver

los problemas que en todo momento se presentan, a todo nivel con los encargados de producción, reparaciones y construcción.

Es evidente que solamente una organización de seguridad tecnicada y capacitada puede ser escuchada y tomada en cuenta frente a las fuertes presiones que frecuentemente y desde luego con atendibles razones hacen otras áreas de la empresa.

Finalmente el personal de seguridad debe hacerse comprender y comprender él mismo, en cada trabajo que se realiza en la empresa, como él por qué de cada exigencia que él impone y las maneras alternativas de realizarlo sin riesgos por parte del personal y con los equipos y herramientas con que se cuenta.

b) Carácter Humano.

Se debe tener una idea cabal de la importancia del hombre como ser humano, cuidar su bienestar y salud.

Pero además debe tener conciencia de lo que éste significa para la empresa como capital humano y del costo enorme que implica su ausencia por accidentes o eventualmente su reemplazo.

c) Carácter Staff.

Las funciones de seguridad son eminentemente asesoras sin mando directo sobre el personal, capataces o supervisores.

Esto es una limitación importante pero real. El personal de seguridad fija las condiciones y autoriza, pero no ordena, controla, supervisa la ejecución.

Incluso, debe estar siempre preparado para dar sugerencias y recibirlas del personal de línea en las vías alternativas de realización de trabajos con los medios que se cuentan para ello y en cada caso particular.

d) Carácter Didáctico.

Así se llama al hecho notorio de qué seguridad debe hacerse, haciendo comprender al operario las razones por las cuales se exigen determinadas condiciones para la realización de los trabajos y los riesgos en que caen él y la empresa si no se cumplen estas condiciones.

Es bueno que se tenga conciencia de la importancia de la seguridad y que se opere, mantenga y construya con seguridad. Pero es imprescindible que haya una organización que sin menoscabar esta preocupación de todos y cada uno le dé forma orgánica.

5.3 SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DEL DINAMÓMETRO DE CHASIS ELECTRICO.

Para prevenir que las personas sean lesionadas y los equipo dañado deben cumplirse las siguientes reglas:

1. Instrucciones de Operación.

Todas las personas en este trabajo deben conocer y observar las instrucciones de operación. Se debe instruir al personal basándose en dichas indicaciones. El personal está obligado a seguir todas las reglas e instrucciones.

Nunca se debe arrancar el dinamómetro a menos de estar completamente seguro de que el área está totalmente despejada.

2. Paro de Emergencia.

Si las personas o equipo son puestos en peligro debe accionarse el botón de "Paro de Emergencia".

El dinamómetro de chasis eléctrico "Horiba" esta equipado con un circuito de paro de emergencia que permite lo más rápido posible el paro de la máquina. Se deberá tener en cuenta que debido a la inercia y velocidad de los rodillos, el tiempo de paro requerirá de algunos minutos adicionales. Se recomienda no hacer ningún reajuste a las características de respuesta y control del torque, ya que afectaría en el control de paro del equipo. Dichos parámetros solo pueden tener acceso los técnicos de la Compañía Horiba.

También se debe tener en cuenta que el circuito de paro de emergencia es totalmente independiente al Gabinete Principal de Control, por lo que el gabinete queda totalmente expuesto a daños.

3. Equipo de Seguridad.

Todos los dispositivos de seguridad deben estar siempre en acción. A menos que se especifique otra cosa, estas piezas deben ser revisadas una vez por mes para su correcto funcionamiento.

4. Dispositivos de Seguridad.

Todo los dispositivos de seguridad deben instalarse correctamente. No deben quitarse excepto cuando se le haga servicio y mantenimiento al dinamómetro.

5. Área de Trabajo y Zona Riesgosa.

No se debe entrar al área de trabajo mientras esté en funcionamiento el sistema de prueba, se debe respetar la zona marcada como riesgosa por líneas de color o por señalizaciones para evitar accidentes.

Evitar entrar al área de la fosa del dinamómetro cuando éste se encuentre trabajando, ya que existe la posibilidad de inhalar Monóxido de Carbono. Gas incoloro, inodoro que puede ser lo suficientemente peligroso para la salud.

Asegurarse previamente a la conexión del interruptor maestro y el control de voltaje que nadie esté dentro del área de trabajo del dinamómetro. El gabinete de control del dinamómetro contiene circuitos que manejan voltajes muy altos, adicionalmente utiliza capacitores que almacenan energía.

6. Personal.

El trabajo preparatorio, la operación y los trabajos de servicio y mantenimiento deben ser realizados solamente por personal calificado, cumpliendo con todas las instrucciones de seguridad.

7. Trabajo Preparatorio.

El operador es responsable de llevar a cabo de manera cuidadosa y completa todo el trabajo preparatorio y de ajuste.

Previamente a cada prueba el vehículo y los correspondientes elementos deben estar sujetos con seguridad.

8. Prueba.

Durante la prueba no debe acercarse al vehículo ni distraer al operador. Si llegará a ser necesario intervenir al dinamómetro durante la prueba, la responsabilidad recae solamente en el operador.

No deben excederse los datos técnicos establecidos en las instrucciones de operación. El vehículo no debe exceder la carga establecida.

9. Mantenimiento y Reparación.

Antes de comenzar el trabajo tomar las medidas adecuadas para prevenir que las partes del dinamómetro de chasis sean encendidas de manera accidental, o que las líneas de abastecimiento sean abiertas.

Los elementos móviles de la máquina los cuales pudieran iniciar su movimiento durante el proceso de mantenimiento deben ser bloqueados mecánicamente.

Deben observarse los intervalos de mantenimiento que se mencionan en las instrucciones de operación.

Desenergizar el sistema antes de trabajar en el equipo eléctrico, especialmente antes de abrir las puertas del gabinete de control y la cubierta de conexión del dinamómetro.

10. Ventilación.

La fosa del dinamómetro, el área de pruebas, y el gabinete de control deben estar ventiladas para extraer gases y vapores.

11. Humedad.

Todas las partes del equipo eléctrico deben estar protegidas contra la humedad.

12. El fumar, las flamas abiertas y el trabajo de soldadura están prohibidos en el área de pruebas.

13. Componentes bajo Riesgo.

Asegurarse que los cables y los tubos flexibles de las unidades no estén dañados.

5.4 CONEXIÓN A TIERRA DEL SISTEMA ELECTRICO.

Un sistema de distribución de energía eléctrica con conexión a tierra es aquel en el que por lo menos uno de los conductores o algún punto del sistema ha sido conectado intencionalmente a tierra, ya sea en forma firme y directa o a través de algún dispositivo limitador de corriente.

Los sistemas de tierras son necesarios en las instalaciones eléctricas por diferentes motivos como son:

- Seguridad del personal y de los equipos de dichos sistemas.
- Mejoramiento de la calidad del servicio, es decir, aumentar la confiabilidad de los sistemas.
- Limitar las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a fenómenos transitorios en el propio circuito o a contactos accidentales con líneas de mayor tensión.
- Estabilizar la tensión a tierra en condiciones normales de operación.

La resistencia de los elementos de interconexión entre el sistema y tierra tiene que mantenerse dentro de valores muy bajos, para sostener la efectividad de la unión a tierra. El objetivo es lograr que la diferencia de potencial permanezca tan reducida como sea posible para obtener el máximo de corriente hacia tierra en el momento dado.

En la mayoría de las instalaciones se consigue tener un buen sistema de tierras con solo enterrar directamente uno o dos electrodos, comúnmente conocidos como varillas *copper-weld* de 3.00 metros o más de longitud con diámetros variables. Los electrodos representan una parte importante del sistema de tierras ya que a través de un medio mecánico, se deriva un conductor para realizar la conexión de puesta a tierra del equipo de utilización de energía eléctrica. En el caso de la conexión a tierra del chasis del dinamómetro se empleó una varilla de 8 ft (2.43 m), y el arreglo es el siguiente (figura 5.1).

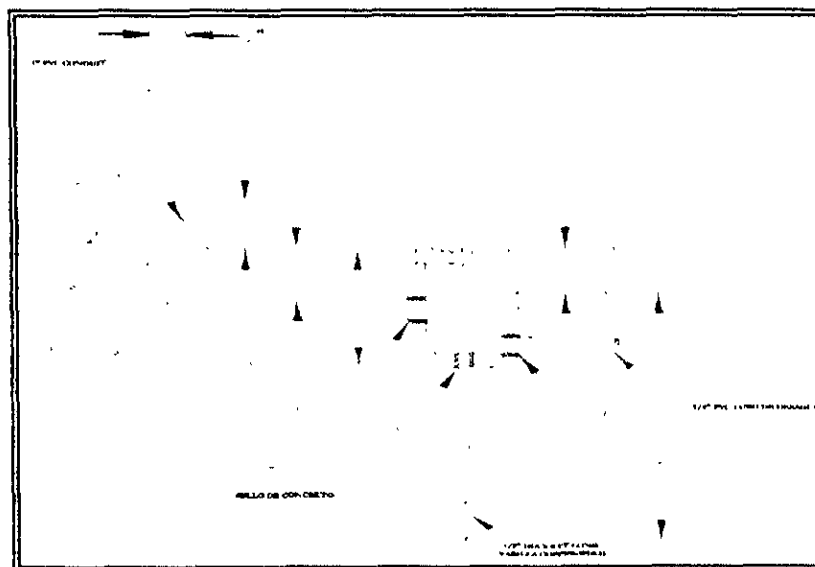


Figura 5.1 Conductor de Puesta a Tierra.

5.5 REGLAS PARA PREVENIR EL DAÑO DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

La electrostática o electricidad estática consiste en la creación, consciente o inconsciente, de altos voltajes en la superficie de un material aislante por efecto de fricción o frotamiento entre dos materiales diferentes.

La acumulación de cargas de electricidad estática en los equipos, en materiales e inclusive en el personal mismo, constituye un serio peligro en la industria. Una descarga de electricidad estática en la inmediata cercanía de materiales inflamables o explosivos, o en ambientes con estas características, puede dar origen a incendios o explosiones. Esta clase de accidentes es la causa de la pérdida de muchas vidas y de millones de pesos perdidos.

Las reglas para prevenir daños por la electricidad estática son las siguientes:

1. Los componentes semiconductores y las tabletas de circuitos impresos equipados con tales componentes deben ser manejados, procesados o probados en un lugar de trabajo, el cual debe estar protegido contra la electricidad estática.
2. Utilizar pulseras de tierra antes de manejar cualquier tableta PC o componentes con el fin de descargar la electricidad estática.
3. Usar solamente cautines de bajo voltaje y alta resistencia, y dispositivos de succión antiestáticos.
4. Debe usarse sólo equipo antiestático para transportar y almacenar componentes semiconductores, y tabletas PC en las cuales deben ser instalados.
5. Los componentes semiconductores y las tabletas PC deben ser guardados siempre en el empaque original.
6. Evitar tocar las conexiones de los componentes, las tabletas PC y el circuito guía.
7. Desconectar siempre la alimentación principal antes de cambiar las tabletas PC.

5.6 MANTENIMIENTO.

Cualquier elemento de los equipos del sistema trabajará mejor, durará más y necesitará menos mantenimiento si se le conserva limpio y correctamente lubricado. Esto es un hecho indiscutible y en máquinas que giran, como los motores, tiene particular exactitud.

El ensamble mecánico del dinamómetro de chasis eléctrico no requiere de un constante mantenimiento. Sin embargo, todas las partes móviles se desgastan con el tiempo por lo que es indispensable su mantenimiento.

Procedimiento de Mantenimiento/Inspección.

Antes de empezar el mantenimiento/inspección, los rodillos deberán estar en alto total, las cubiertas de los rodillos activadas (cerradas), y sin suministro de energía:

- a) Para desactivar las cubiertas presione "**COVER ON/OF**" desde la microterminal CT250G.
- b) Para interrumpir el suministro de energía, proceder de la siguiente manera:
 - Presione el botón "**STOP**" ubicado enfrente del gabinete CDC-900.
 - Desconectar el suministro de energía del gabinete de control "**DC BUS**" ubicado enfrente de él mismo.
 - Desconectar el suministro de energía principal del sistema, palanca negra ubicada enfrente del gabinete de control.

Limpeza del dinamómetro de chasis eléctrico.

La limpieza del dinamómetro es uno de los requerimientos básicos para su correcto funcionamiento y larga vida.

Está estrictamente prohibido el uso de lo siguiente:

- Cepillos de acero o herramientas similares las cuales dañan las superficies brillantes o barnizadas.
- Chorros de agua, chorros de vapor y agentes químicos, ya que partículas de polvo, vapor o agua penetran de igual forma dentro de los sellos, vías de deslizamiento, cubiertas y rodamientos. Los agentes químicos descomponen el lubricante y atacan la capa de barniz.

En otras palabras, la limpieza inapropiada puede conducir al mal funcionamiento, deterioro y hasta producir fallas prematuras del dinamómetro. Las partes que hay que mantener limpias regularmente son:

- Las partes lubricantes tales como cadenas, ejes, flechas, ruedas dentadas, etc., deben ser limpiadas con petróleo.
- Los rodillos deben estar libres de polvo para mantener el coeficiente de fricción.
- Las superficies de transmisión de señal de transductores sin contacto e interruptores próximos.

Otra de las cosas que se debe tener en cuenta, es la limpieza de las trincheras por donde circulan los cables de señal y de energía, con el fin de evitar problemas por causa de los roedores.

El filtro de aire ubicado en la entrada de la línea de suministro de aire deberá limpiarse o remplazarse en intervalos semestrales. Si el suministro de aire procede de un ambiente sucio, el filtro deberá revisarse más frecuentemente. Limpiar también los filtros ubicados en las mallas de acero inoxidable de los gabinetes CDC-900 y de Control por lo menos una vez al mes.

Lubricación del sistema del dinamómetro de chasis eléctrico.

- Cubiertas de los rodillos.

1. Engrasar de las cubiertas de los rodillos semestralmente usando grasa "*Mobilith #SHC-15*". Si es necesario limpiar la cadena y los engranes con petróleo antes de lubricarlos.
2. Revisar anualmente el nivel de aceite de los motores que accionan las cubiertas. Existe un tapón de lado para éste propósito. Si el nivel de aceite es bajo llenarlo con "*Lubriplate*", "*APG-90*" ó "*APG-40*" hasta que el aceite alcance el nivel del tapón.

- Mecanismo de centrado del vehículo.

Lubricar anualmente los rodamientos de unión que se encuentran al final de los cilindros de aire. Utilice grasa "*Mobilith #SHC-15*".

- Baleros Motorizados.

Antes de engrasar los baleros calentar el dinamómetro a 20 mph durante 15 min, registrar los valores de corriente de ambos baleros motorizados y del motor principal "PEU" (estas lecturas se podrán visualizar en los módulos ubicados en el gabinete principal de control). A continuación realice la prueba de pérdidas parásitas para comprobar la estado de operación de los mismos.

Detener el motor y desconectar la alimentación principal del dinamómetro. Engrasar cada uno de los baleros tanto del motor principal como de los baleros motorizados con "Mobilith #SHC-15" mientras se hace girar el dinamómetro manualmente para distribuir uniformemente la grasa en ambos lados. Observar las condiciones de la grasa que sale de los baleros (ejemplo: color y textura). Desplazar el exceso de grasa que pueda existir en los baleros, eje, etc.

Después de haber engrasado los baleros, conectar la alimentación principal del dinamómetro y realizar la prueba de calentamiento a 50 mph durante 15 min., registre los valores de corriente de los baleros motorizados. Repita el calentamiento a 100 mph durante 15 min. y volver a revisar la corriente. Esta última no deberá exceder a 13.5 Amp para los baleros motorizados y 65 Amp para el motor principal.

El intervalo de engrasado dependerá del uso que se tenga del equipo. Un dinamómetro que recorre 2000 horas por año, deberá ser engrasado mínimo cada seis meses. Un dinamómetro que recorre 4000 horas por año deberá engrasarse cada 3 meses.

El dinamómetro dispone de nipples ubicados en sitios que facilitan su acceso. Para ello se emplea un pistola engrasadora, se requiere verificar la cantidad de grasa entregada por ésta en cada bombeo. A continuación se presenta una tabla con las cantidades de grasa que se requiere para intervalos de 1000 horas, en cada uno de los baleros:

Tabla No. 1
Datos de Lubricación

Ubicación de los baleros	Oz	gramos
Baleros del motor principal (2)	1.0	28.3
Baleros internos (2) "Baleros Motorizados"	1.5	35.8
Baleros externos (2) "Baleros Motorizados"	3.0	85.1
Total de grasa/intervalo	11.0	298

Datos obtenidos de "Operation and Installation Manual Chassis Dynamometer System".

Frenos.

El programa de mantenimiento del sistema de frenado es el siguiente:

1. Revise el nivel del líquido para freno mensualmente durante los primeros dos meses después de la instalación. Si el nivel del líquido permanece estable, revisar mensualmente a partir de entonces. Si requiere de líquido utilizar "Dot 3".
2. El líquido para freno es "Higroscópico" (líquido que tiene la propiedad de absorber la humedad del aire), por lo que es un líquido muy corrosivo. Alinear el sistema de frenado cada dos años y llenarlo con nuevo líquido.
3. Después de cada paro de emergencia en la cual el mecanismo de frenado se activa, revise detalladamente los frenos de la siguiente manera:
 - Revise que las balatas del freno regresen a su posición original.
 - Verifique que no exista polvo acumulado en los frenos. Si existe, limpie con aire para desplazarlo. El exceso de polvo puede retraer por completo la función de los frenos.
4. Después de cinco paros de emergencia (por encima de 60 mph), o después de 10 paros de emergencia (por encima de 30 mph), los frenos deben ser reemplazados por completo.
5. Si el dinamómetro no se emplea por un período muy largo (meses), apagar el suministro de aire del sistema de frenado o reducirlo a una presión de 10 lbs.
6. Cuando el dinamómetro vuelva una vez más a emplearse (después del período de reposo), prosiga a hacer lo siguiente:
 - Asegurarse que la presión de aire del sistema de frenado se encuentre entre 55-58 lbs.
 - Con los rodillos en alto total, activar/desactivar los frenos por lo menos tres veces. Y repetirlo cada semana para revisar las condiciones del sistema.

Mantenimiento del motor de inducción (PEU).

A primera vista, el motor de inducción tiene tal apariencia de solidez y simpleza que sus necesidades de mantenimiento son menos-preciadas. Sin embargo, se pueden presentar defectos provocados por las siguientes causas: Sobrecargas, operación en una sola fase, humedad, desperfectos en las chumaceras y defectos en el aislamiento.

Los factores que más activamente contribuyen a la aparición de fallas en los motores de inducción son, generalmente, el polvo y la suciedad. Algunas formas de adherencias de polvo o suciedad son muy conductivas y llevan con facilidad al deterioro del aislamiento. Otro factor que interviene es la restricción de la libre ventilación que ocasionan al obstruccionar los pasos de aire conduce al sobrecalentamiento, lo que a su vez puede dar origen a fallas en el aislamiento, ocasionadas entonces por exceso de temperatura. La limpieza periódica con aire limpio y seco es por lo general suficiente para mantener las acumulaciones de polvo reducidas a un mínimo tolerable.

Uno de los enemigos naturales del aislamiento, es la humedad. Algunos tipos de aislamiento moderno presentan una resistencia razonablemente buena contra la humedad, pero por lo general es aconsejable mantener todo tipo de devanados en condiciones secas dentro de lo posible.

Las vibraciones aceleran muy seguido la formación de desperfectos en el aislamiento. Las vibraciones durante la operación pueden ocasionar el movimiento de las bobinas y resulta rupturas o el desgaste del material aislante. A medida que el motor se va volviendo viejo, el aislamiento se va resecaando también y va perdiendo por este motivo su elasticidad. Los esfuerzos mecánicos resultantes de los arranques, paros, así como los esfuerzos naturales que se desarrollan por el trabajo normal, precipitan la formación de cortocircuitos en las bobinas.

Para evitar tales problemas el sistema del dinamómetro de chasis eléctrico, cuenta con dispositivos de protección para prevenir cualquier falla en el motor; entre ellas podemos mencionar la protección térmica que se encuentra directamente conectada al estator del motor (termopar) cuya temperatura máxima de operación es de 105°C; también cuenta con un suministro continuo de aire para evitar el calentamiento y la acumulación del polvo. En caso de presentar alguna restricción en la ventilación, se cuenta con dos sensores (*Flow Air Switch*) ubicados en los extremos del motor, que activarán el paro automático de éste.

Para el caso de la vibración, como se mencionó en el capítulo 2, se cuenta con un armazón de hierro fundido y una base inercial que proporcionan un soporte rígido para aislar al dinamómetro de algunas posibles vibraciones producidas por el mismo, y de algunas fuerzas externas.

En forma general, a continuación se presenta una tabla donde se muestra el programa de mantenimiento del dinamómetro de chasis eléctrico "Horiba".

Tabla No. 2
Programa de Mantenimiento del Dinamómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACION EN EMISIONES VEHICULARES I
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL DINAMOMETRO DE CHASIS ELECTRICO

ACCESORIOS	DIARIO	QUINCENAL	MESESAL	SEMESTRAL (180 días)	ANUAL (360 días)	DOSEANOS (720 días)
FILTROS						
LIMPIAR O REEMPLAZAR EL FILTRO DEL COMPRESOR						
LIMPIAR EL FILTRO DEL GABINETE CDC-900						
LIMPIAR EL FILTRO DE LA COMPUTADORA CDC-900						
LIMPIAR EL FILTRO DEL GABINETE DEL POWER CONV						
LIMPIAR LOS FILTROS DEL GABINETE DEL CDCS-5000						
CUBIERTAS DE LOS RODILLOS						
LIMPIAR LAS BANDAS DE LOS MOTORES						
CHECAR EL NIVEL DE ACEITE DE LA CAJA DE ENGRANES						
ENGRASAR LOS ENGRANES MONTADOS SOBRE LAS CUBIERTAS						
POSICIONADORES DE CENTRADO DEL VEHICULO						
ENGRASAR LOS BALEROS DE LOS CILINDROS DE AIRE						
BALEROS DEL MOTOR PRINCIPAL						
ENGRASAR						
BALEROS MOTORIZADOS						
ENGRASAR BALEROS INTERIORES Y EXTERIORES						
FRENOS						
SUMINISTRAR LIQUIDO DE FRENO						
CAMBiar EL LIQUIDO DE FRENO						
CHECAR FRENOS						
SUMINISTRO DE AIRE						
PRESION PRINCIPAL 100 PSI						
PRESION DE FRENOS 55 PSI						
ELECTRICO						
CALENTAMIENTO						
CALIBRACION PESO MUERTO						
CALIBRACION PERDIDAS PARASITAS						
CALIBRACION AUTOMÁTICA						
COAST DOWN						
CHECAR TODAS LAS CONEXIONES DEL MOTOR PRINCIPAL						
CHECAR TODAS LAS CONEXIONES DEL POWER CONV						
CHECAR TODAS LAS CONEXIONES DEL GABINETE CDC-900						
TIRINCHERAS						
LIMPIEZA DE TIRINCHERAS						

CONCLUSIONES

Un sistema es un conjunto de dispositivos que actúan de manera conjunta para realizar una función perfectamente definida, que no podría ser llevada a cabo por alguno de los elementos que forman parte de él. Para el caso del sistema del dinamómetro de chasis eléctrico su función será la de simular de manera real, las condiciones de trabajo normal de un vehículo automotor, y de esta manera contribuir en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar y preservar la calidad del aire.

Para un alcance exacto en la simulación, el sistema cuenta con características innovadoras, entre las cuales se puede citar:

- *Baleros Motorizados.* Compensa la fricción desarrollada en la operación de los baleros en todos los rangos de velocidad con los que opera el dinamómetro, eliminando con ello la necesidad de la rutina de calentamiento.
- *Tecnología de conversión de potencia.* Tecnología empleada para la conversión de potencia es la PWM (Modulación por Ancho de Pulso); la cual proporciona una mayor respuesta por parte del motor principal (PEU)
- *Armazón de acero y bloque inercial de concreto.* Reduce los errores en la medición de velocidad y aceleración, resultado de la resonancia y otras vibraciones.
- *Simulación de la carga.* Esta simulación se realiza en forma eléctrica empleando para ello un motor de inducción jaula de ardilla.
- *Rodillos de acero 48" Ø.* Genera menor pérdidas por fricción, ya que solo existe un punto de contacto entre los rodillos y los neumáticos.

Para poder implementar dicho sistema, fue necesario tener presente ciertos criterios de diseño, con el fin de satisfacer las necesidades demandadas, algunos de estos criterios son:

- Contar con instalaciones equiparables a laboratorios internacionales de prestigio.
- Realizar pruebas estandarizadas y resolver problemas específicos que no se ajusten a pruebas normalizadas.
- Flexibilidad: capacidad para satisfacer todas las condiciones de prueba.
- Rapidez de respuesta: posibilidad de concentrar los medios de prueba en un mismo problema.
- Diseño modular: permitir adoptar fácilmente futuras innovaciones.
- Automatización y control: reducir al mínimo los gastos de operación, mantenimiento y poder tener el control de todas las variables deseadas.

Además de estos criterios, se consideró también las ventajas que presenta el dinamómetro de chasis eléctrico con respecto a los convencionales (simulación de la inercia mecánicamente). A continuación se presenta una tabla comparativa de estas ventajas:

DINAMÓMETRO DE CHASIS CONVENCIONAL
(Simulación de la inercia mecánicamente)

DINAMÓMETRO DE CHASIS ELÉCTRICO
(Simulación de la inercia eléctricamente)

Partes móviles

Presenta un número mayor de partes móviles. Para simular diferentes cargas inerciales, requiere de varios discos, controlados a partir de dispositivos tales como: válvulas solenoides, controladores neumáticos, baleros mecánicos.

Partes móviles

Presenta pocas partes móviles, lo cual representa mayor seguridad y menos mantenimiento. La simulación de la inercia se realiza eléctricamente en un rango de 1000-6000 lbs, sin necesidad de discos inerciales.

Incrementos de la inercia

Se ve limitado por la combinación de los discos inerciales, es decir, se tiene un valor aproximado de la inercia del vehículo.

Incrementos de la inercia

Cuando la inercia se simula eléctricamente, el operador puede ingresar el valor real de la inercia del vehículo, lo cual contribuye en una simulación más real.

Calibración de las pérdidas parásitas

El procedimiento de calibración de las pérdidas parásitas consume mucho tiempo, debido a que se requiere conocer las pérdidas para cada disco inercial, así como para la combinación entre éstos.

Calibración de las pérdidas parásitas

La calibración de las pérdidas parásitas es independiente al valor de la inercia que se esta simulando, y se ejecuta en un solo paso.

Calibración del torque

La calibración del sistema de torque se realiza únicamente a través del método estático conocido como pesos muertos "DEAD WEIGHTING", lo cual constituye un consumo de tiempo.

Calibración del torque

Para este tipo de dinamómetro también se requiere una calibración de pesos muertos, pero también cuenta con otras herramientas que permite realizar una continúa calibración en forma automática, como lo es: AUTOMATIC CALIBRATION. La base inercial y estructura de acero son también una herramienta que permite reducir errores en la celda de carga.

AUTOMATIC CALIBRATION

22-MAY-00

17:24:23

Anexo A

PRINTING

09:03:28		ARCHIVED RECORD #9		27-AUG-99	
PREVIOUS MEASURED CHANGE	OFFSET	+ SPAN	+ SHUNT	- SPAN	- SHUNT
	-0.92 LBS	0.2385	1726.6 LBS	0.2373	-1714.7 LBS
	-1.03	0.2385	1726.6	0.2373	-1714.7
	-0.11	0.0000	-0.0	0.0000	0.0

BRAKE = OFF	OFFSET READING SPEED = 5.00 MPH
COVER = ON	LOSS REC = (44)
CRADLE = DOWN	DIRECTION = FWD
SITE = 7091-1	COMMENT = CAL. HECHA 14 lbs RLFORCE
PAGE UP=PREVIOUS	PAGE DOWN=NEXT
ESC=EXIT	HOME=FIRST
	END=LAST

PARASITIC LOSSES

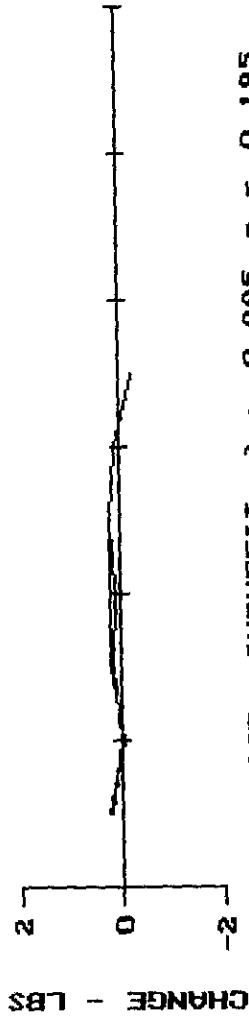
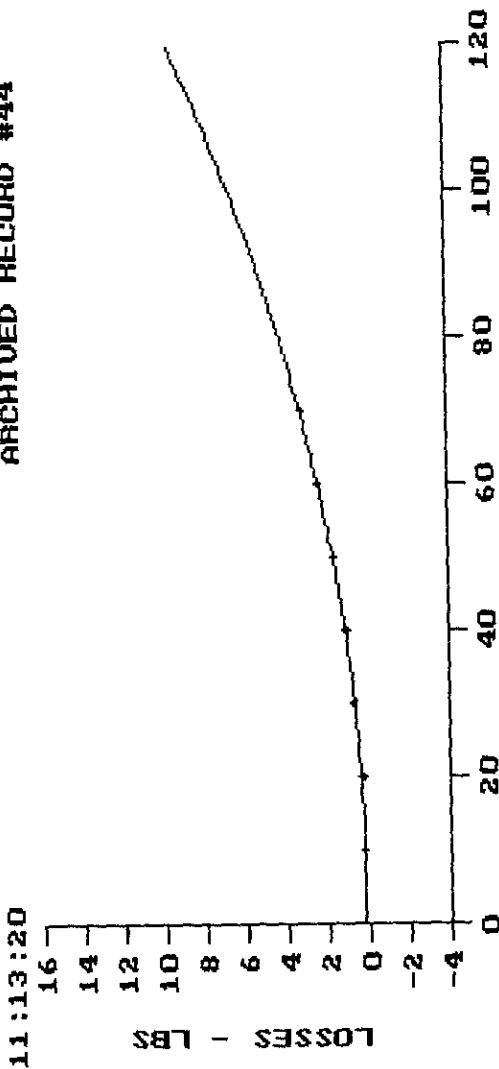
17:26:59

Anexo B

PRINTING

ARCHIVED RECORD #44

20-AUG-99



BRAKE = OFF CURVEFIT $r^2 = 0.995$ a = 0.195 LBS
 COVER = ON PREU LOSS REC = 43 b = -0.003 LB/MPH
 CRADLE = DOWN MAX BRG SPD = 67.00 c = 0.0000639 LB/MPH2
 DIRECTION = FWD d = 0.0000000 LB/MPH3
 SITE = 7091-1 COMMENT =

SPEED MPH	LOSSES LBS	CHANGE LBS
10	0.3	0.2
20	0.3	-0.0
30	0.8	0.2
40	1.1	0.2
50	1.6	0.1
60	2.4	-0.2
70	3.2	0.1
80	2.3	0.2
90	1.6	0.1
100	1.0	0.1
110	0.7	0.1
120	0.3	-0.0
130	0.2	0.2

ESC=EXIT PAGE UP=PREVIOUS PAGE DOWN=NEXT HOME=FIRST END=LAST

WARM UP

17:34:03

Anexo C

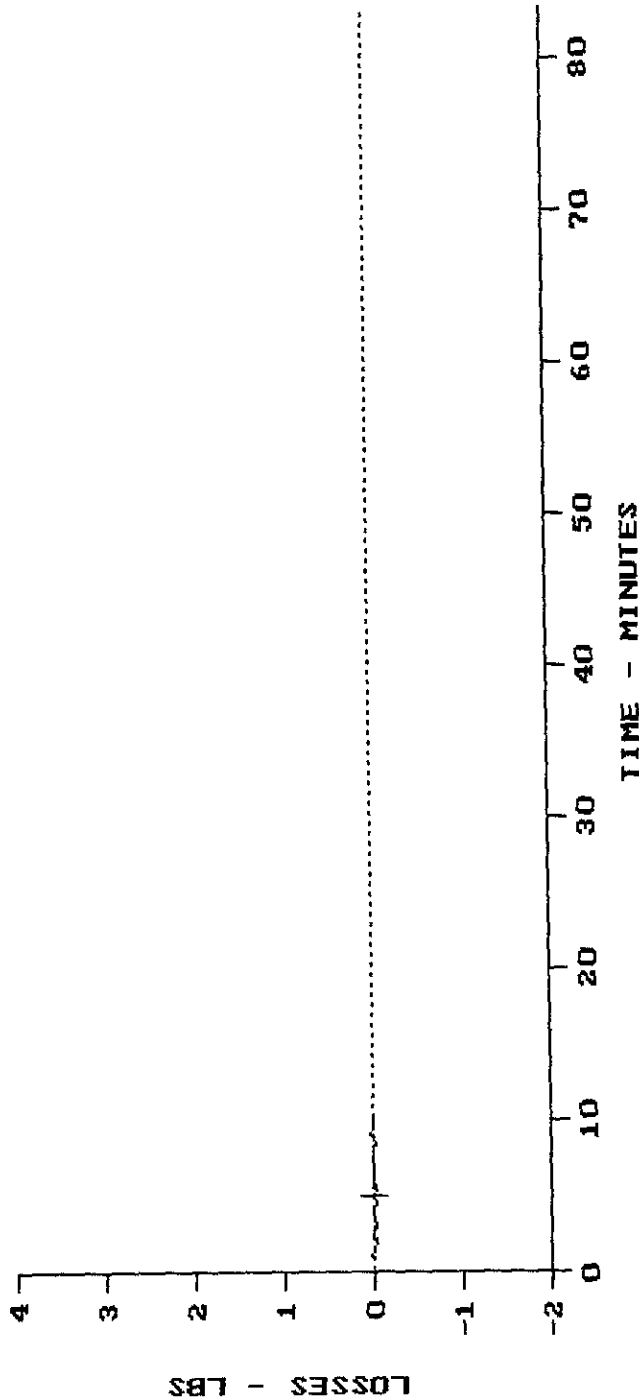
PRINTING

20-JAN-00

ARCHIVED RECORD #72
DYNO IS WARM

ELAPSED TIME = 10:25 MIN:SEC
LOSSES = -0 LBS

10:50:20



WARM UP SPEED = 50.00 MPH
RELATIVE OFFSET = 2 LBS
LOSS REC = 50

BRAKE = OFF
COVER = ON
CRADLE = DOWN
DIRECTION = FWD
SITE = 7091-1

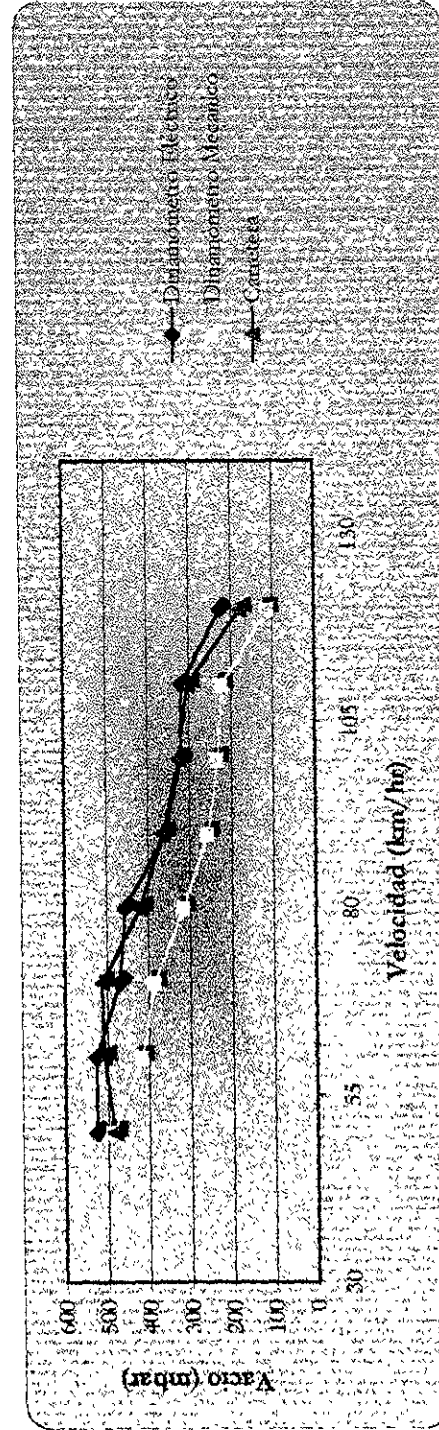
COMMENT =

ESC=EXIT PAGE UP=PREVIOUS PAGE DOWN=NEXT HOME=FIRST END=LAST

"PRUEBA COMPARATIVA EN LA SIMULACION DEL CAMINO"

Anexo E

COMPORTAMIENTO DEL MOTOR EN FUNCION DEL VACIO (mbar)			
Velocidad km/hr	Dinamómetro Eléctrico	Dinamómetro Mecánico	Carretera
120	227	113	180
110	320	222	305
100	322	233	326
90	360	257	365
80	457	317	420
70	470	387	513
60	527	417	508
50	527	487	485



Observaciones

La prueba se realizó con un vehículo Tsumi GII modelo 1999.

Datos empleados para la simulación en el dinamómetro

Carga Inercial (Ibs)

Carga de Camino (HP@50)

Eléctrico

2494

7.3

Mecánico

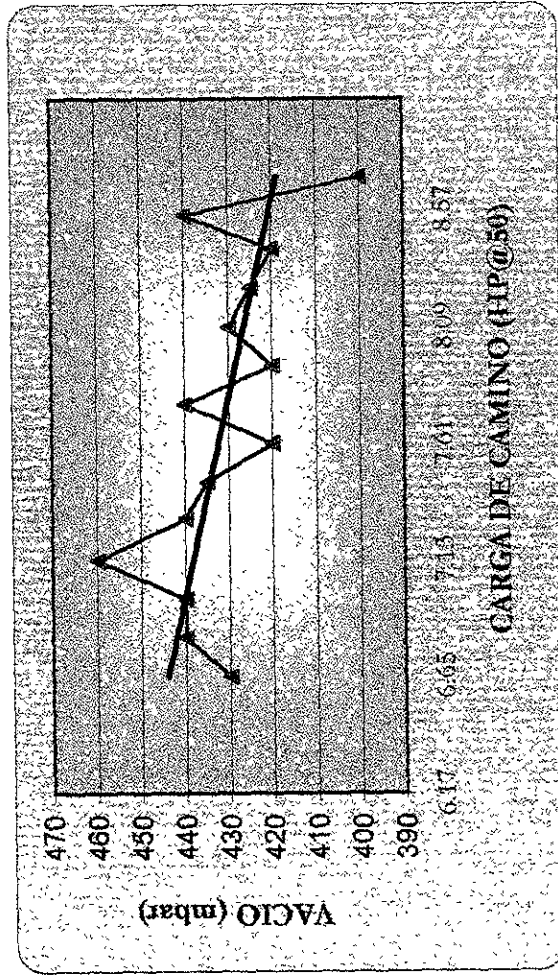
2000

7.3

"COMPORTAMIENTO DEL MOTOR EN FUNCION DE LA CARGA DE CAMINO"

Anexo F

Carga de Camino (HP@50)	Vacio (mbar)
6.65	430
6.81	440
6.97	440
7.13	460
7.3	440
7.45	435
7.61	420
7.77	440
7.93	420
8.09	430
8.25	425
8.41	420
8.55	440
8.71	400



Observaciones:

La prueba se realizó con un vehículo Tsuru GII modelo 1999

Datos técnicos del vehículo: Carga merca 2494 lb

Ancho 64.56 in

Alto 53.89 in

Velocidad de 80km/hr.

GLOSARIO

Baleros motorizados.

Compensa la fricción desarrollada en la operación de los baleros mecánicos en todos los rangos de velocidad con los que opera el dinamómetro, eliminando con ello la necesidad de la rutina de calentamiento, así como de una continua calibración.

Cámara de combustión.

Recipiente en el que tiene lugar la combustión de los productos gaseosos de un combustible con oxígeno.

Carga de Camino.

Es la fuerza existente por la fricción de los neumáticos con el pavimento, y la resistencia con el viento.

Carga inercial.

Es la fuerza existente por la inercia propia del vehículo.

Carrera.

Comprende la distancia entre el PMS y el PMI, es igual, salvo raras excepciones, al doble del radio del manivela del eje del cigüeñal, se expresa generalmente en mm.

Catalizador.

Sustancia que acelera la velocidad de una reacción sin experimentar por su parte ningún cambio neto.

Celda de carga.

Es un mecanismo de medición de fuerza, particularmente cuando la fuerza no es estable.

Cilindrada (V_1-V_2).

Es la generada por los pistones en su movimiento alternativo desde el PMS hasta el PMI (cm^3).

Coefficiente aerodinámico.

Es la resistencia que ofrece el aire al movimiento del vehículo.

Coefficientes de fricción.

Coefficientes A,B,C, empleados por el dinamómetro para ejecutar la simulación del camino.

Combustible.

Cualquier sustancia que puede ser quemada para producir calor.

BIBLIOGRAFIA

- CHESTER L. Dawes
TRATADO DE ELECTRICIDAD VOL. 2 (CORRIENTE ALTERNA)
Ediciones G. Gili
México, D.F. 1989.

- Dr. D. SCHURMANN
CALIBRATION OF CHASIS DYNAMOMETER FOR EMISIÓN AND FUEL TESTING
CEC-CF-22 Project Grupo
November, 1978.

- *¡ EN MARCHA ! Servicio y reparación de su automóvil*
Selecciones Reader's Digest
México, D.F. 1983.

- HORIBA
CHASIS DYNAMOMETER SYSTEM
February, 1997.

- L.C.MORROW
MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
Tomo II
McGraw-Hill, 1981.

- MARKUS John
DICCIONARIO DE ELECTRONICA Y TECNICA NUCLEAR
Ed. Marcombo, 1980.

- MEARS, W. G.
ANALISIS OF CHASIS ROLL DYNAMOMETER
EPA, June 15, 1990.

- MEARS G. W: & D'ANGELO Severino
**PERFORMANCE TESTS OF A LARGE-ROLL CHASSIS DYNAMOMETER WITH AC
FLUX-VECTOR PEU AND FRICTION-COMPENSATED BEARINGS**
Papers Series, SAE Technical
No. 930392
March, 1993.

- MEARS G. W. & D'ANGELO Severino
**PERFORMANCE TESTS OF A LARGE-ROLL CHASSIS DYNAMOMETER WITH AC
FLUX-VECTOR PEU AND FRICTION-COMPENSATED BEARINGS**

Papers Series, SAE Technical
No 930391, March, 1993.

- MILTON Kaufman/Arthur H. Seidman
ELECTRONICA MODERNA para Ingenieros y Técnicos
Segunda Edición
McGraw-Hill, 1990.

- REAL TIME INSTRUMENTS

Machine Design
March, 1993.
Revista.

Direcciones de Internet:

<http://search.epa.gov/s97is.vts?action=FilterSearch&QueryZip=dynamometer&Filter=qcheck%2Ehts&ResultTemplate=newresults4%2Ehts&QueryText=dynamometer&Collection=All&ResultStart=11&ResultCount=10&button3=>

<http://frwebgate2.access.gpo.gov/cgi-bin/waisgate.cgi?WAISdocID=8596514609+11+0+0&WAISaction=retrieve>

<http://frwebgate2.access.gpo.gov/cgi-bin/waisgate.cgi?WAISdocID=8596514609+71+0+0&WAISaction=retrieve>

<http://www.superflow.com/products/products-engdyno-ec260-1gphoto.html>

<http://www.realtimedyno.com/chassisdynamometer/bearingconfiguration.html>

http://www.maxdyne.com/max_dynsys/dyn_electric.htm#diagnostic

<http://www.superflow.com/support/support-engdyno-how-is-torque-meas.htm>

<http://www.industrialtechnology.co.uk/torque.htm>