



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**“AUTOMATIZACION DE UN EQUIPO
PARA PRUEBAS IN SITU EN
SISTEMAS DE RECUPERACION DE
VAPORES”**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO ELECTRICO Y ELECTRONICO

P R E S E N T A :

GEORGINA GUADALUPE ROSAS GUEVARA

DIRECTOR: ING. FAUSTINO M. REYES VILLEGAS
CODIRECTOR: ING. YUKIHIRO MINAMI KOYAMA



CIUDAD UNIVERSITARIA

ENERO 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVO.....	6

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 ESTACIONES DE SERVICIO.....	7
1.1.1 Definición.....	7
1.1.2 Clasificación.....	7
1.1.2.1 Mini estaciones de servicio.....	7
1.1.2.2 Estaciones de servicio provisional.....	7
1.1.2.3 Estaciones de servicio marinas.....	7
1.1.2.4 Estaciones de servicio carreteras.....	8
1.1.2.5 Estaciones de servicio rural.....	8
1.1.2.6 Estaciones de servicio urbana.....	8
1.1.2.7 Estaciones de servicio de autoconsumo.....	8
1.1.3 Normatividad.....	8
1.1.3.1 NOM-092-ECOL-1995.....	9
1.1.3.2 NOM-093-ECOL-1995.....	9
1.1.3.3 Anteproyecto NOM-124-ECOL-1999.....	9
1.2 SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES.....	9
1.2.1 Definición.....	9
1.2.1.1 Sistema por balance.....	9
1.2.1.2 Sistema asistido por vacío.....	10
1.2.2 Fases de la recuperación de vapores en el ciclo de la distribución de la gasolina.....	10
1.2.2.1 Fase 0.....	11
1.2.2.2 Fase I.....	11
1.2.2.3 Fase II.....	11
1.3 SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES INSTALADOS EN LA ZMVM.....	12
1.3.1 Operación del SRV's OPW Vapor-EZ en la Fase I y II.....	13
1.3.2 Operación del SRV's Gilbarco Vapor-VAC en la Fase I y II.....	14
1.3.3 Operación del SRV's Tokheim en la Fase I y II.....	16
1.3.4 Operación del SRV's Hasstech en la Fase I y II.....	17
1.3.5 Operación del SRV's Hirt en la Fase I y II.....	19
1.3.6 Operación del SRV's Healy en la Fase I y II.....	20

CAPÍTULO II PRUEBAS REALIZADAS EN ESTACIONES DE SERVICIO DURANTE LAS ETAPAS AL 0, 50 Y 100% DEL PROGRAMA SUPERVISIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LOS SRV's EN LA ZMVM

2.1	ETAPA 0%	22
2.1.1	Descripción	22
2.2	ETAPA 50%	23
2.2.1	Descripción	23
2.3	ETAPA 100%	25
2.3.1	Levantamiento	25
2.3.2	Hermeticidad	27
2.3.2.1	Prueba de 2 p.c.a	27
2.3.2.2	Prueba de 5 p.c.a	27
2.4	CONTRAPRESIÓN	30
2.4.1	Descripción	30
2.5	BLOQUEO	32
2.5.1	Descripción	32
2.6	ETAPA IN SITU	32
2.6.1	Antecedentes	32
2.6.2	Objetivos	32
2.6.3	Procedimiento de prueba	32
2.6.3.1	Preparación previa a la prueba	33
2.6.3.2	Desarrollo de la prueba	33

CAPÍTULO III EQUIPO DE PRUEBA IN SITU

3.1	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	38
3.2	ACOPLAMIENTO DE LAS SEÑALES	41
3.2.1	Acoplamiento para la concentración de hidrocarburos totales	41
3.2.2	Acoplamiento para la temperatura	41
3.2.3	Acoplamiento para la presión	41
3.3	CONEXIONES GENERALES	47
3.3.1	Conexión al analizador de hidrocarburos	47
3.3.2	Conexión de temperatura y presión	48
3.3.3	Conexión al registrador	48
3.4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EQUIPO DE PRUEBA DE TASA VOLUMÉTRICA Y EFICIENCIA	49
3.5	INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE TASA VOLUMÉTRICA Y EFICIENCIA	52
3.6	VALIDACIÓN	54
3.6.1	Validación del software	54
3.6.2	Validación del hardware	56
3.6.3	Método de Validación	56
3.6.4	Estabilidad del equipo de prueba	57

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS DE LOS DATOS REGISTRADOS Y RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LOS DATOS DE CAMPO.....	58
4.2 RESULTADOS DE LOS DATOS REGISTRADOS.....	60
4.3 TABLAS Y GRÁFICAS COMPARATIVAS.....	64

CAPÍTULO V CONCLUSIONES.....	66
---	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	67
--------------------------	-----------

APÉNDICE A. NOM-092-ECOL-95.....	69
APÉNDICE B. NOM-093-ECOL-95.....	79
APÉNDICE C. Manual uso rápido del Registrador Progeny RSX.....	93
APÉNDICE D. Código interfaz Visual Basic.....	100
APÉNDICE D. Hojas de Especificaciones Técnicas.....	108

GLOSARIO.....	109
----------------------	------------

Agradezco a **Dios** por todo lo que me ha dado.

A **mis padres** por darme su amor, su comprensión y principios firmes para mi formación personal en el andar por la vida

A **mis hermanas Copelia, Yetli y Dulcinea** por su gran amor, apoyo y confianza que me han brindado durante su vida.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**
por enseñarme una formación profesional y libre.

A la **Facultad de Ingeniería** por enseñarme
el maravilloso mundo de la ciencia aplicada

A mis profesores

**Gabriel, Felix, Lorenzo, Leonardo, Rodolfo, Luis
Roberto, Larry;** a ellos por darme su sabiduría
y consejos durante la estancia en la facultad.

A mi tutor el **Ing. Yukihiro Minami
Koyama** por todo su apoyo, confianza,
cariño y dedicación durante toda mi carrera,
y ante todo por ser mi amigo.

A mis amigos

Gustavo por su amistad incondicional

Lorenzo por su amistad desinteresada y sincera

Lourdes por su amistad inquebrantable

Octavio por su amistad consolidada

Benjamin y **José** por su amistad, apoyo y todas sus atenciones

Ivan, Gerardo, Pablo, Bety, Lilia, Tania, Brenda y **Lulu**; por su amor.

A la **generación 94** por todos los momentos que compartimos juntos muy en especial a las tres Miriam's, Roberto, Hedilberto, Omar, Juan Manuel, Sergio, Erika, Leopoldo, Gabriela, Enrique, Yakhvé, Guillermo, Fernando, Skid, Mercedes, y de otras generaciones Miguel, Ricardo entre muchos otros.

*Al Instituto Mexicano del Petróleo
por todas sus facilidades que me brindó
durante el desarrollo este de proyecto.*

*Al Quím. Jesús Andrade Ríos, al Ing.
Roberto Peñaflores Méndez y al Ing.
Verónica Cruz Pacheco por su amistad,
por su apoyo de forma totalmente
desinteresada y por su valiosa contribución
en la creación de este proyecto.*

*Al Ing. Rodolfo Casas Barba
por abrireme las puertas al mundo
de la investigación aplicada.*

*Y a todos mis compañeros de trabajo del
programa de **Sistemas de Recuperación
de Vapores** por enseñarme sus
experiencias laborales.*

*Agradezco al **PROGRAMA DE MAESTROS PARA LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS PARA LA INDUSTRIA PETROLERA** que a través **DEL SUBPROGRAMA DE TESIS DE LICENTIATURA** tuve la oportunidad de desarrollar este trabajo y cumplir así uno de mis principales objetivos.*

*También a mi asesor interno **Ing. Faustino Martin Reyes Villegas** por acertada dirección, atenciones y consejos que fueron de vital importancia para el desarrollo de este trabajo.*

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un asunto de interés vital. El aire es nuestro vínculo con la vida, del cual dependemos aún más que del alimento o el agua. Un ser humano adulto puede vivir sin alimento por seis semanas o por tres días sin agua, pero sin aire podría sobrevivir sólo algunos minutos. Por lo tanto la calidad del aire debe ser protegida celosamente. [20]

En la primera parte del siglo, los programas de mejoramiento de calidad del aire tenían como objetivo reducir el humo (emisiones visibles). Solamente en los últimos 25 años los contaminantes invisibles han sido objeto de normas de control. Los contaminantes tóxicos orgánicos fueron los últimos en recibir atención, y se estima que una buena parte de los esfuerzos futuros, serán dirigidos a reducir la exposición de la población a estos compuestos. [20]

Uno de los proyectos más importantes de nuestro país es encontrar estrategias para la prevención y control de contaminantes emitidos a la atmósfera. La contaminación atmosférica es generalmente estudiada para establecer políticas conducentes a mejorar la calidad del aire a la que está expuesta la población. Estas medidas pueden tomar la forma de un programa de educación pública, de incentivos para el desarrollo de procesos limpios, beneficios impositivos para la descentralización de las industrias contaminantes, las normas de planeamiento urbano, la industria, el programa de revisión del uso del suelo, de ciertos proyectos, entre otros.

El 2 de enero de 1991 se crea la Comisión Metropolitana para la Prevención y el Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). El propósito fundamental de la Comisión Metropolitana es definir y coordinar las políticas, programas y proyectos en la materia, así como verificar la ejecución de las acciones que las dependencias y entidades de la administración pública deban emprender.

Como una de las acciones para reducir las concentraciones de ozono en la ZMVM, se instrumentó el programa para la instalación de Sistemas de Recuperación de Vapores (SRV's) en estaciones de servicio (E.S.) en el Valle de México con el fin de recuperar los vapores de hidrocarburos, importantes precursores del ozono. El programa de recuperación de vapores lo integran las autoridades ambientales de la zona metropolitana y diversas instituciones como Petróleos Mexicanos (PEMEX), el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Protección Civil y Asociaciones de Gasolineros.

El Instituto Mexicano del Petróleo fungirá como la empresa supervisora quien evaluará las gasolineras antes, durante y a la finalización de la obra, con el fin de que la Dirección General de Ecología del Distrito Federal o de la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México emita la autorización a la operación del SRV's una vez aprobadas todas las pruebas correspondientes.

Dentro de estas pruebas: 0%, 50%, 100%, tasa volumétrica y eficiencia (La tasa volumétrica, es una relación entre el volumen de vapores recuperados y el volumen del combustible cargado al tanque del vehículo automotor multiplicado por cien y la eficiencia, es un parámetro que indica el porcentaje de control de vapores de gasolina debido a la acción de un Sistema de Recuperación de Vapores, estos dos conceptos son muy importantes ya que por medio de ellos se puede decir si el SRV's funciona adecuadamente) se encuentran equipos de medición que permiten evaluar a los Sistemas de Recuperación de Vapores en Estaciones de Servicio. Gracias al avance tecnológico se ha aspirado a automatizar casi todos los procesos realizados por el ser humano. En este caso se realizará la automatización del equipo de prueba de tasa volumétrica y eficiencia (in situ). El diseño de la automatización consta de dos partes fundamentalmente: el hardware y software; el hardware lo conforma el diseño físico del equipo de prueba de tasa volumétrica y eficiencia, el software que contiene dos facetas: el software del equipo de adquisición de datos (Registrador Progeny RSX, Video Recorder) y el software del equipo de prueba (Interfaz con Visual Basic y Excel). Una vez instalado el equipo, se realizará su evaluación de éste por medio de un método de validación, cuya finalidad es que verifique o certifique el cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX).

En el capítulo primero se describen los conceptos básicos y el funcionamiento de cada Sistema de Recuperación de Vapores existentes en la ZMVM, así como las normas que lo rigen, sus fases de operación.

En el capítulo segundo se describe de una manera general las pruebas (0, 50, 100%, tasa volumétrica y eficiencia) que se realizan para evaluar los Sistemas de Recuperación de Vapores en las Estaciones de Servicio.

En el capítulo tercero aborda la instalación y el diseño del equipo de prueba (in situ), describiendo de manera detallada las conexiones y el acoplamiento de las señales, así como el diseño de la adquisición de datos y pruebas de operación.

En el capítulo cuarto se realiza un análisis de los datos registrados en campo manualmente y automáticamente, mostrando los resultados en tablas y gráficas comparativas.

OBJETIVO

Automatizar el equipo de prueba (in situ) para determinar la eficiencia y tasa volumétrica de los Sistemas de Recuperación de Vapores en estaciones de servicio de la ZMVM

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 ESTACIONES DE SERVICIO

1.1.1 *Definición*

Una estación de servicio es un establecimiento destinado para la venta al menudeo de gasolinas y diesel al público en general, suministrándolo directamente de depósitos confinados a los tanques de los vehículos automotores, así como la venta de aceites, lubricantes y otros servicios complementarios. Éstas se ubican dentro de las zonas urbanas y suburbanas de las ciudades. [18]

Los aspectos que interviene en el proyecto y construcción de una Estación de Servicio son los siguientes: *Planta Arquitectónica de Conjunto, Instalaciones Mecánicas, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Hidráulicas y de Aire e Instalaciones Sanitarias y Drenajes.* [18]

1.1.2 *Clasificación*

Para efecto de la elaboración del proyecto arquitectónico, las estaciones de servicio se clasifican en ocho tipos característicos de acuerdo a su ubicación.

1.1.2.1 *Mini estación de servicio*

Es un establecimiento destinado para la venta de gasolinas al público en general. Ésta se ubica dentro de las zonas urbanas y suburbanas de las ciudades y podrá estar integrada a otros establecimientos comerciales o en forma independiente.

1.1.2.2 *Estaciones de servicio provisional*

Es un establecimiento destinado para la venta de gasolinas y diesel al público en general. Éstas pueden ubicarse, previa autorización de Pemex Refinación, dentro de las zonas urbanas y suburbanas de las ciudades, así como en autopistas, carreteras o zonas rurales que carezcan del suministro de combustible debido a la falta de equipamiento o que cubra la demanda generada por la ocurrencia de una emergencia, siniestro o desastre natural en alguna zona en particular.

1.1.2.3 *Estaciones de servicio marinas*

Es un establecimiento destinado para la venta de gasolinas y diesel al público en general, así como la venta de lubricantes y otros servicios complementarios. Éstas se ubican dentro de las zonas turísticas y pesqueras en las costas, lagos y ríos.

1.1.2.4 Estaciones de servicio carreteras

Es un establecimiento destinado para la venta de gasolinas y diesel al público en general, así como la venta de aceites y otros servicios complementarios en zonas adyacentes al Derecho de Vía de Carreteras Federales y Autopistas.

1.1.2.5 Estaciones de servicio rural

Es un establecimiento destinado para la venta de gasolinas y diesel al público en general, así como la venta de aceites y otros servicios complementarios. Éstas se ubican en zonas rurales del país.

1.1.2.6 Estaciones de servicio urbana

Es un establecimiento destinado para la venta de gasolinas y diesel al público en general, así como la venta de aceites y otros servicios complementarios. Éstas se ubican dentro de las zonas urbanas y suburbanas de las ciudades.

1.1.2.7 Estaciones de servicio de autoconsumo

Es un establecimiento destinado para el consumo de gasolinas y diesel del parque vehicular del sector empresarial y del transporte.

1.1.3 Normatividad

Considerar a la normatividad como un indicador, ha sido un punto muy importante en el desarrollo de indicadores a nivel internacional, ya que no se cuenta con la información suficiente para cuantificar su impacto en la solución de una problemática específica. Pero es importante hacer notar que las normas son el instrumento base para la realización de acciones concretas; de esta manera, las principales líneas de la política ambiental se dictan mediante la normatividad.

La normatividad, que rige la instalación del Sistema de Recuperación de Vapores, es la siguiente:

Nacionales:

1.1.3.1 NOM-092-ECOL-1995

"Que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de SRV's de gasolina en E.S. y de Autoconsumo ubicados en Valle de México."

1.1.3.2 NOM-093-ECOL-1995

"Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los SRV's de gasolina en E.S. y Autoconsumo."

1.1.3.3 Anteproyecto NOM-124-ECOL-1999

"Que establece las especificaciones de protección ambiental para el diseño, construcción, operación, seguridad y mantenimiento de los diferentes tipos de estaciones de servicio."

1.2 SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

1.2.1 Definición

Es un conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para controlar, recuperar, almacenar y/o procesar las emisiones evaporativas de hidrocarburos producidos en las operaciones de transferencia de gasolinas.

Existen dos principios para la recuperación de vapores:

1.2.1.1 Sistema por Balanceo

En este sistema se aprovechan las fuerzas generadas por la acción del despacho del combustible. Este se basa en el intercambio de materia mediante sistemas coaxiales, en donde fuerzas generadas por presiones positivas y negativas en el interior del sistema, durante el despacho de combustible esto es al iniciar el suministro de combustible en el interior del tanque del vehículo se genera una presión positiva que direcciona los vapores hacia el tanque de almacenamiento; al mismo tiempo en el interior del tanque almacenamiento se generan presiones manométricas negativas que succionan a los vapores hacia este tanque.

En este tipo de sistema es indispensable lograr un sello perfecto entre el fuelle de la pistola y la bocanoma del tanque del vehículo automotor, ya que solo así se logra una tasa de 100%, lo en la práctica garantiza el funcionamiento adecuado del sistema.

1.2.1.2 Sistema asistido por vacío

En este sistema se utiliza una fuente de vacío (bomba de vacío o turbina) para conducir los vapores del combustible.

Los sistemas asistidos por vacío pueden ser centralizados, es decir, para todas las pistolas, una sola fuente de vacío para conducir los vapores hacia los tanques y descentralizados, cada pistola tiene su propia fuente de vacío para conducir los vapores hacia los tanques.

1.2.2 Fases de la recuperación de vapores en el ciclo de distribución de la gasolina

El control de las emisiones de vapores de gasolina en las estaciones de servicio se divide en tres Fases:

1.2.2.1 Fase 0

La primera llamada Fase 0, consiste en adaptar una serie de dispositivos en las terminales de almacenamiento de distribución de Pemex [1].

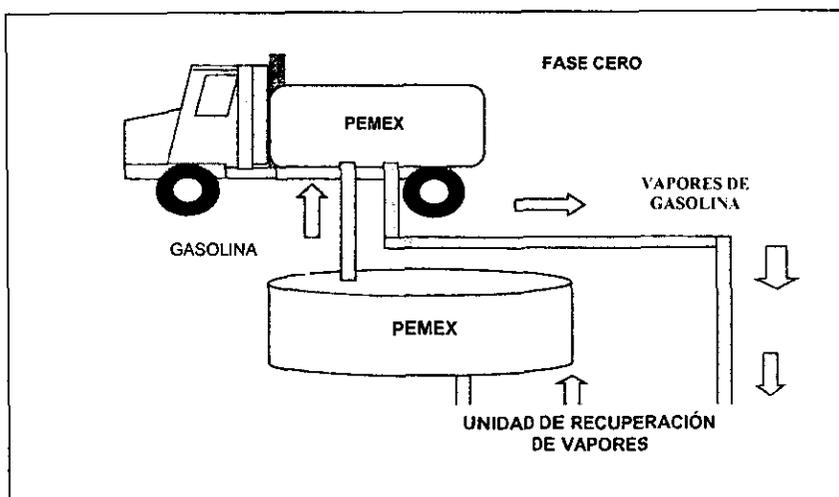


Figura 1
Representación de la Fase 0

1.2.2.2 Fase I

En la Fase I, consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación de los vapores que escapan durante la transferencia de gasolina del autotanque (pipas) a los tanques de almacenamiento de combustible de la estación de servicio. Los vapores recuperados son transferidos del tanque de almacenamiento hacia el autotanque[1].

1.2.2.3 Fase II

Fase II, consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación de vapores de gasolina generados durante la transferencia del combustible del tanque de almacenamiento al vehículo automotor. Los vapores recuperados son transferidos desde el tanque del vehículo hacia al tanque de almacenamiento[1].

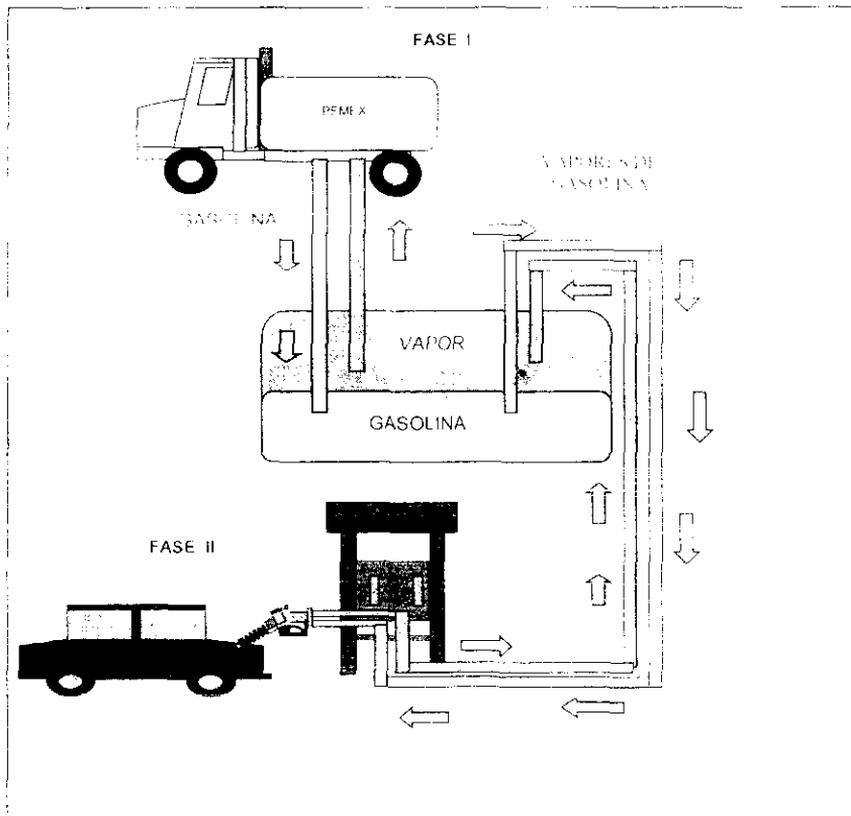


Figura 2
Representación de la Fase I

1.3 SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES INSTALADOS EN LA ZMVM

Actualmente en la Zona Metropolitana del Valle de México existen seis Sistemas de Recuperación de Vapores (OPW - Vapor EZ, Gilbarco - Vapor VAC, Tokheim, Hasstech, Hirt, Healy). La diferencia que existe en cada uno de ellos es el tipo de sistema (centralizado o descentralizado) los componentes que lo integran. En la figura 3 se muestra una instalación típica de los Sistemas de Recuperación de Vapores en la ZMVM.

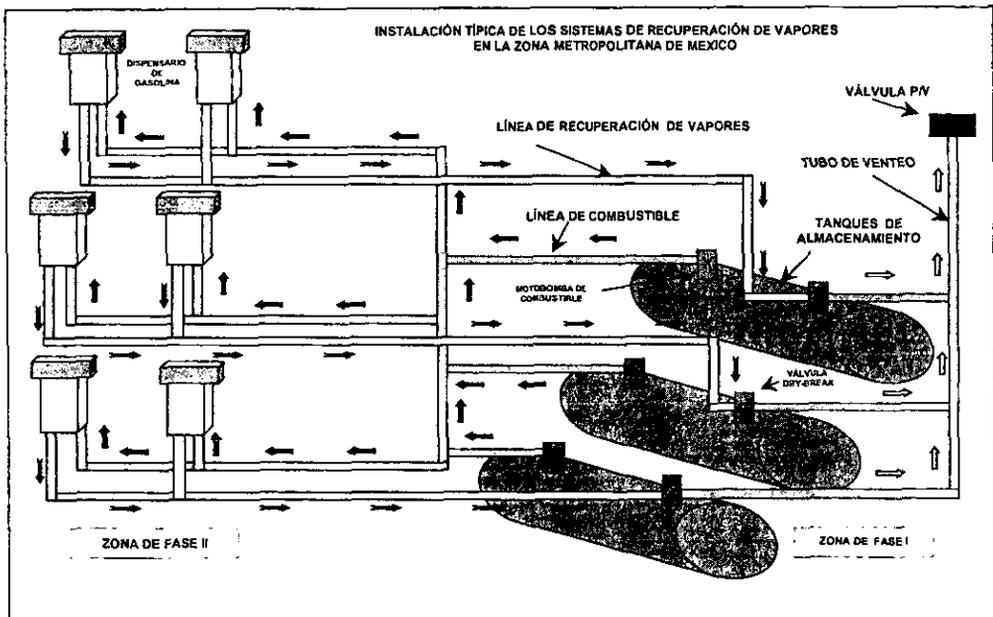


Figura 3
Instalación típica de los Sistemas de Recuperación de Vapores en la ZMVM

1.3.1 Operación del Sistema de Recuperación de Vapores OPW Vapor-EZ en la Fase I y II

La operación del Sistema de Recuperación de Vapores asistido llamada VAPOR EZ de OPW consta de una bomba de vacío con sólo un eje y dos impulsores. El fluido, bombeado, conduce el vacío de vapor y mantiene una tasa volumétrica proporcional de aproximadamente un litro de vapor por cada litro de combustible dispensado. Esto elimina la necesidad de modificaciones eléctricas o dispositivos de control debido a que la relación de los vapores excesivos recuperados comparada al líquido bombeado es menos de 10% en volumen y por tal motivo un incinerador no es requerido.

El sistema incorpora una manguera coaxial invertida. La manguera coaxial más pequeña se enrosca directo a la salida coaxial de la bomba.

En la Figura 4 podemos observar algunos componentes (tubos de sobrellenado, adaptador, válvula de sobrellenado, tapas y contenedores) que se utilizan en la Fase I [2].

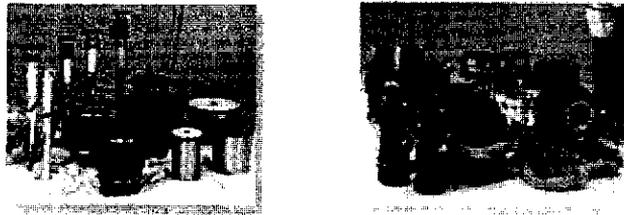


Figura 4
Algunos componentes de OPW Vapor-EZ

Otro componente es el break-away (válvula de cierre automático), coaxial, invertido. Esta asegura que el surtidor no se dañe en caso de que el cliente salga de la estación sin retirar la pistola. El 66CIP (marca de la válvula) de OPW es reconectable si esto sucede.

En la salida del break-away, se conecta a la manguera coaxial invertida más larga, que a la vez se conecta a la pistola. La pistola invertida 11VAI (número de serie de la pistola) de OPW no requiere de fuelles o de boquillas. El 11VAI incluye una válvula integral de vapor para prevenir el escape de vapores cuando las boquillas no están surtiendo el combustible. Todas las pistolas OPW incorporan un mecanismo de mano que mantiene la pistola abierta y la cierra automáticamente; el resguardo de gatillo DURA-TUFF (nombre del material) y el tornillo que previene la rotación del tubo, este mecanismo evita el derrame de gasolina.

El SRV's OPW VAPOR EZ puede usar líneas de retorno de vapor manifoldeado o separado (interconexión que recompensa el nivel de presión en la tubería del SRV's).

1.3.2 Operación del SRV's Gilbarco Vapor-VAC en la Fase I y II

Para la Fase I, los combustibles transportados por los autotanques son descargados por las mangueras y accesorios de descarga herméticos al tanque subterráneo, elevando el nivel de llenado del tanque y reduciendo el espacio vacío, el llenado del tanque los vapores de gasolina son desplazados por el combustible y captados por el autotanque (pipa), mediante la manguera de recuperación de vapores y sus accesorios; cuando existe un exceso de presión causada por los vapores en el extremo superior de los venteos se tiene una válvula de presión vacío para aliviar al sistema, si es necesario.

Para la Fase II, una vez almacenado el combustible en los tanques subterráneos, es bombeado hacia una red de fluidos, y se hace llegar hasta los dispensarios de combustible; estos últimos son los elementos de transición, es decir, donde termina el recorrido de los fluidos líquidos e inicia el recorrido de los fluidos gaseosos; los gases que se generan en los tanques de los vehículos son captados por las bombas de vacío encargadas de succionar los vapores y son conducidos por la red, hasta la parte vacía de los tanques subterráneos.

En la Figura 5, se ilustran algunos elementos que se distinguen en este Sistema de Recuperación de Vapores [3].

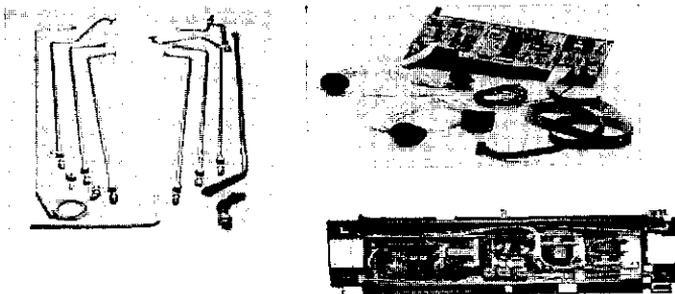


Figura 5
Sistema de retorno de vapores, controlador interfaz y alojamiento superior de un dispensario

En la Figura 6 se muestra el funcionamiento del Sistema de Recuperación de Vapores asistido por vacío Gilbarco Vapor-VAC[3].

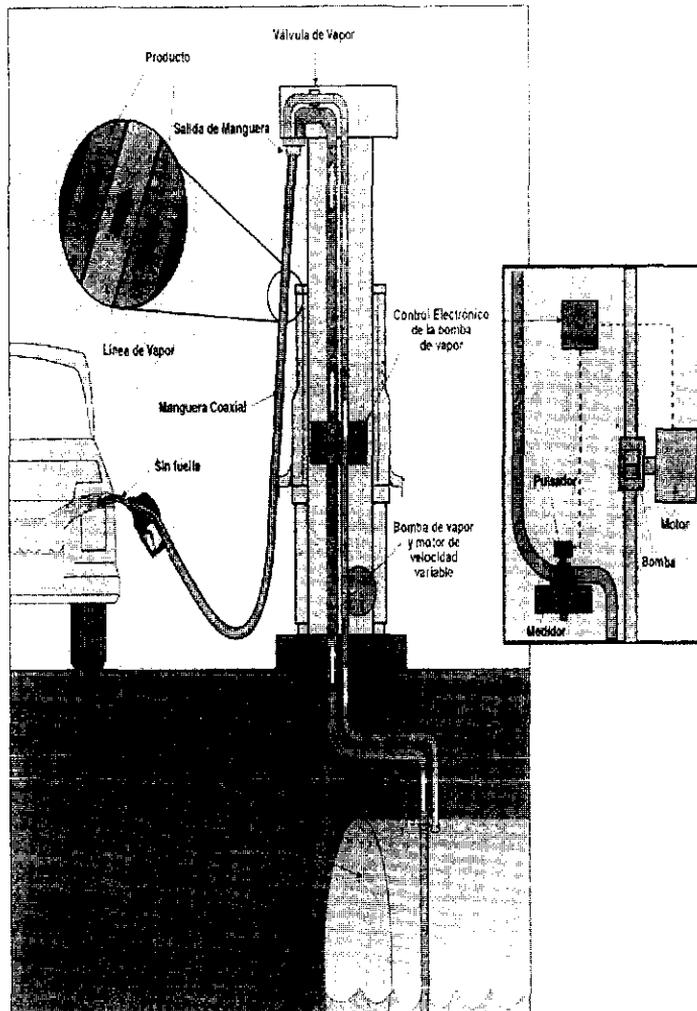


Figura 6
SRV's Gilbarco Vapor-VAC

1.3.3 Operación del SRV's Tokheim en la Fase I y II

Este Sistema de Recuperación de Vapores está constituido por un sistema híbrido conteniendo como medio de vacío la bomba "MAX VAC" (turbina) de Tokheim y los demás componentes pistolas, break-away, entre otros, de la compañía OPW Fueling Components.

La Figura 7 muestra el funcionamiento del sistema en el dispensario, mostrando sus elementos característicos [4].

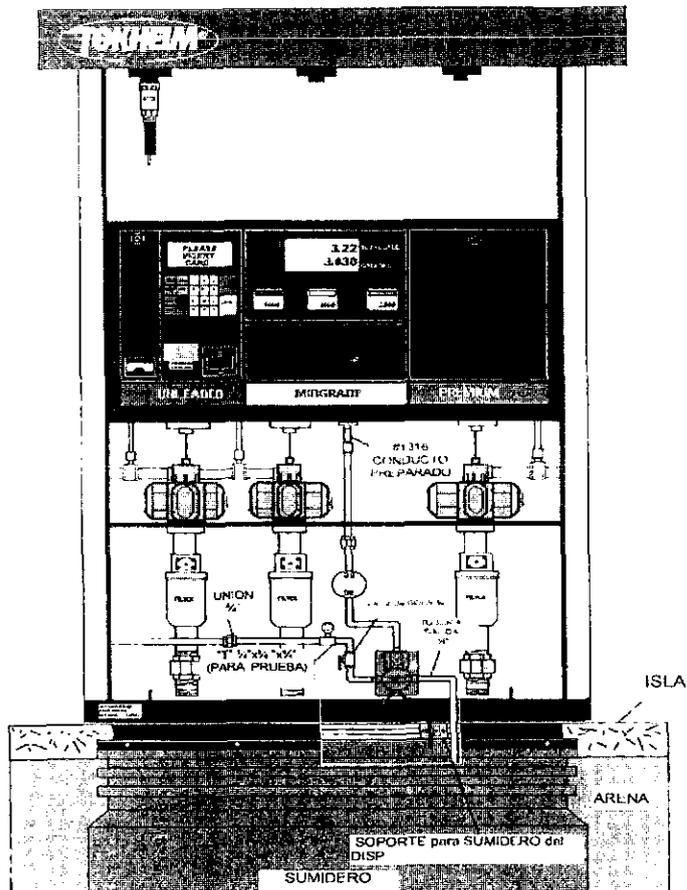


Figura 7
Dispensario del SRV's Tokheim

El Sistema de Recuperación de Vapores Tokheim "MAX VAC", opera proporcionando un vacío al bombeo de recuperación de vapores, el cual está en proporción directa con la tasa de entrada de combustible al dispensario. Al hacer esto, se produce un vacío en el surtidor de la boquilla, el cual absorberá los vapores que se producen dentro del orificio de llenado del tanque de combustible del vehículo, el cual no siempre esta hermético, antes de que puedan escapar hacia la atmósfera. De esta manera el sistema en una forma más eficiente, maneja los vapores de combustible sin tener que utilizar una boquilla en forma de fuelle (capuchón) para dirigir estos al tanque de almacenamiento de la estación de servicio.

La bomba de vacío que conduce los vapores recuperados se localiza en el dispensario; de ahí los vapores son llevados a través de la bomba. Cuando ésta se ha activado estos son bombeados a través de la tubería hacia abajo, hasta llegar a la parte superior de los tanques de almacenamiento. En este punto los vapores son detenidos dentro del sistema de almacenamiento por medio de la válvula de seguridad de presión vacío localizado en las salidas de las líneas de ventilación de la parte superior de los tanques de almacenamiento.

La presión del vapor que está dentro del sistema se distribuye entre los tanques y se disminuye por la condensación del vapor. De esta manera se retienen los vapores del combustible hasta que puedan desecharse adecuadamente durante el llenado del tanque subterráneo.

1.3.4 Operación del SRV's Hasstech en la Fase I y II

El Sistema de Recuperación de Vapores Fase II de Hasstech, obtuvo un valor promedio de la tasa volumétrica de 176.8% de acuerdo a las pruebas de laboratorio realizadas por el IMP, cumpliendo con la norma NOM-092-ECOL-1995; utiliza una pistola sin fuelle asistida por una bomba de vacío para recolectar los vapores de gasolina, creando una zona de baja presión en la bocatoma del tanque del vehículo, y los vapores son transmitidos por medio de pequeños orificios cercanos a la punta de la pistola recuperando estos, desplazándolos al tanque de almacenamiento, evitando que sean emitidos a la atmósfera.

Una válvula de control de flujo instalada en los dispensarios, para cada punto de despacho, opera la bomba de vacío cuando se inicia el flujo de la gasolina por cualquiera de ellos. Parte del volumen de vapores de gasolina recuperados es oxidado por el **procesador térmico**, y el excedente necesario para mantener la presión a 1 pulgada en columna de agua (p.c.a.) o menor en los tanques de almacenamiento, es retornado a los mismos por la bomba central a través de la tubería al tanque de la gasolina de menor calidad de producto.

Los venteos de los tanques de almacenamiento deben tener una altura de 4 m sobre el nivel de piso terminado; estos se encuentran interconectados a una válvula aliviadora de presión. Los excesos de vapores son enviados a un procesador térmico, el cual debe de instalarse sobre una base de material no inflamable a una altura mínima de 3 m sobre piso terminado, y la distancia horizontal y vertical entre la unidad de procesamiento de vapores por incineración y los venteos del tanque de almacenamiento debe ser cuando menos de 6.50 m, cumpliendo con la norma NOM-093-ECOL-1995, y la distancia horizontal y vertical entre la unidad de procesamiento de vapores por incineración y cualquier punto de transferencia de combustibles deberá ser por lo menos de 9.50 m, cumpliendo con el punto 4 de las especificaciones para el proyecto e instalación eléctrica de PEMEX. El exceso de estos vapores en los tanques de almacenamiento se debe a la evaporación propia de la gasolina al ser vertida por el tubo de llenado, al aumento de vapores debido a los cambios de temperatura y al aire introducido.

Estos vapores recuperados no se pueden evitar, pero no se deben escapar por los venteos de los tanques de almacenamiento de la estación sin ser procesados.

El procesador térmico también opera cuando hay un aumento de presión en los tanques de almacenamiento debido al exceso de vapores.

Recuperando los vapores en todas las gasolineras del Valle de México, se reducirían 7,500 toneladas de emisión de contaminantes a la atmósfera anualmente; esto equivale a la eliminación del 20% del parque vehicular de la Ciudad de México.

El sistema de Recuperación de Vapores Fase II utiliza una pistola sin fuelle asistida por una bomba de vacío para recolectar los vapores de gasolina. Creando una zona de baja presión en el tubo de llenado del tanque del vehículo, pequeños orificios cerca de la punta de la pistola recuperan los vapores de gasolina desplazados y evitan que sean emitidos a la atmósfera.

La zona de baja presión es creada por una bomba central de presión manométrica negativa conectada a todos los dispensarios. Una válvula de control de flujo dentro de cada dispensario opera la bomba de vacío solamente cuando la gasolina fluye a través de la pistola. Los vapores son descargados por la bomba de vacío en los tanques de almacenamiento.

En la Figura 8 se muestra el Sistema de Recuperación de Vapores en una estación de servicio [5].

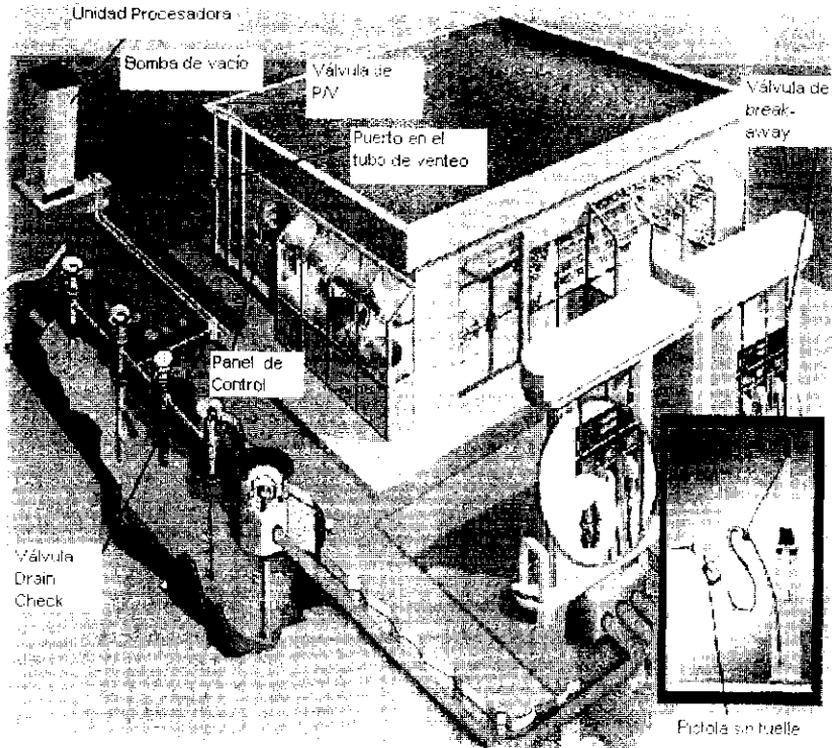


Figura 8
SRV's Hasstech

1.3.5 Operación SRV's Hirt VCS-200-MX en la Fase I y II

El sistema funciona a base de presión manométrica negativa en un rango de -2.5 y -3.5 p.c.a. El vacío es suministrado por una turbina albergada en el procesador, la cual lo transmite a las tuberías, tanques, mangueras y pistolas. Como medida de seguridad se cuenta con una válvula de presión/vacío que opera en el rango de 3.0 y -6.5 p.c.a. y se conecta en la parte superior de los venteos, los cuales están intercomunicados para ofrecer así un circuito cerrado y hermético. La válvula de presión/vacío se abre en caso de que el sistema llegara a presurizarse o de perder presión atmosférica más allá de la tolerancia establecida y sólo en caso de emergencia, por lo que regularmente aquella siempre permanece cerrada.

El sistema cuenta con un control visual y auditivo ubicado en el panel de control; éste indica el momento en que el procesador está trabajando correctamente, o en caso de falla, cuando no está obteniendo el vacío requerido estando en operación el sistema o suministrando combustible. Se recomienda que en caso de fallas se acuda el técnico especializado.

De acuerdo a las especificaciones de la norma mexicana NOM-092-ECOL-1995, se establecieron los parámetros de localización para la ubicación del procesador, estableciéndose las siguientes distancias:

1. Debe instalarse sobre una base construida de material no inflamable a una altura mínima de 3 m.
2. La distancia horizontal entre la unidad de procesamiento de vapores por incineración y los venteos del tanque de almacenamiento debe ser mayor a 6.5 m.
3. La distancia horizontal entre la unidad de procesador de vapores por incineración y cualquier punto de transferencia de combustible debe ser mayor a 6.5 m.

1.3.6 Operación del SRV's Healy en la Fase I y II

El Sistema de Recuperación modelo "minijet 9000" de Healy en su Fase II instalado, es un sistema asistido por vacío que emplea una bomba de succión conocida como minijet el cual crea un vacío auxiliar en el movimiento de los vapores de gasolina emitidos desde los tanques de los vehículos, de regreso hacia el tanque de almacenamiento de gasolina de la estación de servicio a través de una manguera coaxial.

Los elementos que caracterizan a este sistema son: la bomba de succión minijet y una pistola de despacho. La bomba minijet debe ir instalada en el contenedor del tanque al cual regresarán los vapores de gasolina recuperados. La pistola de despacho cuenta con un dispositivo capturador de vapores e incluyen una válvula integrada para prevenir el escape de vapores cuando la pistola no está despachando. El sistema incorpora además una manguera coaxial invertida, una válvula de ruptura por tensión (break-away) cuya función es cerrar el paso del líquido y del vapor en caso de un arranque súbito del vehículo y una válvula (shut off) de doble acción instalada en la base del dispensario que interrumpe el flujo de vapores en caso de ruptura del mismo.

Para este sistema, la tasa volumétrica definida como el volumen de vapores por volumen de combustible de acuerdo con evaluaciones realizadas por IMP, varía del 100 al 110%, con un promedio permisible de 110% fijado en la Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995.

En el instante en que la palanca del dispensario se acciona para despachar combustible se tiene un flujo en la pistola, es el momento en que la motobomba empieza a trabajar; como consecuencia la minijet también, por lo tanto, esta succiona vapores en el instante en que se accione a la primera pistola de cualquier dispensario, y así mismo dejará de funcionar hasta que se cuelgue la última pistola. No necesariamente tendrá que ser la que funcionó primero.

Las líneas de recuperación de vapores se conectan a la minijet por medio de una "T", ésta a su vez al accesorio de acero negro de 1 in de diámetro. En la parte transportadora de vapor del minijet, está línea ingresa al cuerpo del minijet transportando el vapor al tubo de descarga de 2 in de diámetro en la parte inferior del mismo. A su vez este tubo se conecta al tanque, teniendo así la recuperación y descarga del vapor de gasolina.

La Figura 9 muestra un elemento característico de este Sistema de Recuperación de Vapores, además de un listado de componentes requeridos para la instalación del 9000-01 en sumidero [6].

(Instalación del 9000-01 MINI-JET con la Bomba "Red Jacket"
(STP DEDICADO)

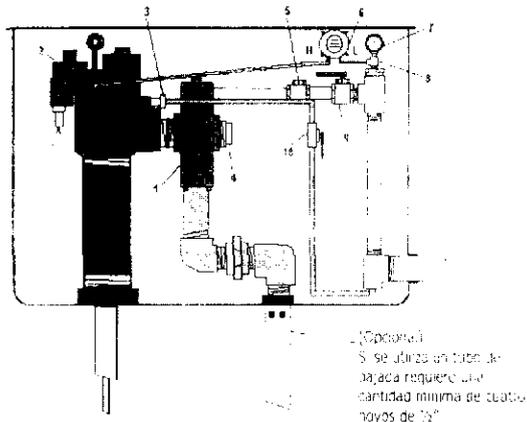


Figura 9
Minijet 9000

1. 9000-01 Mini-Jet, Fuente de Vacío Central del Sistema Healy
2. Conexión 1/4 de pulgada para el puerto de muestreo del tanque, Red Jacket
3. Válvula de Siphon, Red Jacket
4. Tapón de 2 pulgadas
5. Válvula Check del dren de Condensación # 9466 del Sistema Healy
6. Interruptor de presión # 93928 del Sistema Healy
7. Manómetro de Vacío (pulgadas en columna de agua)
8. Conexión "T" de 1/4 de pulgada para el manómetro de vacío
9. Válvula de bola de 1 pulgada, alistado con el UL (Underwriters Laboratories)
10. Válvula de bola de 1/4 de pulgada, alistado con el UL

CAPITULO II

PRUEBAS REALIZADAS EN ESTACIONES DE SERVICIO DURANTE LAS ETAPAS AL 0, 50 Y 100% DEL PROGRAMA DE SUPERVISIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LOS SRV's EN LA ZMVM

Estas pruebas tienen la finalidad de evaluar la hermeticidad, bloqueo y contrapresión de los sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio antes y después de la instalación de éstos, para asegurar el buen funcionamiento y seguridad de los sistemas que se instalen.

2.1 ETAPA 0%

2.1.1 Descripción

En esta etapa se determina la viabilidad técnica de la instalación del sistema de recuperación de vapores en la estación de servicio en evaluación.

La siguiente es una lista de los conceptos que se verifican en la visita de inspección al 0%:

EVALUACIÓN TÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES

Número	FASE I
Instalación mecánica en tanques	
001	La estación de servicio es obra nueva o se trata de remodelación
002	Verificar las pendientes de las tuberías
003	Número de tanques instalados en la estación de servicio
004	Capacidad de los tanques, en litros
005	Edad de los tanques
006	Verificar si los tanques son de doble pared o no
007	Marca y tipo de material de los tanques subterráneos
008	El registro de la motobomba tiene contenedor
009	La ubicación y diámetro de los venteos cumple con las especificaciones PEMEX-Refinación
010	Las boquillas para la descarga de combustible en tanques tiene contenedor
011	Capacidad del contenedor
012	La estación de servicio cuenta con SRV's
013	Marca y modelo del SRV's
Instalación eléctrica en tanques	
014	Potencia de las motobombas instaladas
015	Los tanques cuentan con un sistema de inventario
016	La instalación cumple con las especificaciones de PEMEX-Refinación

Una vez evaluada esta etapa se elabora un dictamen técnico en donde se indican los puntos en los cuales la instalación eléctrica y mecánica de la estación de servicio cumple con las especificaciones y normatividad aplicables.

2.2 ETAPA 50%

2.2.1 Descripción

Durante esta etapa se verificará que las características de los accesorios y equipos que componen el SRV's se suministren a la E.S. cumpliendo con las marcas y modelos evaluados por el IMP. Asimismo, se verificará que se instalen conforme al diseño de ingeniería (proyecto ejecutivo) específico de cada sistema aprobado por las autoridades.

La siguiente es una lista de los conceptos que se verifican en las visita de inspección al 50%:

Número	CONCEPTO
Instalación mecánica en tanques	
001	Tubería subterránea
002	Tubería del SRV's (pendiente mínima 1%)
003	Registro para la válvula no retorno de vapores (dry-break, cierre automático)
004	Tapa para la válvula (dry-break)
005	Empaque de la tapa en buen estado
006	Conexión tipo cruz/Conexión tipo T
007	Válvula de seguridad de vapores (esfera)
008	Adaptador para el llenado de tanques
009	Tapa para el adaptador del tanque subterráneo
010	Empaque de la tapa en buen estado
011	Tubo de llenado (tubo buzo)
012	Válvula para la prevención de sobrellenado
013	Contenedor de derrames
014	Válvula de drenado del contenedor
015	Tubería de venteo de 3" de diámetro
016	Válvula de presión vacío (Fase I)
Instalación mecánica en dispensarios	
017	Tubería del SRV's (pendiente mínima 1%)
018	Arrestador de flama (Hirt/Hasstech, Fase II)
019	Válvula de corte para el SRV's (shut-off, de cierre automático) y a NPT (nivel de piso terminado), (Fase II)
020	Anclaje de la shut off
021	Adaptador coaxial (manguera coaxial invertida , Fase II)
022	Manguera coaxial de 18" o 20" (Fase II)
023	Válvula de control de flujo (Fase II)

Número	CONCEPTO
024	Válvula de corte/cierre instantáneo (break-away, de cierre automático, Fase II)
025	Manguera coaxial de 10" o 12" (Fase II)
026	Pistola dispensadora (Fase II)
027	Generador de vacío (Fase II)
	Instalación eléctrica en tanques
028	Instalación eléctrica APE (a prueba de explosión)
029	Tubería conduit (sujeta adecuadamente) En registro de motobombas, control de inventarios y espacio anular
030	Registro para la válvula no retorno de vapores (dry-break)
031	Sellos tipo EYS (compuesto sellante / distancia especificada) En registro de motobombas, control de inventarios y espacio anular
032	Registros eléctricos En registro de motobombas, control de inventarios y espacio anular
033	Sistemas de tierras En motobomba y entrada hombre
034	Interruptores de Emergencia APE (a prueba de explosión) /Tipo hongo
035	Otras instalaciones dentro del área peligrosa APE
	Instalación eléctrica en dispensarios
036	Instalación eléctrica APE
037	Tubería conduit (sujeta adecuadamente)
038	Sellos tipo EYS (comprobante sellante / distancia especificada)
039	Registros eléctricos (caja de conexiones)
040	Sensor de líquidos (caja de conexión y glándula)
041	Sistema de tierras
042	Interruptores de emergencia (APE / Tipo hongo)
043	Generador de vacío Fase II
044	Otras instalaciones dentro del área peligrosa
	Componentes del Sistema de Recuperación de Vapores
045	Procesador de vapores (incinerador) Fase II Hasstech/ Hirt
046	Panel de Control Fase II Enviroentry/Hasstech-Hirt
047	Medidor de presión del SRV's (sensores) Fase II
048	Sistema de alarma y paro automático (Alarma sonora y visible)
049	Instalación general de la E.S.
050	Tuberías y conexiones herméticas

Una vez evaluada esta etapa se elabora un dictamen técnico en donde se indican los puntos en los cuales la estación de servicio cumple con las especificaciones y normatividad aplicables.

2.3 ETAPA 100%

En esta última etapa se verifica que los accesorios y equipos que componen el SRV's se suministren a la E.S. cumpliendo con las marcas y modelos evaluados por el IMP, además de verificar que la instalación del SRV's cumpla con lo indicado por el instalador en el proyecto ejecutivo aprobado por el IMP. También se verifica que la instalación mecánica y eléctrica de la E.S. cumpla con las especificaciones PEMEX-Refinación. En esta etapa se verifican la hermeticidad, pendiente y libre flujo de vapores de gasolina, a través de la tubería de recuperación de vapores.

2.3.1 Levantamiento

En esta primera prueba se verifica que todos los componentes (dispensario, sensores, válvulas, tuberías, mangueras, pistolas, alarma, motobomba, etc.) del Sistema de Recuperación de Vapores sean los apropiados de acuerdo a su aprobación, además de verificar que el sistema este bien instalado (eléctricamente y mecánicamente) con base en las especificaciones y normatividad mencionadas.

A continuación se presenta un formato de levantamiento que se utiliza para evaluar en campo, la inspección al 100%:



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÉTICOS

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EL AVANCE DEL 50% EN LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES EN ESTACIONES DE SERVICIO

ESTACIÓN DE SERVICIO No.
FECHA:
RAZÓN SOCIAL:
DIRECCIÓN:

MARCA Y MODELO DEL SRV's:

TELÉFONO:

CONCEPTO	MARCA/INSTALADA	MODELO INSTALADO	MATERIALES CUMPLEN ESP. PEMEX-REF.	OBSERVACIONES
INSTALACIÓN MECÁNICA EN TANQUES				
Tubería del SRV's (Pendiente mínima 1%)				
Registro para la Válvula no Retorno de Vapores (Dry-Break)				
Válvula de no Retorno de Vapores (Dry-Break)				
Conexión tipo Cruz / Conexión tipo T				
Válvula de seguridad de vapores (esfera)				
Tapa para la válvula Dry-Break				
Empaque de la tapa en buen estado				
Adaptador para Llenado de Tanque subterráneo.				
Tapa para el adaptador del Tanque subterráneo.				
Empaque de la tapa en buen estado				
Tubo de Llenado (tubo buzo)				
Válvula para la prevención de sobrellenado				

Componentes de Tanques					
Adaptador de Arreglo (1) (FII)					
Tubería de Venteo (1) de aluminio					
Valvula de presión Vacío (FII)					
INSTALACIÓN MECÁNICA EN DISPENSARIOS					
Tubería del SRV's (Pendiente mínima 1%)					
Arrestador de Flama (1) Int. Hasstech (FII)					
Valvula de corte para el SRV's (Shut-off) (FII)					
Anclaje de las Shut-off					
Adaptador Coaxial (1) emp. coax. Invertida (FII)					
Manguera Coaxial de 18" o 20" (FII)					
Valv. Control flujo, cierre inst. (Break-away) (FII)					
Manguera Coaxial de 18" o 12" (FII)					
Pistola Dispensadora (FII)					
Generador de Vacío (FII)					
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN TANQUES					
	Regis. Motobomba	Contrl. Inventarios	Espacio Anular		
Instalacion electrica API					
Tubería Conduit (1) Sujeta Ades. (adamentel)					
Sellos PYS (Comp. Sellante Dist. Especificada)					
Registros Eléctricos					
Sistema de Tierra					
Interruptores de Emergencia (API/ Tipo Hongo)					
Otras Inst. Dentro de Área Peligrosa (API)					
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN DISPENSARIOS					
Componentes					
Instalacion electrica API					
Tubería Conduit (1) Sujeta Ades. (adamentel)					
Sellos PYS (Comp. Sellante Dist. Especificada)					
Registros Eléctricos (1) ant. de conexiones					
Sensor de líquido (1) caja de conexión y glandelal)					
Sistema de Tierra					
Interruptores de Emergencia (API/ Tipo Hongo)					
Generador de Vacío (FII)					
Otras Inst. Dentro de Área Peligrosa (API)					
COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES					
	MARCA/INSTALADA	INSTALACIÓN MECÁNICA PEMEX-REF	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PEMEX-REF	MATERIALES CUMPLEN ESP. PEMEX-REF	OBSERVACIONES
Procesador de Vapores (1) generador (FII)					
Hasstech (1) Int)					
Panel de Control (FII) (1) Int. y sensores Hasstech (1)					
Medidor de Presión del SRV's (sensores) (FII)					
Sistema de alarma y para automáticos (Alarma Sonora y Visible)					
Instalacion general de la E.S.					
Tuberías y conexiones herméticas					
Instalacion electrica API					
Otras					

Anexos:

SUPERVISÓ

Instituto Mexicano del Petróleo

Representante de la
Autoridad

Representante de la
Compañía Instaladora

Titular o Representante
E.S.

2.3.2 Hermeticidad

En esta segunda etapa de prueba se verifica que no exista caída de presión en toda la tubería del SRV's y con todos los componentes conectados; en caso de que exista un procesador térmico para vapores, debe bloquearse y cada línea de retorno de vapores se presurizará con nitrógeno. En esta prueba es necesario que se realice a dos diferentes presiones a 2 y 5 pulgadas en columna de agua (p.c.a.).

2.3.2.1 Prueba de 2 p.c.a.

La prueba consiste en presurizar con nitrógeno a todo el sistema con una presión de 2 p.c.a., una vez que el sistema se encuentra a esta presión, se permiten cinco minutos de estabilización, para después registrar la presión cada minuto, durante cinco minutos, verificando que las lecturas no sean menores que la tolerancia permitida.

En la siguiente tabla se muestran las diferentes ecuaciones para calcular la tolerancia de la presión final en la prueba de 2 p.c.a.

Ecuaciones para la presión final a 2 p.c.a.	
No. Pistolas (N)	Ecuación
1-6	$P_f = 2 \exp(-500.887/V)$
7-12	$P_f = 2 \exp(-531.614/V)$
13-18	$P_f = 2 \exp(-562.455/V)$
19-24	$P_f = 2 \exp(-593.412/V)$
Mas de 25	$P_f = 2 \exp(-624.483/V)$

Donde : N es el número de pistolas, P_f es la presión mínima, en pulgadas columnas de agua, después de, cinco minutos, V es el espacio libre que ocupan los vapores en la instalación del SRV's y \exp es referido a la función exponencial.

2.3.2.2 Prueba de 5 p.c.a.

La prueba de 5 p.c.a. es similar a la anterior, solo que en algunos sistemas se puede verificar la alarma y el buen funcionamiento de la válvula de presión vacío en los venteos.

En la siguiente tabla se muestran las diferentes ecuaciones para calcular la tolerancia de presión final de 5 p.c.a..

Ecuaciones para la presión final a 5 p.c.a.	
No. Pistolas (N)	Ecuaciones
1-6	$P_f = 5 \exp(-473.330/V)$
7-12	$P_f = 5 \exp(-495.499/V)$
13-18	$P_f = 5 \exp(-515.195/V)$
19-24	$P_f = 5 \exp(-534.663/V)$
Mas de 25	$P_f = 5 \exp(-550.980/V)$

Donde N es el número de pistolas, P es la presión mínima en pulgadas columnas de agua, después de cinco minutos, V es el espacio libre que ocupan los vapores en la instalación del SRV's y \exp es referido a la función exponencial.

A continuación se presenta el formato "Prueba de hermeticidad mediante presión estática. Resumen de datos de la fuente evaluada".



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÉTICOS

ÁREA DE COMBUSTIÓN

PRUEBA DE HERMETICIDAD MEDIANTE PRESIÓN ESTÁTICA

RESUMEN DE LOS DATOS DE LA FUENTE EVALUADA

INFORMACIÓN DE LA FUENTE		PARÁMETROS NECESARIOS
NOMBRE Y DIRECCIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO	TITULAR O REPRESENTANTE DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO:	TIPO DE SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES FASE II:
CONDICIONES PERMITIDAS:	TEL:	(MARQUE UNO)
	FUENTE:	BALANCE :
	E. S. No.:	HIRT
	OBSERVACIONES:	HASSTECH
		OPW
		TOKHEIM
		GILBARCO
		HEALY
		ESTA INTERCONECTADO?
		SI: NC:

PARÁMETROS DE OPERACIÓN:

NÚMERO DE PISTOLAS ALIMENTADAS POR EL TANQUE No.1 _____

NÚMERO DE PISTOLAS ALIMENTADAS POR EL TANQUE No.2 _____

NÚMERO DE PISTOLAS ALIMENTADAS POR EL TANQUE No.3 _____

NÚMERO DE PISTOLAS ALIMENTADAS POR EL TANQUE No.4 _____

NÚMERO DE PISTOLAS ALIMENTADAS POR EL TANQUE No.5 _____

NÚMERO DE PISTOLAS ALIMENTADAS POR EL TANQUE No.6 _____

TOTAL DE PISTOLAS EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO: _____

REGULACIONES APLICABLES:	PARA USO OFICIAL:
--------------------------	-------------------

RESULTADOS Y COMENTARIOS DE LA FUENTE EN VERIFICACIÓN:

TANQUE No.:	1	2	3	4	5	6
1.- TIPO DE GASOLINA (PREMIUM O MAGNA SIN)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2.- CAPACIDAD NOMINAL DEL TANQUE (LITROS)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3.- VOLUMEN DE GASOLINA (LITROS)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4.- ESPACIO VACÍO EN EL TANQUE (LITROS)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5.- PRESIÓN INICIAL (p.c.a.)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
6.- PRESIÓN INICIAL DESPUES DEL REPOSO	_____	_____	_____	_____	_____	_____
7.- PRESIÓN DESPUÉS DE 1 MINUTO (p.c.a.)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
8.- PRESIÓN DESPUÉS DE 2 MINUTOS (p.c.a.)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
9.- PRESIÓN DESPUÉS DE 3 MINUTOS (p.c.a.)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10.- PRESIÓN DESPUÉS DE 4 MINUTOS (p.c.a.)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
11.- PRES.FINAL DESPUÉS DE 5 MIN. (p.c.a.)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
12.- RESULTADO PRES.FINAL DE TABLAS	_____	_____	_____	_____	_____	_____
13.- RESULTADO DE PRUEBA (CUMPLE O NO CUMPLE)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
14.- FLUJO UTILIZADO EN LA PRUEBA (PIES ³ /MIN)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
15.- NUMERO DE OPORTUNIDADES EN LA PRUEBA	_____	_____	_____	_____	_____	_____

NOMBRE Y FIRMA DE LA COMPAÑÍA INSTALADORA DEL SRV's:	NOMBRE Y FIRMA DEL TITULAR O REPRESENTANTE DE LA E.S.:
PRUEBA REALIZADA POR:	FECHA DE REALIZACIÓN:
COMPañía INSTALADORA: INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO	

2.4 CONTRAPRESIÓN

2.4.1 Descripción

Esta prueba debe realizarse después de haber aprobado la prueba de hermeticidad. La prueba de contrapresión o prueba seca, llamada así por no involucrar el bloqueo intencional con combustible de las líneas de recuperación de vapores, simula la presión requerida para forzar los vapores al regresar al tanque de almacenamiento durante el llenado del tanque del vehículo. El procedimiento consiste en pasar nitrógeno a través de la línea de retorno de vapores a diferentes flujos volumétricos (19, 26 y 38 litros por minuto). En las tuberías que presentan obstrucciones en la trayectoria de retorno de vapores se restringe el flujo y tienen como resultado un alto valor (mayor que 0.16, 0.35 y 0.62 p.c.a. a sus respectivos flujos).

Una tubería que no cumpla con la pendiente (mínima de 1%) o que tenga *estrangulamiento*, o *reducción del diámetro al recomendado en las especificaciones de Pemex-Refinación*, provoca en el SRV's una baja en la eficiencia y en la tasa volumétrica.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes flujos en los que se maneja en la prueba, con sus respectiva tolerancia de la presión dinámica en columna de agua

Flujo de Prueba CFH (pies cúbicos por minuto)	Flujo de Prueba LPM (litros por minuto)	Tolerancia Presión Dinámica PCA (pulgadas en columna de agua)
40	19	0.16
60	28	0.35
80	38	0.62

A continuación se presenta el formato utilizado para el registro de los datos obtenidos en campo durante la realización de la prueba dinámica a contrapresión.



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÉTICOS
ÁREA DE COMBUSTIÓN

FECHA: ___/___/___

ESTACIÓN DE SERVICIO No.: E.S.- _____ TEL: _____
TITULAR O REPRESENTANTE DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO: _____
NOMBRE Y DIRECCIÓN DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO: _____

MARCA DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES FASE II: _____
COMPAÑÍA INSTALADORA: _____

PRUEBA DINÁMICA A CONTRAPRESIÓN

Tiempo (s)	Número De Dispensario	Flujo de nitrógeno Alimentado (LPM)	Valor mínimo de presión registrado en la oscilación del manómetro (p.c.a.)	Valor máximo de presión registrado en la oscilación del manómetro (p.c.a.)	Diferencia entre el valor máximo menos el valor mínimo de presión (p.c.a.)
0		19			
20		19			
40		19			
60		19			

Tiempo (s)	Número De Dispensario	Flujo de nitrógeno Alimentado (LPM)	Valor mínimo de presión registrado en la oscilación del manómetro (p.c.a.)	Valor máximo de presión registrado en la oscilación del manómetro (p.c.a.)	Diferencia entre el valor máximo menos el valor mínimo de presión (p.c.a.)
0		28			
20		28			
40		28			
60		28			

Tiempo (s)	Número De Dispensario	Flujo de nitrógeno Alimentado (LPM)	Valor mínimo de presión registrado en la oscilación del manómetro (p.c.a.)	Valor máximo de presión registrado en la oscilación del manómetro (p.c.a.)	Diferencia entre el valor máximo menos el valor mínimo de presión (p.c.a.)
0		38			
20		38			
40		38			
60		38			

NOMBRE Y FIRMA DE LA COMPAÑÍA INSTALADORA DEL SRV'S: _____		NOMBRE Y FIRMA DEL TITULAR O REPRESENTANTE DE LA E.S.: _____	
PRUEBA REALIZADA POR: _____	COMPAÑÍA INSTALADORA: _____ INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO	FECHA DE REALIZACIÓN: _____	

2.5 BLOQUEO

2.5.1 Descripción

Para asegurar la efectividad de los Sistemas de Recuperación de Vapores se realiza esta última prueba, en donde se verifica que la trayectoria de retorno de vapores deberá estar libre de obstrucciones como puede ser la acumulación de líquidos en las mangueras o tuberías entrapando el flujo de vapores hacia el tanque de almacenamiento. La prueba de obstrucción o prueba mojada, llamada así, por involucrar el bloqueo intencional con vapores, está diseñada para detectar puntos bajos en la tuberías en donde los líquidos pueden acumularse. Esta prueba es simulada con tres flujos volumétricos de nitrógeno (19, 28 y 38 litros por minuto) al igual que la prueba de contrapresión.

Esta prueba utiliza el mismo formato de campo de la prueba de contrapresión.

Una vez terminada esta etapa, se realiza un dictamen técnico en donde se indica que la instalación cumple con los requisitos técnicos mínimos necesarios para el buen funcionamiento del SRV's.

2.6 ETAPA IN SITU

2.6.1 Antecedentes

Conforme al programa de instalación de SRV's en estaciones de servicio ubicadas en la ZMVM, este método fue realizado por IMP, con base a los procedimientos del CARB (California Air Resources Board) referida a la norma TP-201.2 y la experiencia del IMP desde el año de 1995.

2.6.2 Objetivos

1. Determinar el porcentaje de eficiencia y relación de tasa volumétrica del SRV's de la Fase II en estaciones de servicio.
2. Verificar que los SRV's instalados en la estación de servicio cumplan con los valores de eficiencia de recuperación de vapores indicados en el punto 4.5 de la NOM-092-ECOL-1995.
3. Verificar que los SRV's instalados en la estación de servicio cumpla con los valores de tasa volumétrica de recuperación de vapores indicados en los puntos 4.2, 4.2.1 y 4.3 de la NOM-092-ECOL-1995.

2.6.3 Procedimiento de prueba

El presente procedimiento se aplica para la determinación de la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores en la Fase II, instalados en las estaciones de servicio.

Asimismo aplica para cualquier emisión de vapores asociados con el despacho de cualquier fluido volumétrico, para la aplicación de los vapores de hidrocarburos totales (HCt) referidos con el despacho de gasolina.

2.6.3.1 Preparación previa a la prueba

1. Verificar algún cambio realizado en la instalación del SRV's de acuerdo al procedimiento realizado por el IMP, para la visita del 100% y comparar con lo que se encuentre instalado realmente en la estación de servicio (deben de corresponder los componentes instalados y la instalación del SRV'S de acuerdo al **proyecto ejecutivo**).

2. Prueba de caída de presión. Se realizarán pruebas de hermeticidad a 2 p.c.a. y 5 p.c.a. de acuerdo al procedimiento realizado por el IMP para la prueba del 100%.

2.6.3.2 Desarrollo de la prueba

1. Identificar los puntos de muestreos.

Durante este periodo de despacho se tomarán muestras de la concentración de hidrocarburos totales (HCt), temperatura, presión y flujo de los vapores en dos o cuatro puertos de muestreo, dependiendo del sistema instalado.

- a. Puerto 1. Punta de la pistola (**Boot**)
- b. Puerto 2. Línea de recuperación de vapores (**dispensario**)
- c. Puerto 3. Válvula de venteo (**tubo de venteo**)
- d. Puerto 4. Procesador de vapores (**incinerador de vapores**)

En la Figura 10 se muestra los puntos de muestreo en el Sistema de Recuperación de Vapores.

2. Seleccionar el dispensario para realizar la prueba. (con base en los planos del proyecto ejecutivo aprobado)

El dispensario tiene que ser el más crítico, puesto que en éste se incluyen el mayor número de accesorios en la tubería, así como pérdidas por fricción.

PUERTOS DE MUESTREO DE LA PRUEBA DE TASA VOLUMÉTRICA Y EFICIENCIA
"IN-SITU"

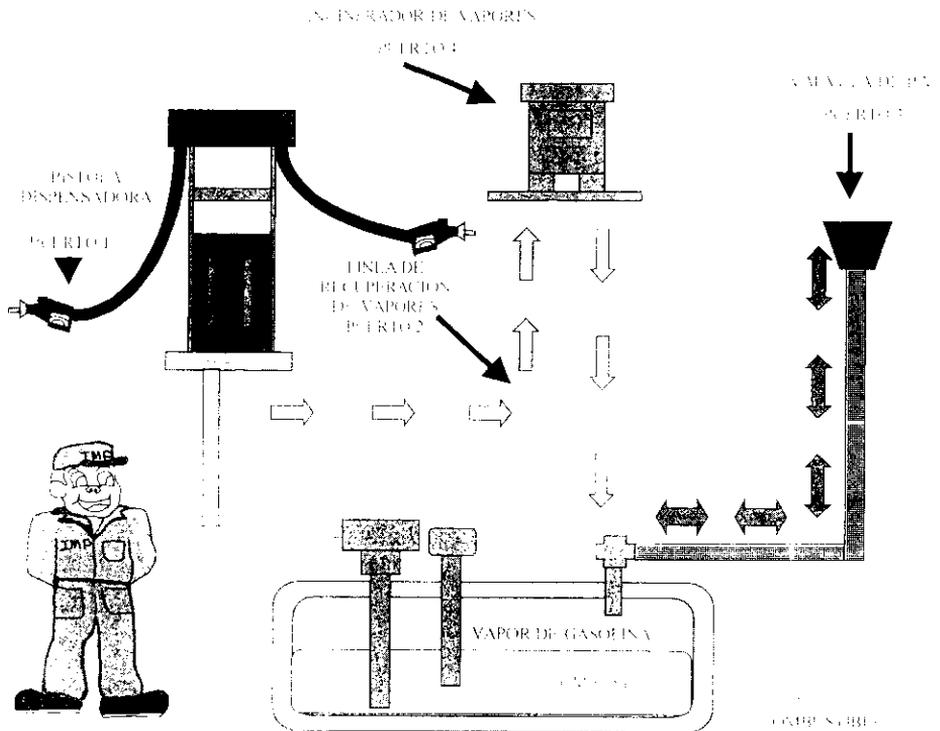


Figura 10
Puntos de Muestreo

3. Ubicar la unidad móvil cerca del punto de muestreo (dispensario) con acceso a la conexión eléctrica (220 [V] bifásica, con 20 [A], en cada fase) conjuntamente aterrizar la unidad a la tierra física.

Cortar el suministro de la energía eléctrica en el punto donde se conectará la toma de corriente (pastilla disponible del tablero de interruptores en el cuarto de control, teniendo como referencia un multímetro de alto rango efectuar una medición en el tablero del interruptor general del cuarto de control de la estación de servicio. Identificar las líneas a 220 [V] y 127 [V] y la tierra física, que por lo regular se encuentra aterrizada en el tablero. Energizar y medir en la clavija del cable hacia el rack (gabinete donde se encuentran todos los equipos de prueba), el voltaje y efectuar la conexión del cable en el tablero del rack, previamente con los interruptores apagados (del rack).

4. Encendido de equipos de acuerdo al siguiente orden:
 - a. El compresor de aire.
 - b. Las fuentes de aire zero conjuntamente con los calibradores dinámicos.
 - c. Los analizadores de HCt, registradores de datos, bombas, y computadora.
5. Purga del compresor las sondas de muestreo.

Una vez encendido el compresor y después de haber sido llenado su tanque de almacenamiento, abrir la válvula para purga en el fondo del tanque hasta que salga toda el agua condensada. Posteriormente conectar de la salida del compresor hacia la entrada de las sondas y soplear hasta que se elimine toda el agua condensada humedad existente en el interior de las mismas.

6. Calibración de los analizadores de HCt, después de 2 horas de calentamiento.

a. Calibración del zero

Conectar el aire del compresor a la entrada de la fuente de aire zero a una presión de 25-30 [psi] y a una temperatura de 350 [°C], posteriormente conectar de la salida de la fuente de aire zero a la entrada del calibrador dinámico en donde se indica para zero. Por último conectar de la salida del calibrador dinámico a la entrada de los analizadores. Calibrar con aire libre de hidrocarburos y humedad en los dos rangos del 10% y 100% los dos analizadores de HCt (teniendo como referencia los manuales de operación de los equipos).

b. Calibración con gas span

Conectar el gas span a la entrada del calibrador dinámico y posteriormente de la salida del calibrador conectar a la entrada del analizador de HCt. La concentración del gas debe estar por arriba del 50% de su rango según especificaciones del manual de operación del analizador.

7. Selección del vehículo a muestrear.
 - a. Los modelos y marcas de los vehículos serán representativos de la ZMVM y/o de acuerdo a las listas que proporcione la Comisión Ambiental Metropolitana.
 - b. El volumen mínimo de combustible suministrado al vehículo durante la prueba deberá ser de 15 litros.
 - c. Para la realización de esta prueba se evaluarán una flotilla de 30 vehículos por estación de servicio.
8. Prueba de hermeticidad al tanque del vehículo seleccionado

En campo únicamente se revisará que no tenga fugas visibles el tanque del vehículo.

9. Monitoreo durante el tiempo de suministro de combustible al vehículo.

Previo al monitoreo se deben instalar todos los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la medición, tales como:

- a. Gasómetros y manómetros en la línea de la recuperación de vapores en la parte inferior del dispensario.
- b. Un termopar en la entrada del gasómetro.

Una vez instaladas las sondas de muestreo y los demás equipos (mangueras, válvulas entre otros) en la línea de recuperación de vapores del dispensario y en el boot (adaptador que se coloca en la punta de la pistola para capturar los vapores de hidrocarburos totales) en la boquilla de llenado del tanque del vehículo; al momento de efectuar el despacho de combustible al vehículo iniciar el monitoreo abriendo las válvulas de paso y una vez terminado el despacho de combustible, cerrar las válvulas de paso en las sondas de muestreo.

10. Anotar las lecturas de la concentración de hidrocarburos remanente leídas en el analizador del boot procedentes de la pistola de despacho

- a. Llenar los formatos de campo.

11. Anotar lecturas de Hidrocarburos recuperados en la línea de recuperación de vapores leídas en el analizador del SRV's.

- a. Llenar los formatos de campo.

12. Anotar lecturas de temperatura, presión y flujo másico en cada uno de los puntos de monitoreo en los formatos de campo (ver formatos de "Datos de campo obtenidos durante la evaluación in situ de los Sistemas de Recuperación de Vapores en estaciones de servicio").

13. Anotar cantidad de líquido despachado en el formato de campo.
14. Purgar las sondas después de cada prueba por vehículo.
15. Para el monitoreo de cada vehículo repetir desde los puntos 7 al 14.
16. Después de la jornada laboral purgar las sondas y apagar equipo.

CAPITULO III EQUIPO DE PRUEBA IN SITU

Este capítulo lo conforman dos partes principalmente: el hardware, que se refiere al acoplamiento de señales e instalación del equipo de prueba (rack) y al software, se refiere a la adquisición de datos (hidrocarburos totales, temperatura y presión).

3.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Nuestro equipo de prueba consta de 6 elementos: un registrador de datos, un analizador de hidrocarburos, un calibrador dinámico, una fuente de aire zero, un compresor de aire y una bomba de vacío.

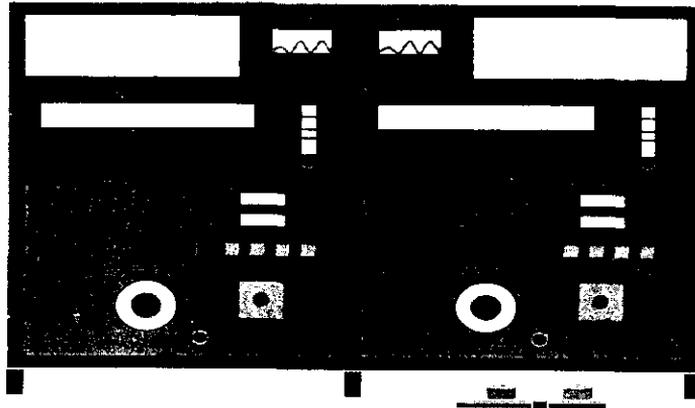
Equipo	Características
Registrador Progeny RSX – Video Recorder Es un registrador multi-función el cual guarda, despliega y procesa la información. El registrador es un dispositivo complejo electrónico que puede tomar mediciones de señales eléctricas muy pequeñas.	Alta resolución en el display de cristal líquido (LCD), capacidad simultanea de 16 colores diferentes, contiene 8 botones de control, panel frontal por el cual se puede acceder a un disco 3 1/2" de alta densidad, tiene 6 canales de entrada, registra y almacena la información de las variables, el nivel de voltaje de las entradas analógicas es de 0-5 [V] y el nivel de corriente de las entradas analógicas es de 0-20 [mA].
Telegan Gas Monitoring 7000 Series Analizador de Hidrocarburos El Telegan de la serie 7000 es instrumento designado para un rack o banco de monitoreo que proporciona una medida comparativa de la concentración de un gas según los requerimientos especificados.	El centro del analizador es un banco óptico, el cual determina la concentración de hidrocarburos usando una absorción con rayos infra-rojos (modelos: SB – Single Beam, DB – Double Beam y FR – Rotating Filter) o técnicas paramagnéticas (Oxígeno). El Telegan 7000 es un microprocesador que controla todas las funciones asociadas con el banco óptico. Para facilidad de su uso contiene un display y un panel de teclas. Todas las operaciones se ejecutan por vía panel de teclado y con la ayuda de menús que éste presenta en forma gráfica.

Equipo	Características
<p>Thermo Enviromental Instruments Inc. Sistema Dinámico de Calibración Modelo 146</p> <p>El modelo 146 de Thermo Enviromental es un calibrador dinámico multipunto para diferentes gases, diseñado para cumplir las especificaciones de la U.S.E.P.A. para calibración multipunto.</p>	<p>Control de caudal máxico: gas zero 10 [lpm] (litros por minuto) y gas span 100 [cc/min] (centímetros cúbicos por minuto), exactitud: $\pm 1\%$ F.S. (factor de servicio), linealidad: 0.5% F.S., repetibilidad: $\pm 0.2\%$ F.S..</p> <p>Se puede dividir en los siguientes componentes:</p> <p>La alimentación de corriente continua genera voltajes dc necesarios +24 [V] sin regular para los solenoides, ± 15 [V] regulados para el amplificador y +5 [V] regulados para los circuitos integrados. La regulación se obtiene mediante reguladores de tensión monolíticos. También contiene tarjetas de circuitos impresos.</p>
<p>Thermo Electron Instruments Fuente de Aire Zero Modelo 111</p>	<p>Proveer aire libre de impurezas (hidrocarburos totales) y humedad mediante cartuchos de carbón activado a una temperatura de 350°C</p>
<p>Compresor de Aire</p>	<p>Proporciona aire, a la fuente de aire zero.</p>
<p>Bomba de Vacío</p>	<p>Tiene la función de succionar la muestra para el analizador de hidrocarburos totales.</p>

Registrador Progeny RSX
 Video Recorder

Analizador de
 Hidrocarburos

Fuente de
 Aire Zero

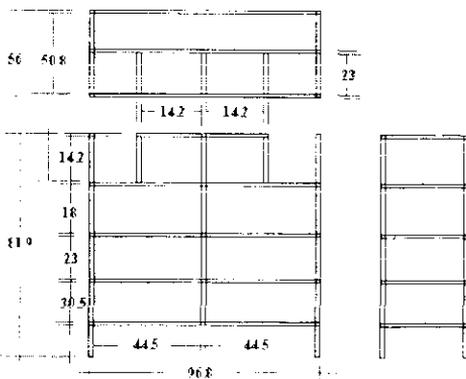


Calibrador
 Dinámico



Bombas de Vacío

Compresor



Anotaciones en cm
 Grosor del tubular 2"

Figura 11
 Equipo de prueba in situ y dimensiones del equipo

Se realizaron las siguientes mediciones de los diferentes circuitos integrados que contiene el manómetro digital. Las mediciones son las siguientes:

Circuito	Sensor (SMI 17)						
	Presión	P_{man}	$P_{PCA}=1.645$	$P_{PCA}=2.435$	$P_{PCA}=3.025$	$P_{PCA}=3.545$	$P_{PCA}=5.82$
Terminal							
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	2.3	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.33
5	1.28	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
6	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
7	1.28	1.29	1.29	1.3	1.3	1.3	1.31
8	2.3	2.31	2.31	2.31	2.31	2.32	2.33

Tabla 1
Datos referidos al sensor

Una vez obtenidas las mediciones, el criterio que se toma para elegir los datos es que tengan una variación de voltaje con relación a la presión y que esta este referida a una función lineal, para que posteriormente esta función se programe en el registrador.

Presión (Y)	Voltaje (X)
0	1.28
1.645	1.29
2.435	1.29
3.025	1.3
3.545	1.3
5.82	1.31

Tabla 2
Datos referidos de la tabla 1 de la terminal 7

$\Delta V = 0.03$, diferencial de voltaje

Una vez elegidos los datos realizamos la **regresión lineal**, que es una estimación adecuada a una ecuación lineal. Esta se realizó por medio de una calculadora que contiene el método de los mínimos cuadrados. La ecuación es la siguiente:

$$P = -232.1209 + 181.3636 \cdot V$$

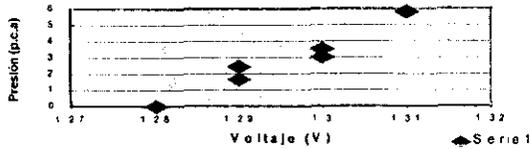
Ecuación 1

Para determinar de una manera cualitativa, lo bien que una recta o curva dada describe la relación entre variables, utilizamos el parámetro de dispersión, que es el **coeficiente de correlación (r)**, que es el grado de relación entre variables.

$$r = 0.9754, \text{ coeficiente de correlación}$$

Otra medida de dispersión es la **varianza** que es el cuadrado de la desviación estándar (error típico de la estima).

$$\sigma^2 = 0.01995, \text{ varianza}$$



Gráfica 1
Relación presión/voltaje del sensor

Todo este procedimiento se realiza para demás circuitos integrados.

Circuito	Amplificador Operacional 1 (LMC 6022)							
Presión	P _{man}	P _{p.c.a} =1.645	P _{p.c.a} =1.83	P _{p.c.a} =2.45	P _{p.c.a} =3.02	P _{p.c.a} =3.535	P _{p.c.a} =4.97	P _{p.c.a} =5.82
Terminal								
1	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
2	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
3	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
6	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
7	2.3	2.31	2.31	2.31	2.31	2.32	2.33	2.33
8	7.41	7.36	8.31	8.31	8.31	8.28	8.3	8.26

Tabla 3
Datos referidos al amplificador operacional 1

Presión (Y)	Voltaje (X)
0	2.3
1.645	2.31
1.83	2.31
2.45	2.31
3.02	2.31
3.535	2.32
4.97	2.33
5.82	2.33

Tabla 4
Datos referidos a la tabla 3 de la terminal 7

$$\Delta V = 0.03$$

$$P = -387.1668 + 168.5 \cdot V$$

Ecuación 2

$$r = 0.9616 \quad s^2 = 0.01957$$



Gráfica 2
Relación presión/voltaje del amplificador operacional 1

Circuito	Amplificador Operacional 2 (OP 295)							
Presión	P _{man}	P _{p.c.a.} =1.63	P _{p.c.a.} =1.85	P _{p.c.a.} =2.435	P _{p.c.a.} =3.02	P _{p.c.a.} =3.035	P _{p.c.a.} =4.945	P _{p.c.a.} =5.82
Terminal								
1	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
2	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
3	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
6	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
7	1.36	0.93	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87	0.85
8	7.4	7.34	8.33	8.31	8.31	8.28	8.3	8.26

Tabla 5
Datos referidos al amplificador operacional 2

Presión (Y)	Voltaje (X)
0	1.36
1.63	0.93
1.85	0.92
2.435	0.91
3.02	0.89
3.035	0.88
4.945	0.87
5.82	0.85

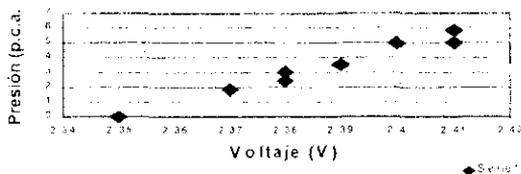
Tabla 6
Datos referidos a la tabla 5 de la terminal 7

$$\Delta V = 0.51$$

$$P = 10.5396 - 0.8922 * V$$

Ecuación 3

$$r = -0.7302 \quad s^2 = -0.2265$$



Gráfica 4
 Relación de presión /voltaje del amplificador operacional 3

En esta última tabla se realizó la medición, sin encontrar la relación presión/voltaje que se buscaba.

Concepto	Datos (Convertidor A/D del display)							
Presión	P_{max}	$P_{p.c.a.}=1.65$	$P_{p.c.a.}=1.85$	$P_{p.c.a.}=2.44$	$P_{p.c.a.}=3.02$	$P_{p.c.a.}=3.52$	$P_{p.c.a.}=5.0$	$P_{p.c.a.}=8.82$
Terminal								
1	4.72	4.7	5.6	5.57	5.55	5.54	5.54	5.54
2	4.41	7.38	8.34	8.31	8.29	8.28	8.28	8.28
3	4.72	4.7	5.6	5.57	5.55	5.54	5.54	5.54

Tabla 9
 Datos referidos al convertidor A/D del display del manómetro digital

Para poder elegir cual de todas las mediciones es la óptima se tomó como criterio la linealidad de los datos y el rango de voltaje. Se eligió en este caso las lecturas del amplificador operacional 3, el cual cumplió con la linealidad y obtuvo mayor rango de voltaje.

Una vez seleccionado el circuito integrado, se realizó la conexión al registrador el cual realiza la adquisición de la señal de voltaje, ésta es referida a la ecuación lineal obtenida y es programada al registrador, en la sección de variables calculadas como en el almacenamiento de esta.

En el apéndice E se presentan las hojas de especificaciones técnicas de los circuitos integrados utilizados.

3.3 CONEXIONES GENERALES

En esta sección indicaremos las conexiones internas del equipo de prueba de tasa volumétrica y eficiencia (in situ).

3.3.1 Conexión al analizador de hidrocarburos

Principalmente se tiene dos tipos de conexión manual para obtener la muestra: simple y con dilución (consiste en reducir el rango de medición), esto se debe al tipo de Sistema de Recuperación de Vapores que se esta evaluando, es decir, si el sistema es centralizado (Hirt, Hasstech, Healy) o descentralizado (OPW Vapor-EZ, Tokheim y Gilbarco Vapor-VAC), ya que las condiciones de operación (presión) son distintas.

DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA LOS ANALIZADORES DE HIDROCARBUROS

Conexiones para el Analizador de Hidrocarburos

- 1 Entrada gas span por el canal A
- 2 Salida de la fuente de aire zero, mezcla ó dilución de la muestra
- 3 Entrada muestra al analizador de hidrocarburos totales
- 4 Entrada a la fuente de aire zero del compresor
- 5 Entrada gas span por el canal A al calibrador 2
- 6 Salida de la fuente de aire zero, mezcla ó dilución de la muestra al calibrador 2
- 7 Entrada de la muestra al analizador 2 de hidrocarburos totales

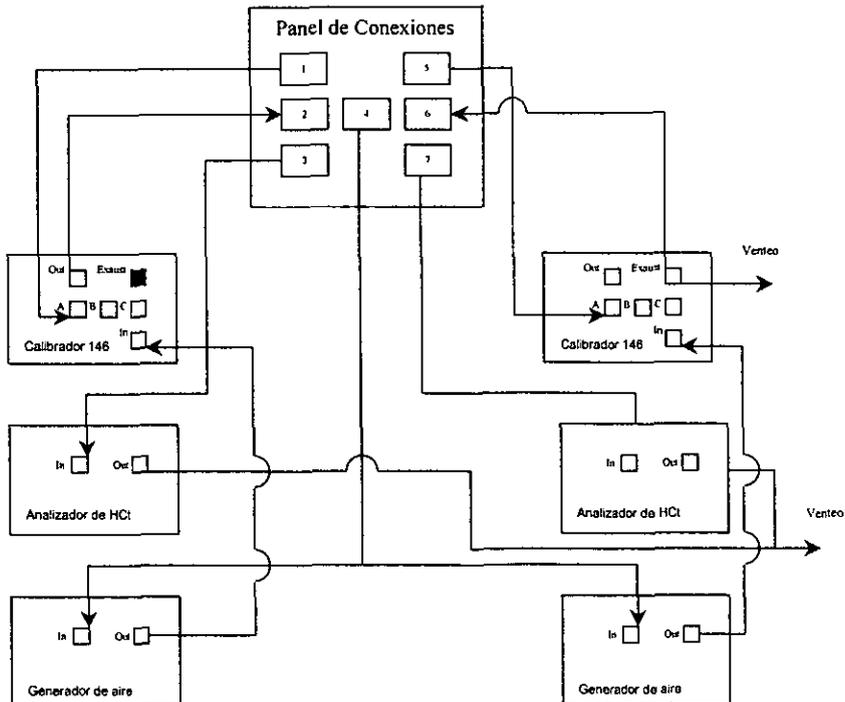


Figura 12
Conexiones manuales para obtener la muestra

3.3.2 Conexión de Temperatura y Presión

DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA LOS TERMOPARES Y PARA LA PRESIÓN

- 1 El Termopar 1 y el Manómetro 1 corresponden a SRV's
- 2 El Termopar 2 y el Manómetro 2 corresponden a Boot

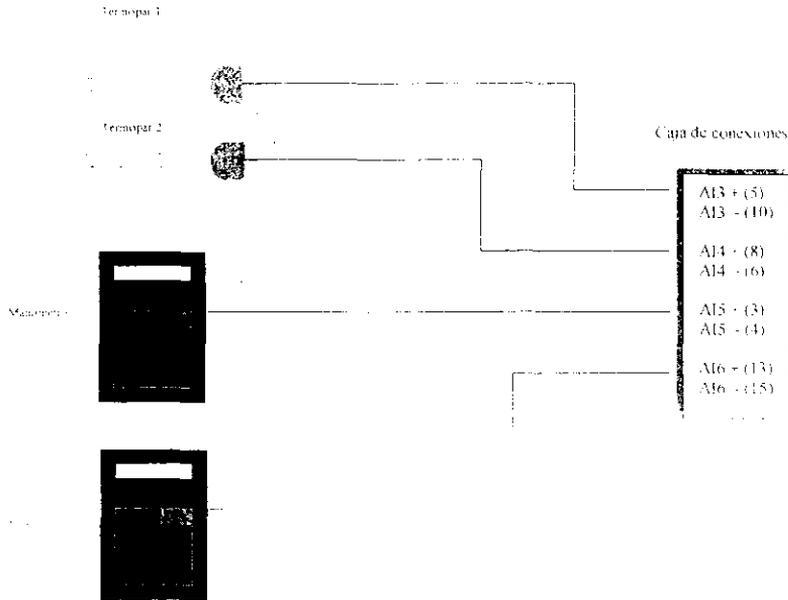


Figura 13
 Conexiones de temperatura y presión

3.3.3 Conexión al registrador

DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA EL REGISTRADOR

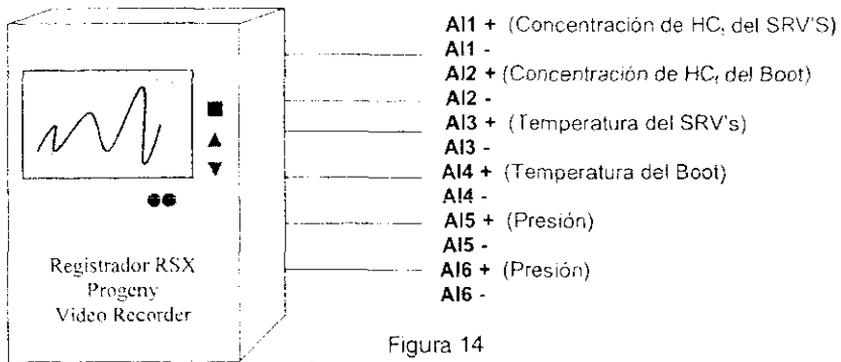


Figura 14
 Conexiones al registrador

3.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EQUIPO DE PRUEBA DE EFICIENCIA Y TASA VOLUMÉTRICA

En la instalación eléctrica se establecen disposiciones técnicas de carácter general y que deban cumplir con la norma oficial mexicana NOM-001-SEMP-1994.

Para realizar el cálculo de la potencia máxima total demandada se muestra a continuación una tabla de los equipos a utilizar con sus respectivas características eléctricas.

Posición	Equipo	Características	Cantidad	Potencia _{máx} que demanda [Watts]
1	Registrador Progeny RSX	85-265 VAC 45 VA 2 A 50/60 Hz	2	45
2	Analizador de Hct	110 V 2 V 120 VA 50/60 Hz	2	145
3	Calibrador Dinámico	110 V 2 A 50/60 Hz	2	145
4	Fuente de Aire Zero	115V 3A	2	165
5	Compresor	3.3/4.1 A 115V 1725/1450 RPM SF 3.7/4.1 A 1/6 HP	1	202
6	Bomba de Vacío	110/115 V 50/60 Hz 1.8/1.5 A 1/20 HP	1	60
7	Bomba de Vacío	115 V 1.8 A 60 Hz	1	60
8	Computadora Laptop	250 W 50/60 Hz	1	250
9	Impresora	250 W 50/60 Hz	1	250

Potencia_{máx} Total Demandada: 1802 [Watts] es la suma total de la potencia demanda (suma total es la cantidad por potencia de cada equipo de todas las posiciones).

Sistema de alimentación requerida: bifásica (dos fases, cuatro hilos).

Factor de potencia: 0.85, éste valor es recomendado por la Comisión Federal de Electricidad.

Tensión requerida 220 [Vca]

Cálculo del Equipo de Medición al Tablero para obtener el número de calibre del cable a utilizar.

Cálculo de la Corriente Nominal

$$I_n = \frac{P_{2\phi}}{2VF_p}$$

Ecuación 5

donde: I_n es la corriente nominal, $P_{2\phi}$ es la potencia real bifásica, V es voltaje nominal y F_p es el factor de potencia.

Por lo tanto $I_n = 8.35 [A]$

Para el cálculo de la sección transversal del conductor utilizamos la siguiente ecuación

$$\%e = \frac{4LI_n}{Vs}$$

Ecuación 6

donde: %e es la caída de tensión expresada en por ciento, L es la longitud del conductor, I_n es la corriente nominal y s es la sección transversal.

Despejando s de la ecuación 2, obtenemos que $s = 4.38 \text{ mm}^2$, con este dato podemos seleccionar el calibre del conductor, de la tabla 610-14 de la norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas NOM-001-SEMP-1994.

Por lo tanto el número de calibre del conductor es **10**. Se utilizó en la práctica un cable de uso rudo calibre No. 8.

A continuación se muestra un diagrama unifilar de la instalación eléctrica.

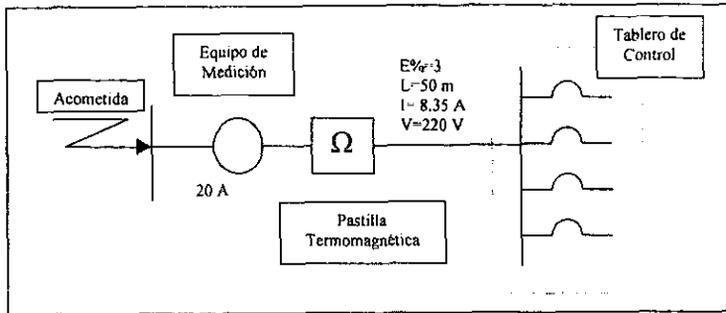


Figura 15
Diagrama unifilar

Cálculo del tablero a la carga para calcular el número de calibre del cable y el diámetro de la tubería de la instalación eléctrica del rack.

Cálculo de la corriente nominal

Sistema de alimentación requerida monofásica (una fase, tres hilos)

Potencia_{máx} total demandada: 910 [Watts] es la suma de la potencia de seis equipos referida a la capacidad de cada pastilla termomagnética.

Factor de potencia: 0.85, éste valor es recomendado por la Comisión Federal de Electricidad.

Caída de tensión: 2% es la recomendada por la Norma Oficial de Instalaciones Eléctricas NOM-001-SEMP-1997.

Longitud del conductor: 10 [m] es la distancia que hay de un dispensario al cuarto de control.

Tensión requerida: 127 [Vca]

De la ecuación 1, obtenemos que la corriente nominal $I = 8.43\text{ [A]}$ por lo tanto las pastillas termomagnéticas tendrán un valor de 10 [A] y de la ecuación 2, tenemos que la sección transversal del conductor es $s = 1.33\text{ mm}^2$.

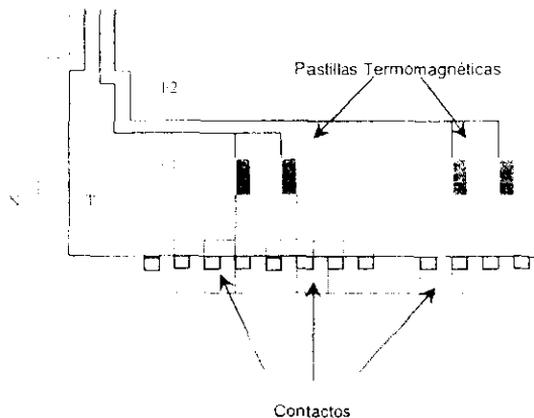
De la tabla 310-17 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEMP-1994, se obtiene el calibre del conductor **No. 14**.

Para el cálculo de la tubería tenemos 4 conductores de calibre No. 14 con un factor de área disponible mm^2 del 40% el valor de la tubería eléctrica del rack es de T-1/2" (símbolo que significa diámetro de 1/2 pulgada).

Para fines mas prácticos se utilizó una tubería de T-19 & .

Para la canalización del sistema eléctrico se utilizó tubería conduit rígida y flexible de pared delgada, el cual nos permite utilizarlo en todo tipo de atmósfera (secas o húmedas, exteriores e interiores).

Para las cajas eléctricas se utilizaron 12 de tipo apagador con tapa para contacto doble, esta es la terminación que permite acomodar las llegadas y proporcionar salidas. Para su selección se tomo los siguientes aspectos: el número de conductores que entran, el tipo y el número dispositivos que conectan a la caja y el método de alambrado usado.



Donde: F1 es Fase 1, F2 es Fase 2, N es Neutro y T es Tierra

Figura 16
Conexión Física de la Instalación Eléctrica

3.5 INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE PRUEBA DE TASA VOLUMÉTRICA Y EFICIENCIA

En este punto podemos observar las conexiones de una manera mas global, es decir, desde el punto de muestreo (dispensario) hasta el equipo de prueba de eficiencia y tasa volumétrica.

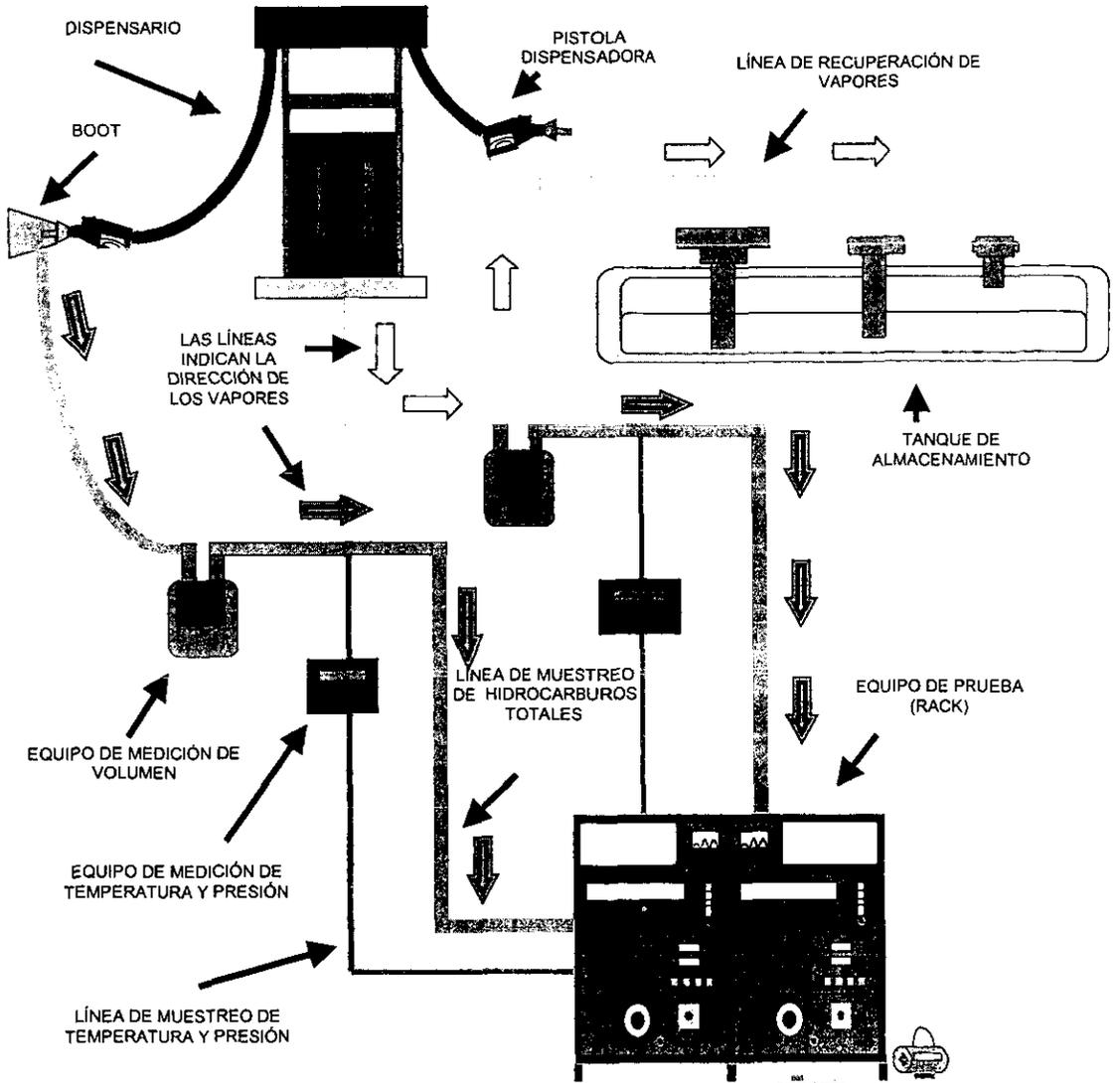


Figura 17
Instalación del equipo de prueba in situ

3.6 VALIDACIÓN

El método de validación es el proceso que demuestra, que un método analítico sea aceptable para un propósito en específico.

El proceso consiste en cuatro pasos: la validación del software, la validación/calificación del hardware, el método de validación y estabilidad del sistema.

3.6.1 Validación del Software

La validación del software se realiza por medio del Registrador Progeny RSX, Video Recorder, este Registrador tiene la facilidad de obtener la información a través de un disco flexible de 3½, una vez grabada la información esta se transfiere a una computadora personal PC.

El Software contiene a la vez dos facetas: una es el software del mismo registrador donde se obtiene tendencias de las variables ha utilizar además de que se tiene la facilidad de exportar los datos a una hoja de Excel (FID, formato de intercambio de datos), el otro es un diseño de los formatos ha utilizar por medio de una interfaz con Visual Basic, esta interfaz se tiene una pequeña programación del manejo de información.

En el software del registrador, podemos hacer un análisis más detallado de los puntos más críticos, obteniendo al mismo tiempo el valor de la concentración de hidrocarburos totales, la temperatura y la presión.

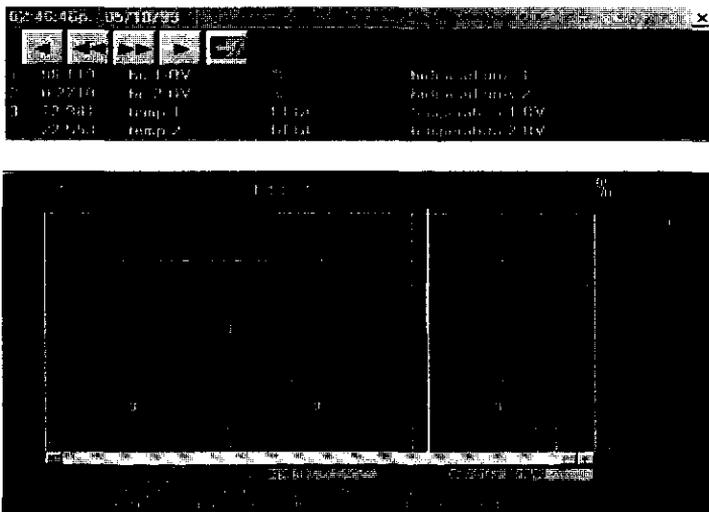


Figura 18

Datos en el punto más crítico y tendencia horizontal en el tiempo de monitoreo

3.6.2 Validación del Hardware

Este consta de seis elementos: un registrador de datos, una analizador de hidrocarburos totales, un calibrador dinámico, una fuente de aire zero, un compresor de aire y una bomba de vacío.

Los datos obtenidos del analizador de hidrocarburos son validos ya que el gas (metano ó propano) con el que se calibra, es certificado.

Por lo tanto los datos registrados son validos, solo existe un limite que restringe al registrador que es al digitalizar la señal es de punto flotante por lo que depende del número de bits (12) que contiene en la mantisa.

También podemos decir que el registrador es un equipo valido, ya que es un producto diseñado y fabricado con los estándares de los Estados Unidos, Canadá e internacionales (IEC/CENELEC) de instalación de equipo. En este caso tiene ciertos estándares que supera como es la protección de la caja: parte frontal del panel es resistente al polvo; parte trasera del panel cumple con las siguientes especificaciones: IEC 529, IP 20; retardo de llamas: UL 94 – V2; nivel de vibración: condición SAMA PMC31.1(sala de control) y seguridad del producto: IEC 1010-1.

3.6.3 Método de Validación

El método de validación consta de dos partes fundamentalmente, primeramente se propone un método analítico, el cual debe cumplir con los cuatro siguientes aspectos:

1. Identificación de la prueba
2. Medida cuantitativa de la prueba
3. Límites de la prueba
4. Prueba cuantitativa

El método de base es el TP-202.2 del CARB (California Air Resources Board), "Determinación de la Eficiencia en los Sistemas de Recuperación de Vapores en la Fase II en Estaciones de Servicio" y del PEI/RP300 (Petroleum Equipment Institute, asociación de comercio internacional para compañías relacionadas con todos los aspectos de los equipos utilizados en operaciones de manejo de líquidos y mercado de petróleo) "Vapor Recovery Installation".

La segunda etapa evalúa las siguientes características en nuestros instrumentos de medición:

1. Linealidad
2. Precisión
3. Exactitud
4. Sensibilidad
5. Detección del Límite
6. Cuantificación del Límite
7. Rango

3.6.4 Estabilidad del Equipo de Prueba

En este punto se evalúa que tan lejano o cercano se encuentran los valores registrados con los valores reales y que tanto cumple con las especificaciones técnicas (método analítico) con los datos registrados en campo.

Una vez obtenido estos resultados como se muestra en el siguiente formato, se realiza el mismo procedimiento pero con los datos registrados.

A continuación se muestra un formato de resultados de la hoja de campo de la prueba de eficiencia y tasa volumétrica.



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÉTICOS
ÁREA DE COMBUSTIÓN

TABLA DE RESULTADOS PARA LA EFICIENCIA DE RECUPERACION DE VAPORES							
Vehículo	Volumen de Gasolina (litros)	Volumen Muestra punto 1 (litros)	Gramos de Emisión Boot Punto 1	Volumen muestra punto2 (litros)	Gramos de Vapor Recuperado SRV's punto 2	Eficiencia (%)	Tasa Volumétrica (Vapor/Líquido) (%)
ECONOLAIN 76	20.99	0.70	0.053	19.419	0.031	34.80	92.52*
CUGAR 91	4.25	0.20	0.000	7.259	0.279	99.92	170.80
MALIBU 81	10.64	2.89	0.000	14.215	0.029	100.00	133.60
ESCORT 97	43.23	1.10	0.000	57.544	0.281	100.00	133.11
CARIBE 81	10.43	0.40	0.000	17.800	0.011	100.00	170.66
RAMBLER 74	25.53	0.50	0.000	34.425	0.057	100.00	134.84
DART G. 79	36.06	1.10	0.012	51.247	0.385	96.250	142.12
ITSURO 93	18.51	1.00	0.002	28.822	0.261	99.317	155.71
STRATUS 98	41.93	1.99	0.003	57.048	0.620	99.436	136.06
SHADOW 91	14.90	0.50	0.000	26.512	0.311	100.00	177.93
TOPAZ 93	12.77	0.50	0.001	18.568	0.152	99.682	145.40
VOYAGER 93	25.54	1.99	0.000	60.345	0.373	99.930	236.28
CORSAR 86	10.65	1.99	0.007	70.093	0.204	96.169	658.15*
JETTA 97	10.64	0.50	0.046	10.883	0.087	66.443	102.28*
TOPAZ 89	29.79	1.50	0.001	59.435	0.516	99.915	199.51*

En los datos que tiene asteriscos * significan que los datos no son validos técnicamente, por ejemplo, en el momento que colocan la pistola en la bocatomas del automóvil puede ser que se escurra gasolina, en ese momento el registrador captura gran porcentaje de hidrocarburos que en realidad no son emisiones que capture el SRV's y por lo tanto, el cálculo de la tasa volumétrica es errónea.

En las siguientes tablas podemos observar el desplazamiento que existe en los tiempos de muestreo, es decir, el tiempo que tarda en llegar la muestra de los puntos de monitoreo al analizador de hidrocarburos totales mas el tiempo de las analizadores de hidrocarburos totales al registrador, en el caso de la temperatura y la presión es casi inmediato el registro.

Para la solución de este detalle se realiza una analogía de situaciones, es decir, el tiempo de despacho de gasolina al automóvil se toma en el momento en que llega la primera lectura al registrador, éste realiza el registro cada 20 segundos y el tiempo de despacho final se determina cuando el registrador marca cero. Cuando los datos son leídos manualmente se toma el tiempo de despacho de gasolina cuando llega la primera muestra al analizador de hidrocarburos totales y se toma el mismo procedimiento anterior.

4.2 RESULTADOS DE LOS DATOS REGISTRADOS

A continuación se muestra una comparación de los datos reales con los datos registrados en campo.

Número de Auto	Lecturas de Concentración de Hidrocarburos Totales						Lecturas de Temperatura			
	Tiempo	Lecturas Reales		Tiempo	Lecturas del Registrador		Lecturas del Registrador			
		SRV's	BOOT		SRV's	BOOT	SRV's	BOOT		
1	12:53:00 p.m.			12:53:01 p.m.	0.0000	0.2644	23.1830	22.3033		
				12:53:21 p.m.	-0.0850	0.0480	20.1734	20.0271		
				12:53:41 p.m.	0.0090	0.2644	23.0806	22.0545		
				12:54:01 p.m.	0.0077	0.3726	20.5902	21.9086		
				12:54:21 p.m.	-0.0850	0.1021	21.3885	19.6325		
				12:54:41 p.m.	0.0511	0.4036	20.6565	21.8279		
				12:55:01 p.m.	0.0387	0.4267	22.0187	22.8967		
				12:55:21 p.m.	-0.0850	0.1671	21.8600	19.3622		
				12:55:41 p.m.	-0.0696	0.2335	20.4302	21.6013		
				12:56:01 p.m.	0.0000	0.3340	21.8722	22.1652		
			0.00	0.00	12:56:21 p.m.	0.0650	0.0139	21.2863	19.8230	
			0.00	0.00	12:56:41 p.m.	0.6698	0.2876	21.1620	23.3602	
			0.00	0.00	12:57:01 p.m.	0.7149	1.1302	21.6436	23.2579	
			0.00	0.00	12:57:21 p.m.	0.9936	0.7996	21.2505	22.4215	
			0.00	0.00	12:57:41 p.m.	0.3191	0.3745	21.3959	20.2260	
			0.00	0.00	12:58:01 p.m.	0.6339	11.4889	21.5655	22.5911	
			0.00	0.00	12:58:21 p.m.	0.1005	6.6729	21.6678	22.2536	
			0.10	0.00	12:58:41 p.m.	0.0077	4.1605	18.7638	22.2759	
		2	01:03:00 p.m.			01:03:01 p.m.	0.0000	0.0509	20.6018	21.3338
						01:03:21 p.m.	0.0618	0.4886	21.0630	21.8396
				01:03:41 p.m.	0.3633	0.9130	23.2930	21.4444		
				01:04:01 p.m.	0.3401	0.8983	23.5186	22.0524		
				01:04:21 p.m.	0.2763	0.6045	23.6653	22.7853		
				01:04:41 p.m.	0.1237	0.4345	19.7325	19.1476		
	0.00			0.00	01:05:01 p.m.	6.9728	0.2799	21.9502	19.9069	
	01:55			0.00	01:05:21 p.m.	44.9366	0.5040	21.3864	21.9723	
	05:29			0.00	01:05:41 p.m.	70.2226	0.3726	20.2597	20.5523	
	05:10			0.00	01:06:01 p.m.	58.3178	0.3726	22.1631	21.2842	
	06:40			0.00	01:06:21 p.m.	26.5461	0.3804	21.4086	21.8480	
	07:00			0.00	01:06:41 p.m.	6.4085	0.2335	21.5329	21.9723	
	07:19			0.00	01:07:01 p.m.	1.8012	0.2799	21.5550	21.8180	
	08:00			0.10	01:07:21 p.m.	0.5257	-0.0062	19.6747	22.1631	
	09:40			0.10	01:07:41 p.m.	0.2165	0.1330	20.3176	20.4639	
					01:09:01 p.m.	0.0155	0.0248	19.6883	20.8587	
					01:09:21 p.m.	-0.0387	0.2026	20.4197	23.0564	
					01:09:41 p.m.	0.0541	0.2953	21.1515	23.4964	
					01:10:01 p.m.	-0.0773	0.0943	20.4639	21.3422	
					01:10:21 p.m.	0.0077	0.2026	22.9319	22.1990	
			01:10:41 p.m.	-0.0618	0.3031	21.5108	21.5643			
			01:11:01 p.m.	-0.3387	0.1457	21.9723	21.5936			

FACULTAD DE INGENIERÍA
AUTOMATIZACIÓN DE UN EQUIPO PARA PRUEBAS IN SITU EN SRV's

				01:11:21 p.m.	-0.0696	0.0711	20.2376	22.5806
				01:11:41 p.m.	-0.0928	0.3108	21.1157	22.5806
		0.00	0.00	01:12:01 p.m.	0.3015	0.3340	22.1410	23.0205
		7.70	0.00	01:12:21 p.m.	7.8463	0.3340	21.7015	21.5550
		6.70	0.00	01:12:41 p.m.	6.5785	0.0016	21.6793	20.6545
		4.10	0.00	01:13:01 p.m.	4.0198	0.3340	20.9030	20.9030
		1.80	0.00	01:13:21 p.m.	1.6929	0.0789	21.7152	22.0082
		0.50	0.00	01:13:41 p.m.	0.5025	0.2103	23.8923	21.6930
	01:13:41 p.m.			01:19:01 p.m.	-0.0077	0.3494	23.0342	22.1547
	01:19:00 p.m.			01:19:21 p.m.	0.0077	0.3572	21.6351	21.7815
				01:19:41 p.m.	-0.0850	0.0711	21.9723	20.5082
				01:20:01 p.m.	0.0387	0.3649	22.5806	21.8480
				01:20:21 p.m.	-0.0773	-0.0139	21.8922	20.5745
				01:20:41 p.m.	-0.0773	0.0789	22.0166	20.2597
				01:21:01 p.m.	0.0155	0.3572	21.4307	21.5772
				01:21:21 p.m.	-0.0928	0.1330	21.8037	20.9251
				01:21:41 p.m.	-0.0387	0.1948	23.8564	21.8037
				01:22:01 p.m.	0.0850	0.0557	21.6351	22.8074
				01:22:21 p.m.	-0.0850	0.0557	20.3618	20.6545
				01:22:41 p.m.	-0.0850	-0.0139	22.7051	22.7051
				01:23:01 p.m.	-0.1005	0.0248	22.4119	22.5585
		1.00	0.00	01:23:21 p.m.	5.5349	0.1175	21.4888	21.7815
		12.90	0.00	01:23:41 p.m.	31.7022	0.2644	23.5407	23.3940
		39.50	0.00	01:24:01 p.m.	57.0578	0.2180	21.9945	23.4606
		59.30	0.00	01:24:21 p.m.	61.3713	0.1839	22.5585	21.2400
		56.60	0.00	01:24:41 p.m.	43.1973	0.1562	20.4060	20.4060
		30.40	0.00	01:25:01 p.m.	15.8782	0.2644	20.9694	21.9945
		9.50	0.00	01:25:21 p.m.	4.1821	0.1871	22.4341	21.9945
		2.30	0.00	01:25:41 p.m.	1.0436	0.3185	22.4784	22.6250
	01:25:41 p.m.			01:28:01 p.m.	-0.0850	-0.0062	21.1157	20.5303
	01:28:01 p.m.			01:28:21 p.m.	-0.0773	0.0248	21.0357	22.0609
				01:28:41 p.m.	-0.0696	0.1330	22.1052	23.1313
				01:29:01 p.m.	0.0464	0.3494	22.1715	22.0250
				01:29:21 p.m.	-0.1005	0.0170	20.5608	22.7578
				01:29:41 p.m.	-0.0773	0.0866	22.0472	21.0220
				01:30:01 p.m.	-0.0850	0.0557	20.6271	20.3345
				01:30:21 p.m.	-0.0773	0.0711	21.4033	21.9892
				01:30:41 p.m.	-0.0850	0.0943	20.5250	19.9398
				01:31:01 p.m.	-0.0387	0.2567	23.3308	22.5976
				01:31:21 p.m.	-0.1005	0.0093	22.2022	21.9091
		1.90	0.00	01:31:41 p.m.	1.8862	0.3417	21.9091	23.2284
		1.90	0.00	01:32:01 p.m.	1.8234	0.3262	22.9572	22.0778
		1.10	0.00	01:32:21 p.m.	0.9586	0.3185	21.9755	23.7350
		0.50	0.00	01:32:41 p.m.	0.2628	0.0711	20.8483	20.4092
	01:32:41 p.m.			01:34:01 p.m.	-0.0850	0.1098	22.4594	21.2874
	01:34:01 p.m.			01:34:21 p.m.	0.0618	0.3572	22.3350	22.7747
				01:34:41 p.m.	0.0928	0.3804	23.8459	23.4057
				01:35:01 p.m.	-0.0464	0.2026	21.3760	23.8681
				01:35:21 p.m.	-0.0773	0.0016	23.0100	21.2516
				01:35:41 p.m.	0.0077	0.2412	22.8855	22.4457
				01:36:01 p.m.	-0.0850	-0.0139	23.0986	23.2453
		0.00	0.00	01:36:21 p.m.	-0.1005	0.1484	21.8459	21.4065
		12.20	0.00	01:36:41 p.m.	4.4681	0.3572	22.7695	22.3297
		15.00	0.00	01:37:01 p.m.	15.1824	0.0634	23.5693	23.1292
		9.60	0.00	01:37:21 p.m.	12.0052	0.3649	22.1252	23.4448
		3.90	0.00	01:37:41 p.m.	6.5322	0.2026	22.8581	23.2980
		1.20	0.00	01:38:01 p.m.	2.2650	0.3649	24.1342	23.8406
		0.20	0.00	01:38:21 p.m.	0.4793	0.1871	23.1071	21.9344
		0.00	0.00	01:38:41 p.m.	0.0696	0.3572	22.1832	24.6772
	01:38:41 p.m.			01:42:01 p.m.	-0.0928	-0.0062	22.3740	21.3486
	01:42:01 p.m.			01:42:21 p.m.	-0.0773	0.0093	21.4950	21.6414
				01:42:41 p.m.	-0.0850	0.1562	21.8543	21.8543
				01:43:01 p.m.	0.0387	0.3726	23.6580	22.7779
				01:43:21 p.m.	-0.0773	0.0866	22.2138	23.8269
				01:43:41 p.m.	-0.0155	0.2026	22.5870	23.4669
				01:44:01 p.m.	0.0155	0.2721	24.0539	22.5870

PARCELAS DE LA ZONA DE
 AGRICULTURA DE LA ZONA DE PRODUCCION DE LA ZONA DE

					01:44:01 p.m.	0.2860	0.0019	21.9010	21.5274
					01:44:41 p.m.	0.0928	0.1119	21.9487	21.4071
		1:21	0.00		01:45:01 p.m.	0.0960	0.0034	21.1993	22.6312
		2:46	0.00		01:45:21 p.m.	14.8268	0.2489	21.9340	22.3190
		49:10	0.00		01:45:41 p.m.	43.6478	0.0789	23.1089	22.5670
		73:20	0.00		01:46:01 p.m.	70.9802	0.1175	22.0739	21.1442
		77:25	0.40		01:46:21 p.m.	79.0661	0.6509	23.8358	24.0761
		47:50	2.10		01:46:41 p.m.	63.1107	2.1042	20.8293	21.5614
		15:90	1.90		01:47:01 p.m.	25.6803	1.9419	20.6387	23.2759
		4:70	1.80		01:47:21 p.m.	6.6017	1.7796	21.9787	23.2980
		1:00	1.70		01:47:41 p.m.	1.8785	1.9651	22.5428	22.8359
		0:30	1.50		01:48:01 p.m.	0.4252	1.1611	22.3076	23.1873
		0:10	0.80		01:48:21 p.m.	0.0155	0.8055	22.1611	23.4806
		0:00	0.20		01:48:41 p.m.	-0.0773	0.3185	22.3740	23.6939
8	01:48:41 p.m.				02:03:01 p.m.	-0.0850	0.0866	21.9070	22.2000
	02:03:01 p.m.				02:03:21 p.m.	-0.0618	0.1871	21.7384	21.5919
		6.50	0.00		02:03:41 p.m.	7.1660	0.0016	20.8377	21.1305
		11:40	0.00		02:04:01 p.m.	13.1493	0.2412	23.3287	22.3023
		24:90	0.00		02:04:21 p.m.	36.2245	0.3572	23.0797	22.6398
		41:30	0.00		02:04:41 p.m.	38.6209	0.0866	21.1969	23.2485
		14:30	0.00		02:05:01 p.m.	19.8284	0.0248	22.4489	23.0353
		26:60	0.40		02:05:21 p.m.	23.1215	0.2567	23.2400	23.5334
		39:00	1.40		02:05:41 p.m.	39.6954	1.7100	22.7779	22.3382
		29:50	0.00		02:06:01 p.m.	26.6852	0.0634	21.2907	21.4371
		13:40	0.00		02:06:21 p.m.	7.8309	0.0016	20.7272	22.0451
	02:06:41 p.m.	2:20	0.00		02:06:41 p.m.	1.1286	0.0093	21.9429	22.3825
9	02:44:01 p.m.				02:44:01 p.m.	-0.0077	0.1871	22.6229	23.3561
					02:44:21 p.m.	-0.0541	0.2103	24.0454	22.7252
					02:44:41 p.m.	0.0155	0.3417	22.6229	24.3834
					02:45:01 p.m.	-0.0541	0.2567	23.7741	24.8019
		2:00	0.00		02:45:21 p.m.	-0.0773	-0.0139	20.3598	21.2379
		31:30	0.00		02:45:41 p.m.	17.2851	0.0016	22.5343	20.7767
		64:80	0.00		02:46:01 p.m.	50.7575	0.3031	23.7519	23.8987
		98:20	0.00		02:46:21 p.m.	98.2575	0.3494	23.8543	23.4141
		100:00	0.00		02:46:41 p.m.	102.9375	0.1794	23.2674	22.6809
		101:00	0.70		02:47:01 p.m.	102.9220	0.2412	21.8680	22.3076
		38:80	0.80		02:47:21 p.m.	69.7820	1.0220	21.5972	20.5724
		11:40	0.50		02:47:41 p.m.	20.6401	0.6200	24.0899	24.5303
		2:70	0.30		02:48:01 p.m.	5.6664	0.8055	22.3297	23.7963
		1:70	0.20		02:48:21 p.m.	1.7084	0.2026	20.9894	21.7216
	02:48:41 p.m.	0:50	0.10		02:48:41 p.m.	0.7035	0.2953	22.3297	25.2649
10	02:50:01 p.m.				02:50:01 p.m.	-0.0232	0.1562	23.4669	22.5870
					02:50:21 p.m.	-0.0387	0.2567	22.8581	24.0317
					02:50:41 p.m.	-0.0928	0.0325	22.7558	20.7051
		0:00	0.00		02:51:01 p.m.	0.0696	0.3649	25.4426	25.7367
		17:10	0.00		02:51:21 p.m.	26.8630	0.3185	23.7826	25.5452
		67:40	0.00		02:51:41 p.m.	68.4060	0.0711	22.3160	22.4626
		70:00	0.00		02:52:01 p.m.	71.3358	0.2412	23.6136	21.5614
		56:10	0.00		02:52:21 p.m.	47.3948	0.1948	23.9874	22.8138
		26:10	0.00		02:52:41 p.m.	17.9035	0.1407	22.7916	22.2053
		9:30	0.00		02:53:01 p.m.	5.6664	0.3572	24.5525	24.4057
		3:40	0.00		02:53:21 p.m.	1.8862	0.1253	22.2275	19.7388
	02:53:41 p.m.	0:90	0.00		02:53:41 p.m.	0.6416	0.0248	21.9344	21.4950
11	02:57:01 p.m.				02:57:01 p.m.	-0.0155	0.2103	22.3160	24.0761
					02:57:21 p.m.	-0.0541	0.1253	21.4729	23.5250
					02:57:41 p.m.	-0.0618	0.0943	22.0367	23.6495
		10:60	0.00		02:58:01 p.m.	22.4180	0.0866	22.3519	22.4984
		42:80	0.00		02:58:21 p.m.	45.6323	0.0943	22.2496	20.1998
		37:30	0.10		02:58:41 p.m.	32.0423	0.4963	23.0269	24.4944
		19:10	0.20		02:59:01 p.m.	14.7882	0.3185	22.1474	23.1736
		6:20	0.10		02:59:21 p.m.	4.9165	0.2180	22.4183	23.1514
		2:20	0.00		02:59:41 p.m.	1.4533	0.2258	24.8685	23.1071
	03:00:01 p.m.	0:70	0.00		03:00:01 p.m.	0.4174	0.1948	23.2316	21.6193
12	03:08:01 p.m.				03:08:01 p.m.	0.0464	0.3494	22.5564	23.2896
		0:00	0.00		03:08:21 p.m.	-0.0850	0.0557	22.8275	20.4840
		7:00	0.00		03:08:41 p.m.	10.8612	0.2799	22.8496	24.4637

FACULTAD DE INGENIERÍA
AUTOMATIZACIÓN DE UN EQUIPO PARA PRUEBAS IN SITU EN SRV's

		36.60	0.00	03:09:01p.m.	35.3973	0.0557	23.2674	20.6303
		59.30	0.00	03:09:21p.m.	56.8568	0.1330	21.1937	19.7305
		73.20	0.00	03:09:41p.m.	74.9613	0.0480	22.9741	21.9481
		62.30	0.00	03:10:01p.m.	65.0250	0.2258	24.3972	21.3180
		34.60	0.00	03:10:21p.m.	36.5846	0.4345	24.2060	23.3255
		10.40	0.10	03:10:41p.m.	12.5618	0.2335	22.7611	20.4177
		3.40	0.10	03:11:01p.m.	4.0971	0.3494	23.5165	23.8100
		1.20	0.00	03:11:21p.m.	1.3142	0.1871	22.9298	22.4900
		0.50	0.00	03:11:41p.m.	0.5489	0.2953	22.7832	24.8378
		0.20	0.00	03:12:01p.m.	0.0928	-0.0139	22.7832	21.3180
		0.00	0.00	03:12:21p.m.	-0.0387	0.1253	23.0543	21.7352
13	03:12:41p.m.			03:12:41p.m.	0.0618	0.3649	22.2892	24.9404
	03:17:01p.m.			03:17:01p.m.	-0.0077	0.2567	23.8902	22.4235
		0.00	0.00	03:17:21p.m.	0.0541	0.3649	23.7435	23.0100
		9.40	0.00	03:17:41p.m.	11.9743	0.0943	20.5776	19.6999
		33.00	0.50	03:18:01p.m.	39.4403	0.1098	22.2907	21.5582
		49.80	1.70	03:18:21p.m.	51.0513	1.9805	20.7462	21.7711
		36.00	1.40	03:18:41p.m.	35.9307	1.6404	23.4279	25.4838
		14.50	1.30	03:19:01p.m.	14.8964	1.5245	24.9404	25.5282
		1.70	0.60	03:19:21p.m.	4.7001	0.4345	20.9009	23.5387
		0.60	0.40	03:19:41p.m.	1.6156	0.5659	22.3877	24.0011
14	03:20:41p.m.			03:20:01p.m.	0.4561	0.1021	20.0892	22.5786
	03:25:01p.m.			03:20:21p.m.	0.0773	0.1098	22.3076	20.6966
				03:20:41p.m.	-0.0850	0.0557	20.2577	20.2577
				03:25:01p.m.	0.0773	0.0480	20.4535	21.4781
		0.10	0.00	03:25:21p.m.	0.0850	0.2799	23.3613	23.2147
		17.60	0.00	03:25:41p.m.	13.2730	0.1330	21.1631	21.3095
		24.80	6.10	03:26:01p.m.	25.4947	3.9131	23.3613	24.5356
		13.20	11.40	03:26:21p.m.	14.5099	12.2774	21.7489	21.6024
		7.60	7.90	03:26:41p.m.	6.7563	8.8528	24.1173	25.2924
		2.10	5.60	03:27:01p.m.	2.2882	5.8380	21.9618	20.4977
15	03:28:41p.m.			03:27:21p.m.	0.8658	4.1837	23.0100	25.3590
	03:32:01p.m.			03:27:41p.m.	0.2783	2.6454	22.2992	22.7389
				03:28:01p.m.	0.1160	2.6454	22.3793	24.2863
				03:28:21p.m.	0.0232	1.2616	19.5758	19.7220
				03:28:41p.m.	0.1005	1.7718	22.4236	24.7713
				03:32:01p.m.	0.0077	0.2335	21.7795	21.6330
				03:32:21p.m.	0.0077	0.1253	21.5308	20.9452
				03:32:41p.m.	0.0387	0.3185	22.5121	23.5387
				03:33:01p.m.	0.0077	0.1175	20.6303	20.6303
				03:33:21p.m.	0.6957	0.2953	23.0185	23.1651
		9.60	0.00	03:33:41p.m.	23.1833	0.1484	20.9894	22.1611
		33.30	0.10	03:34:01p.m.	47.0934	0.2412	22.2855	22.1389
		54.60	0.10	03:34:21p.m.	69.0862	0.5040	24.2144	23.9208
		69.50	0.10	03:34:41p.m.	85.6833	0.4422	24.0899	24.6241
		87.60	0.00	03:35:01p.m.	87.0052	0.1871	23.2537	21.6414
		71.10	0.00	03:35:21p.m.	60.3200	0.5350	23.8185	23.8185
		38.80	0.00	03:35:41p.m.	23.8095	0.4190	23.5028	24.3834
		15.10	0.00	03:36:01p.m.	8.2328	0.4190	24.4057	23.2316
		7.60	0.00	03:36:21p.m.	3.0767	0.0325	22.1832	20.1335
		1.70	0.00	03:36:41p.m.	1.4842	0.3108	21.9260	23.0986
	03:37:01p.m.	1.10	0.00	03:37:01p.m.	0.7421	0.0557	21.7795	22.2190

Una vez registrado estos datos se capturan en una hoja de cálculo para obtener los resultados de eficiencia y la tasa volumétrica como se muestra en el siguiente formato.

A continuación se muestra un formato de resultados de los datos registrados con el equipo de la prueba de eficiencia y tasa volumétrica.



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÉTICOS
ÁREA DE COMBUSTIÓN

TABLA DE RESULTADOS PARA LA EFICIENCIA DE RECUPERACION DE VAPORES							
Vehiculo	Volumen de Gasolina (litros)	Volumen muestra punto 1 (litros)	Gramos de Emisión Boot Punto 1	Volumen muestra punto2 (litros)	Gramos de Vapor Recuperado SRV's punto 2	Eficiencia (%)	Tasa Volumétrica (Vapor/Liquido) (%)
ECONOLAIN 76	20.99	0.70	0.053	19.419	0.031	30.562	92.52
CUGAR 91	4.25	0.20	0.000	7.259	0.279	98.625	170.80
MALIBU 81	10.64	2.89	0.000	14.215	0.029	94.173	133.60
ESCORT 97	43.23	1.10	0.000	57.544	0.281	99.316	133.11
CARIBE 81	10.43	0.40	0.000	17.800	0.011	82.510	170.66
RAMBLER 74	25.53	0.50	0.000	34.425	0.057	95.179	134.84
DART G. 79	36.06	1.10	0.012	51.247	0.385	96.841	142.12
ITSURO 93	18.51	1.00	0.002	28.822	0.261	98.943	155.71
STRATIUS 96	41.93	1.99	0.003	57.048	0.620	99.241	136.06
SHADOW 91	14.90	0.50	0.000	26.512	0.311	99.301	177.93
TOPAZ 93	12.77	0.50	0.001	18.568	0.152	98.872	145.40
VOYAGER 93	25.54	1.99	0.000	60.345	0.373	99.235	236.28
CORSAR 86	10.65	1.99	0.007	70.093	0.204	95.860	658.15
JETTA 97	10.64	0.50	0.046	10.883	0.087	64.226	102.26
TOPAZ 89	29.79	1.50	0.001	59.435	0.516	99.159	199.51

4.3 TABLAS Y GRÁFICAS COMPARATIVAS

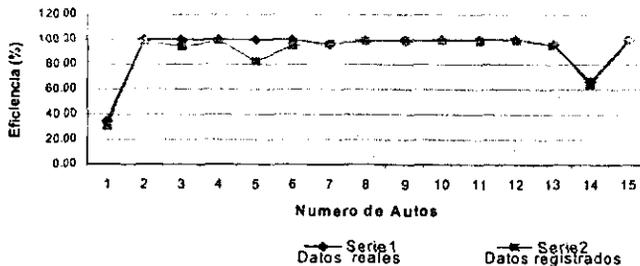
Como hipótesis tenemos que los datos registrados en este intervalo y los datos leídos manualmente deben dar el mismo resultado para la tasa volumétrica y eficiencia.

Como podemos observar en la gráfica 5 la hipótesis propuesta cumple tomando cierta tolerancia del 6%.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de los datos reales y los datos registrados.

Número De Vehículo	Vehículo	Volumen de Gasolina (Litros)	Tasa Volumétrica (Vapor/Líquido) (%)	Eficiencia (Datos Reales) Serie 1 (%)	Eficiencia (Datos Registrados) Serie 2 (%)
1	ECONOLAIN 76	20.99	92.52	34.802	30.362
2	CUGAR 91	4.25	170.80	99.922	98.625
3	MALIBU 81	10.64	133.60	100.000	94.173
4	ESCORT 97	43.23	133.11	100.000	99.316
5	CARIBE 81	10.43	170.66	100.000	82.510
6	RAMBLER 74	25.53	134.84	100.000	95.178
7	DART G /9	366.06	142.12	96.250	96.841
8	TISUNO 93	18.51	155.71	99.317	98.943
9	STRATUS 96	41.93	136.66	99.436	99.241
10	SHADOW 91	14.90	177.93	100.000	99.301
11	TOPAZ 93	12.77	145.40	99.682	98.872
12	VOYAGER 93	25.54	236.20	99.930	99.235
13	CORSAR 86	10.65	856.15	66.169	95.860
14	JETTA 97	10.64	102.28	66.443	64.226
15	TOPAZ 89	29.79	199.31	99.915	99.159

Tabla 10
 Resultados de los datos finales



Gráfica 5
 Resultados de eficiencia de los datos leídos y de los registrados
 Datos tomados de la tabla 10

En esta gráfica se muestran los resultados finales de los datos registrados y los datos leídos, en una prueba in situ, en la cual se determina si el SRV's evaluado funciona adecuadamente.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

Al realizar mi tesis en el programa de SRV's en el MP me abrió el panorama de las muchas aplicaciones que existen en el mundo de la Ingeniería Eléctrica-Electrónica, así mismo inducirme a la investigación aplicada.

El proceso que se realizó al instrumentar el equipo de prueba in situ, fue en condiciones de ajustarse a las necesidades que surgieron al evaluar los SRV's en las estaciones de servicio en la ZMVM.

Referidas al acoplamiento de las señales, en el caso de la temperatura solo era importante conocer el tipo de termopar, dependiendo el tipo de éste es el rango de la temperatura, para la concentración de hidrocarburos totales sólo se acopló un divisor de voltaje para obtener el voltaje requerido 5[V], con una característica importante la alta impedancia para su acoplamiento a la etapa siguiente, para la presión en primera instancia no se tenía las hojas de especificaciones pero con los experimentos (comportamiento de las características eléctricas) que se realizaron se dedujo el tipo de circuito. Fue muy laborioso pero se logra que el registrador capturara la presión manométrica. En este caso sugiero utilizar un sensor de presión como transductor el MPX 2050, considero que es mejor y funcional con respecto al manómetro digital. El manómetro digital esta restringido en el rango de operación que es 0 a 5 [p.p.a.] El rango de operación del sensor es de 0 a 200 [p.p.a.] y 1.2 [Pa] de exactitud. Para una aplicación más completa propongo una interfaz que unice un sistema fuzzy logic (lógica difusa) ya que trabaja con grados de membresía, y es óptimo para definir el resultado de la prueba.

Para la adquisición de datos en campo es una ventaja que el registrador sea un equipo multipunto (registro de varias variables), contiene integración de varias funciones que elimina la necesidad de varios dispositivos, es adecuado para el acoplamiento de señales (transductores) y reduce los costos de instalación. Su software es una herramienta de análisis que permite visualizar los datos de manera interactiva, además de que este trabaja en ambiente Windows y en cualquier PC.

Con respecto a la instalación del equipo y su funcionalidad, es basado en su mayoría en Normas Oficiales Mexicanas, en el caso de los SRV's las NOM-092 ECOL-1995 y NOM-092-ECOL-1995, en el caso de instalación eléctrica y electrónica la NOM 001-SEMP-1994, para obtener una validación de la información. Esto es para que en un futuro el equipo que es utilizado sea un laboratorio certificado.

Como resultado del presente trabajo de tesis se logra que mediante la integración de estos componentes para la medición de concentración de hidrocarburos, temperatura y presión obtenemos un equipo especialmente diseñado para la adquisición y registro de los datos generados durante la evaluación de los SRV's, lo cual es una ventaja significativa considerando que en el mercado existen sistemas de adquisición de datos a un costo elevado y con una aplicación generalizada.

Como último punto importante es que este equipo sirve para evaluar el funcionamiento de los SRV's, esto significa, menos emisiones de vapores de hidrocarburos totales a la atmósfera, es decir, un granito más de arena a la protección ambiental de nuestro planeta.

BIBLIOGRAFÍA

- [1], Instituto Mexicano del Petróleo, Gaceta No. 2, p. 5
- [2], Página de Internet, Componentes de OPW
<http://www.opw-fc.com>
- [3], Folleto de Accesorios y de Información Técnica de Gilbarco
- [4], Folleto de Accesorios y de Información Técnica de Tokheim
- [5], Folleto de Accesorios y de Información Técnica de Hasstech
- [6], Folleto de Accesorios y de Información Técnica de Healy
- [7], Manual del Registrador RSX Progeny, Video Recorder
- [8], Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995
- [9], Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995
- [10], California Air Resources Board TP.201.2 "Determination of efficiency of phase II vapor recovery system of dispensing facilities "
- [11], A. James Diefenderfer, "Instrumentación Electrónica", Segunda Edición, Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V., México D.F., 1984.
- [12], A. Sedra & K.C. Smith, "Dispositivos Electrónicos y Amplificación de Señales", McGraw-Hill, México D.F., 1993.
- [13], Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas NOM-001-SEMP-1997
- [14], Howard Upton, "Terms used in petroleum marketing operations", Publicaciones del PEI, USA, 1995.
- [15], Greg Perry, "Aprendiendo Visual Basic 5 en 24 horas", Prentice-Hall, México D.F., 1998.
- [16], Página de Internet, Circuito Integrado OP295
<http://productus.analog.com/products/info.asp?product=OP295>
- [17], Página de Internet, Circuito Integrado LMC6022
<http://www.national.com/pf/LM/LMC6022.html#Datasheet>
- [18], Página de Internet, Especificaciones para proyectos y construcción de estaciones de servicio
<http://www.franquiciapemex.com>

- [19]. Murray R. Spiegel, "Estadística". Serie Schaum, Mc-Graw Hill, México D.F., 1978.
- [20]. Publicación, "Métodos y Técnicas para la Evaluación de la Contaminación Atmosférica"
- [22]. Artículo, "Analytical Method Validation", James D. Johnson & Gale E. Van Buskirk. Cover Story, Volumen 2, Número 2.
- [23]. Artículo, "A practical guide to analytical method validation", J. Mark Green Analytical Chemistry News & Features, Mayo 1, 1996.
- [24]. Manual del Registrador Progeny RSX , Video Recorder, Leeds +Northrup-278606

APÉNDICE A
Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995

"Que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el valle de México."

(Publicada en el D.O.F. de fecha 6 de septiembre de 1995)

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones I, VII y VIII, 6o. último párrafo, 8o. fracciones I, II y VII, 9o. Apartado "A" fracción I y Apartado "B" fracciones I y XIX, 36, 37, 160, 162, 171 y demás relativos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 6o., 7o. fracciones II, IV y IX, 13 fracción II, 16, 46 y 49 de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el 20 de septiembre de 1994 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, con carácter de Proyecto, la presente Norma, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en Río Elba No. 20, 1er. Piso, colonia Cuauhtémoc, código postal 06500, México, D.F. Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del Ordenamiento Legal citado en el párrafo anterior, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizando las modificaciones procedentes y publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de agosto de 1995 las respuestas a los comentarios recibidos en el plazo de ley.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión celebrada el día 12 de junio de 1995, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-092-ECOL-1995, que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de

autoconsumo ubicadas en el Valle de México, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-ECOL-1995, QUE REGULA LA CONTAMINACION ATMOSFERICA Y ESTABLECE LOS REQUISITOS, ESPECIFICACIONES Y PARAMETROS PARA LA INSTALACION DE SISTEMAS DE RECUPERACION DE VAPORES DE GASOLINA EN ESTACIONES DE SERVICIO Y DE AUTOCONSUMO UBICADAS EN EL VALLE DE MEXICO.

ÍNDICE

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Requisitos, especificaciones y parámetros
5. Grado de concordancia con Normas y recomendaciones internacionales
6. Bibliografía
7. Observancia de esta Norma

0. INTRODUCCIÓN

Las actividades de almacenamiento y distribución de gasolina generan emisiones importantes de hidrocarburos volátiles, los cuales son precursores en la formación de ozono, entre otros, por lo que es necesario controlar permanentemente la emisión a la atmósfera de este tipo de contaminantes, con la finalidad de asegurar la calidad del aire en beneficio de la salud de la población y el equilibrio ecológico.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 La presente Norma Oficial Mexicana establece los requisitos, especificaciones y parámetros para el diseño, instalación y puesta en marcha de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.

1.2 Las estaciones de servicio y de autoconsumo abastecidas por las plantas de almacenamiento y distribución ubicadas en el Valle de México deberán contar con los sistemas de recuperación de vapores de gasolina referidos en esta Norma Oficial Mexicana. El diseño, instalación y puesta en marcha de dichos sistemas deberán sujetarse a los requisitos y especificaciones establecidos en esta Norma Oficial Mexicana.

1.3 El diseño, instalación y puesta en marcha deberán ser previamente aprobados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México.

2. REFERENCIAS

Norma Mexicana NMX-AA-23 Terminología, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 15 de julio de 1986.

Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995 Contaminación Atmosférica-Fuentes fijas Método de prueba para determinar la Eficiencia de Laboratorio de los Sistemas de Recuperación de Vapores de Gasolina en Estaciones de Servicio, publicada en esta misma fecha.

3. DEFINICIONES

3.1 Eficiencia en sitio.

Es un parámetro que indica el porcentaje de control de vapores de gasolina debido a la acción de un sistema de recuperación de vapores. Se determina mediante la evaluación integral de las emisiones generadas por la descarga de gasolina del tanque de almacenamiento al tanque del vehículo, además de las emisiones generadas en los tanques de almacenamiento y, en su caso, a través de las unidades de procesamiento de vapores de gasolina excedentes.

3.2 Eficiencia de laboratorio.

Es un parámetro que indica el porcentaje de control de vapores de gasolina debido a la acción de un sistema de recuperación de vapores que de otra manera serían emitidos libremente a la atmósfera. Se evalúa estando el sistema instalado en un laboratorio de prueba por el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, citada en el punto 2 de Referencias de la presente Norma Oficial Mexicana.

3.3 Especificaciones técnicas.

Son las especificaciones generales vigentes para proyecto y construcción de estaciones de servicio elaboradas por el Organismo Público Descentralizado Petróleos Mexicanos (Pemex-Refinación).

3.4 Estación de autoconsumo

Es el establecimiento para el despacho de gasolinas y diesel, así como de aceites y grasas lubricantes a los vehículos de empresas particulares e instituciones gubernamentales, que se suministran directamente de depósitos confinados a los tanques de dichos vehículos.

3.5 Estación de servicio

Es el establecimiento destinado a la venta de gasolinas y diesel al público en general, suministrándolos directamente de depósitos confinados a los tanques de los vehículos automotores, así como de aceites y grasas lubricantes.

3.6 Pistoia de despacho.

Es un dispositivo para suministrar y regular el flujo de combustible, localizado en la parte terminal de las mangueras provenientes del dispensario suministrador y se inserta en la toma del tanque de almacenamiento de combustible del vehículo automotor

3.7 Pruebas de hermeticidad.

Son los métodos utilizados para comprobar la inexistencia de fugas de hidrocarburos en las estaciones de autoconsumo y estaciones de servicio.

3.8 Sistema de recuperación de vapores.

Es un conjunto de accesorios, tuberías, conexiones y equipos especialmente diseñados para recuperar y controlar la emisión de los vapores de gasolina producidos en las operaciones de transferencia de este combustible en las estaciones de servicio y estaciones de autoconsumo, que de otra manera serían emitidos libremente a la atmósfera. El control de las emisiones de vapores de

gasolina en las estaciones de servicio, se divide en dos fases denominadas Fase I y Fase II.

3.9 Sistema de recuperación de vapores Fase I.

Consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación y control de las emisiones de vapores de gasolina durante la transferencia de gasolina del autotanque al tanque de almacenamiento de combustible de la estación de servicio o de autoconsumo. Los vapores recuperados son transferidos del tanque de almacenamiento hacia el autotanque.

3.10 Sistema de recuperación de vapores Fase II.

Consiste en la instalación de accesorios y dispositivos para la recuperación y control de las emisiones de vapores de gasolina generados durante la transferencia del combustible del tanque de almacenamiento al vehículo automotor. Los vapores recuperados son transferidos desde el tanque del vehículo hacia el tanque de almacenamiento.

3.11 Tasa volumétrica vapor/líquido.

Es la relación entre el volumen de vapores recuperados y el volumen de combustible cargado al tanque del automotor multiplicado por 100, medida junto a la pistola de despacho durante el llenado del tanque del vehículo.

3.12 Tanque de almacenamiento.

Es el recipiente de cuerpo cilíndrico destinado a almacenar combustibles, constituido por dos contenedores concéntricos con espacio anular entre ambos.

3.13 Unidad de procesamiento de vapores excedentes.

Es un componente de algunos sistemas de recuperación de vapores que evita la emisión a la atmósfera de los vapores recuperados por el mismo, que exceden la capacidad de almacenamiento del tanque.

3.14 Valle de México.

Es el área integrada por las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y los siguientes 36 municipios del Estado de México: Acolman, Amecameca, Atenco, Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco de Covarrubias, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Ixtapaluca, Jaltenco, La Paz, Melchor Ocampo, Naucalpan de Juárez, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Otumba, Ozumba, Tecámac, Teoloyucan, Tepetzotlán, Texcoco, Tezoyuca, Tlalmanalco, Tlalnepantla de Baz, Tultepec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad, Villa del Carbón y Zumpango.

4. REQUISITOS ESPECIFICACIONES Y PARÁMETROS

4.1 La eficiencia en laboratorio del sistema de recuperación de vapores de gasolina debe ser superior al 90% (noventa por ciento) de acuerdo al método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995 comprobada por laboratorios de prueba acreditados ante el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP).

4.2 Los sistemas de recuperación de vapores de gasolina instalados en las estaciones de servicio deben cumplir con una tasa volumétrica vapor/líquido igual o mayor a 100% (cien por ciento) y menor o igual a 190% (ciento noventa por ciento), como promedio de la prueba realizada de acuerdo al método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

4.2.1 La tasa volumétrica vapor/líquido (T) debe calcularse con la siguiente ecuación:

$$T = (V_v / V_l) \cdot 100$$

Ecuación 1

Donde:

T = Tasa volumétrica vapor/líquido, expresada en por ciento.

V_v = Volumen de vapores corregido a condiciones de presión atmosférica, expresado en metros cúbicos.

V_l = Volumen de combustible despachado, expresado en metros cúbicos

4.3 Los sistemas de recuperación de vapores que tengan una tasa volumétrica vapor/líquido superior al 110% (ciento diez por ciento) como promedio de la prueba realizada de acuerdo al método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, deberán contar con unidades de procesamiento para eliminar los vapores excedentes provenientes de los tanques de almacenamiento en las estaciones de servicio o de autoconsumo.

4.4 Para la construcción e instalaciones requeridas de tanques subterráneos de almacenamiento, tuberías, dispensarios y todos los accesorios que conforman la estación de servicio o de autoconsumo, se debe cumplir con las Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio, expedidas por el Organismo Público Descentralizado Petróleos Mexicanos (Pemex-Refinación).

4.5 La "eficiencia en sitio" del sistema de recuperación de vapores de gasolina debe ser superior al 80% (ochenta por ciento) en promedio comprobada, incluyendo las emisiones asociadas con los tanques de almacenamiento y en su caso a través de las unidades de procesamiento de vapores excedentes. Dicha

eficiencia será evaluada con el procedimiento y el equipo previsto en la Norma Oficial Mexicana que se expida para el efecto.

4.6 Las tuberías de vapores y venteo, así como sus uniones se instalarán con una pendiente mínima del 1% (uno por ciento) hacia el tanque de almacenamiento. Los materiales de construcción que se utilicen al efecto deberán cumplir con lo establecido en las Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio emitidas por el Organismo Público Descentralizado Petróleos Mexicanos (Pemex-Refinación).

4.7 En la línea de ventilación para tanques de almacenamiento debe instalarse una válvula de presión/vacío, cuando el sistema lo requiera. En el caso de tanques de almacenamiento superficiales debe instalarse adicionalmente un arrestador de flama.

4.8 La altura mínima de los venteos de los tanques de almacenamiento debe ser de 4 metros sobre el nivel de piso terminado. Las descargas en los venteos de los tanques de almacenamiento que se ubiquen en una distancia horizontal menor de 3 metros de cualquier muro que contenga vanos (tales como puertas y ventanas), se deben instalar a una altura no menor de 3 metros contados a partir del punto más alto.

4.9 La unión de la tubería de venteo con el tanque de almacenamiento y con la línea vertical de ventilación debe ser de tipo móvil. Cada tanque de almacenamiento debe contar con una línea de ventilación.

4.10 La pistola de despacho utilizada en las estaciones de servicio o de autoconsumo que cuenten con sistema de recuperación de vapores de hidrocarburos, debe operar cumpliendo con la "eficiencia en sitio" de recuperación prevista en el punto 4.5 de esta Norma Oficial Mexicana.

4.11 Los autotanques para efectuar el transvasado de gasolinas a los tanques de almacenamiento deberán contar con el sistema de recuperación de vapores Fase I.

El punto de llenado del tanque de almacenamiento deberá contar con un contenedor de derrames de una capacidad mínima de 19 litros.

4.12 Los tanques de almacenamiento deben estar equipados con un sistema de recuperación de vapores Fase I y estar conectados herméticamente a los dispositivos de suministro de combustible y recuperación de vapores, durante la operación de transvasado desde el autotanque.

4.13 El transvasado de gasolinas a vehículos automotores debe efectuarse de manera que los vapores de gasolina generados sean recolectados por el sistema de recuperación de vapores de gasolina Fase II.

4.14 Antes de realizar la instalación del sistema de recuperación de vapores, se deberá verificar la hermeticidad de los tanques y tuberías mediante una prueba de hermeticidad no destructiva.

4.15 Previo al inicio de operación del sistema de recuperación de vapores, deben efectuarse las pruebas de hermeticidad y de obstrucción para verificar el libre paso de vapores.

4.16 Los sistemas de recuperación de vapores de gasolina aprobados conforme al método de prueba establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, que requieran instalar una unidad de procesamiento de vapores por incineración para controlar los vapores excedentes provenientes del tanque de almacenamiento, de acuerdo con lo establecido en el punto 4.3, deben instalarlo cumpliendo con lo siguiente:

A) Instalarse sobre una base construida de material no inflamable a una altura mínima de 3 metros.

B) La distancia horizontal entre la unidad de procesamiento de vapores por incineración y los venteos del tanque de almacenamiento debe ser mayor a 6.5 metros.

C) La distancia horizontal entre la unidad de procesamiento de vapores por incineración y cualquier punto de transferencia de combustibles debe ser mayor a 6.5 metros.

4.17 Placa de verificación visible del sistema. Con objeto de verificar las instalaciones que cuenten con los sistemas de recuperación de vapores en Fases I y II instalados, éstas deberán contar con un letrero de 60 X 40 centímetros, construido de un material resistente en fondo color blanco con letras negras, ubicado sobre un muro visible desde el exterior del edificio de la estación de servicio, que contenga los siguientes datos relevantes:

A) No. de registro de la Estación de Servicio asignado por PEMEX.

B) Fecha de instalación del Sistema de Recuperación de Vapores.

C) Capacidad instalada

C1 Número de mangueras para surtir gasolina. _____

C2 Número de tanques de gasolina: _____

C3 Capacidad total expresada en litros: _____

C4 Existencia de interconexiones de vapores entre tanques. _____

D) Número de registro del sistema de recuperación de vapores instalado, marca y modelo.

E) Número de registro de capacitación y aprobación del responsable de la instalación, puesta en marcha y mantenimiento del sistema de recuperación de vapores:

5. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES.

5.1 Los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico en esta Norma Oficial Mexicana se basan en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1 Código de Reglamentos Federales, 40, parte 53 a 60 revisado en julio de 1990. Estados Unidos de América.

6.2 Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio, elaboradas por PEMEX-Refinación 1994.

6.3 Código de Reglamentos de California, Regla 461, enmendada el 7 de julio de 1989. Estados Unidos de América.

6.4 Prácticas Recomendadas para la Instalación y Prueba de Sistemas de Recuperación de Vapores en Sitios de Abastecimiento de Combustible a Vehículos. Petroleum Equipment Institute (PEI). 1993.

7. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

7.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, así como a los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, y a los Municipios correspondientes, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

7.2 A efecto de que las estaciones de servicio cumplan con los términos de la presente Norma Oficial Mexicana, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, en coordinación con el Organismo Público Descentralizado Petróleos Mexicanos (Pemex) establecerá un programa de reconversión de las estaciones de servicio en el que se señalará nombre y ubicación de las estaciones de servicio que se incorporarán al programa y la fecha en que lo harán.

7.3 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

7.3.1 De acuerdo con dicho programa, se llevará a cabo la vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de agosto de mil novecientos noventa y cinco.

**LA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y
PESCA.**

JULIA CARABIAS LILLO.

APÉNDICE B

Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995

" Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo. "

(Publicada en el D.O.F. de fecha 6 de septiembre de 1995)

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones I, VII y VIII, 6o. último párrafo, 8o. fracciones I, II y VII, 9o. Apartado "A" fracción I y Apartado "B" fracciones I y XIX, 36, 37, 160, 162, 171 y demás relativos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 6o., 7o. fracciones II, IV y IX, 13 fracción II, 16, 46 y 49 de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el 20 de septiembre de 1994 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, con carácter de Proyecto, la presente Norma, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en Río Elba No. 20, 1er. piso, colonia Cuauhtémoc, código postal 06500, México, D.F.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del Ordenamiento Legal citado en el párrafo anterior, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que en el plazo a que hace referencia el considerando primero, no se recibieron comentarios por parte de los interesados.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión celebrada el día 12 de junio de 1995, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-093-ECOL-1995, que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-093-ECOL-1995, QUE ESTABLECE EL METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE LABORATORIO DE LOS SISTEMAS DE RECUPERACION DE VAPORES DE GASOLINA EN ESTACIONES DE SERVICIO Y DE AUTOCONSUMO.

INDICE

0. Introducción
1. Objetivo y Campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Método de medición
5. Preparación de la prueba
6. Vehículos utilizados para la verificación de los sistemas de recuperación de vapores de hidrocarburos instalados en estaciones de servicio y de autoconsumo
7. Medición de las emisiones básicas y las emisiones remanentes
8. Cálculo de la tasa de recuperación de vapores de hidrocarburos.
9. Requerimientos adicionales
10. Condiciones técnicas generales para el sistema de recuperación de vapores
11. Autorización de las modificaciones
12. Grado de concordancia con Normas y recomendaciones internacionales
13. Bibliografía
14. Observancia de esta Norma

0. INTRODUCCIÓN

Que entre las fuentes fijas que generan emisiones contaminantes a la atmósfera se encuentran las estaciones de servicio y de autoconsumo que expenden gasolina.

Que es necesario establecer el método de prueba para verificar la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores referidos en la NOM-092-ECOL-1995, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** en esta misma fecha.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método de prueba para evaluar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichos laboratorios.

El método se aplica en la certificación de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina.

2. REFERENCIAS

Norma Oficial Mexicana NMX-AA-23 Terminología, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 15 de julio de 1986.

3. DEFINICIONES

3.1 Adsorbedor de medición.

Dispositivo utilizado para absorber vapores de gasolina emitidos durante el llenado del tanque de un vehículo automotor.

3.2 Adsorbedor de comparación.

Dispositivo utilizado para absorber vapores de hidrocarburos presentes en el ambiente.

3.3 Capturador de vapores.

El dispositivo diseñado especialmente para efectuar la captura de vapores de gasolina durante el despacho de gasolina al vehículo.

3.4 Eficiencia en sitio.

Es un parámetro que indica el porcentaje de control de vapores de gasolina debido a la acción de un sistema de recuperación de vapores. Se determina mediante la evaluación integral de las emisiones generadas por la descarga de gasolina del tanque de almacenamiento al tanque del vehículo, además de las emisiones generadas en los tanques de almacenamiento y, en su caso, a través de las unidades de procesamiento de vapores de gasolina excedentes. Dicha

eficiencia será evaluada con el procedimiento y el equipo previstos en la Norma Oficial Mexicana que se expide al efecto.

3.5 Eficiencia de laboratorio.

Es un parámetro que indica el porcentaje de vapores de gasolina controlados debido a la acción de un sistema de recuperación de vapores que de otra manera serían emitidos libremente a la atmósfera. Se evalúa estando el sistema instalado en un laboratorio de prueba por el método establecido en la presente Norma Oficial Mexicana.

3.6 Emisiones básicas.

Las emisiones de vapores de gasolina a la atmósfera durante el llenado del tanque de gasolina de un vehículo automotor, sin que la estación de servicio o de autoconsumo cuente con sistema de recuperación de vapores.

3.7 Emisiones remanentes.

Las emisiones de vapores de gasolina a la atmósfera durante el llenado del tanque de gasolina de un vehículo automotor con un sistema de recuperación de vapores instalado en la estación de servicio o de autoconsumo.

3.8 Estación de autoconsumo

El establecimiento para el despacho de gasolinas y diesel, así como de aceites, grasas lubricantes a los vehículos de empresas particulares e instituciones gubernamentales, que se suministran directamente de depósitos confinados, a los tanques de vehículos.

3.9 Estación de servicio.

El establecimiento destinado a la venta de gasolinas y diesel al público en general, suministrándolos directamente de depósitos confinados a los tanques de los vehículos automotores, así como de aceites y grasas lubricantes.

3.10 Método de medición de captura total de vapores.

Método de medición de vapores de gasolina recuperados que se basa en la recolección en un dispositivo llamado capturador de vapores a través de un adsorbente de carbón activado, de aquellas emisiones de vapores de gasolina del tanque del vehículo automotor, las cuales no han sido recolectadas por el sistema de recuperación de vapores. El cambio en el peso del adsorbente corresponde a las emisiones de vapores de gasolina del vehículo automotor.

3.11 Pistola de despacho.

Es un dispositivo para suministrar y regular el flujo de combustible, localizado en la parte terminal de las mangueras provenientes del dispensario suministrador y se inserta en la toma del tanque de almacenamiento de combustible del vehículo automotor.

3.12 Tasa volumétrica vapor/líquido.

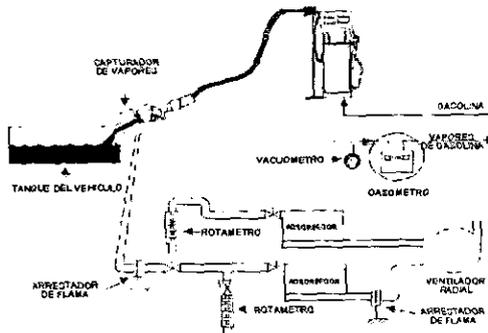
Es la relación entre el volumen de vapores recuperados y el volumen de combustible cargado al tanque del automotor multiplicada por 100, y medida inmediatamente junto a la pistola de despacho durante el llenado del tanque del vehículo.

4. MÉTODO DE MEDICIÓN.

4.1 Principio del método de medición.

El método de medición de captura total de vapores es un método de medición gravimétrico con adsorción de los vapores de gasolina en carbón activado y su pesado posterior.

Un esquema de la instalación para este método se muestra en la siguiente figura.



4.1.1 El método de medición de captura total de vapores es aplicable tanto para el llenado de combustible del tanque del vehículo automotor con o sin sistemas de recuperación de vapores.

4.1.2 Para la determinación del grado de recuperación de vapores de gasolina de un sistema de recuperación de vapores, se requieren los parámetros de emisiones básicas y emisiones remanentes.

4.2 Componentes del equipo de medición de captura total de vapores.

4.2.1 Aparato de medición de vapores de gasolina.

El aparato de medición de vapores de gasolina debe constar del siguiente equipo básico y en las cantidades mencionadas:

EQUIPO	CANTIDAD
- Medidor de flujo o rotámetro	2
- Válvula de encendido/apagado para regular la succión de aire en el sistema medidor de eficiencia. Incluye pedal para cierre y apertura inmediata	1
- Capturador de vapores de gasolina para la medición de las emisiones básicas de 35 centímetros de diámetro	1
- Capturador de vapores de gasolina para la medición de las emisiones básicas de 25 centímetros de diámetro	1
- Capturador de vapores de gasolina para la medición de las emisiones remanentes de 35 centímetros de diámetro	1
- Capturador de vapores de gasolina para la medición de las emisiones remanentes de 25 centímetros de diámetro	1
- Arrestador de flama	2
- Ventilador radial de alto rendimiento	2
- Absorbedor de medición con carbón activado	3
- Absorbedor de comparación con carbón activado	1
- Conexiones rápidas para el suministro de aire comprimido	1
- Toma corrientes a prueba de explosión	1
- Balanza con una precisión mínima de 0.1 gramo	1

- Unidad de control del equipo de medición a prueba de explosión	1
- Manómetro/vacuómetro de -13 a 13 centímetros de columna de agua	1
- Barómetro	1
- Termómetro	1
- Cronómetro	1

4.2.2 El aparato de medición de vapores de gasolina puede tener el siguiente equipo adicional:

EQUIPO	CANTIDAD
a) Plataforma de transporte del equipo	1
b Extintor	1
c) Manta extintora	1
d) Plataforma de transporte para ventilador	2

Todos los componentes de tipo eléctrico, antiestático y/o mecánico deben estar diseñados a prueba de explosión.

5. PREPARACIÓN DE LA PRUEBA

5.1 Preparación.

El equipo de medición debe ser instalado en un punto adecuado en la estación de servicio o de autoconsumo.

Se requiere el uso de una balanza para pesar los adsorbedores, que cuente con una precisión mínima de 0.1 gramo.

5.2 Medidas de preparación.

5.2.1 Se debe verificar la velocidad de carga de la pistola en su posición de carga máxima. Este valor es necesario para ajustar el flujo de aire del equipo de medición. El valor de la velocidad de carga de gasolina debe estar comprendido entre 20 a 45 litros/minuto.

5.2.2 Se debe multiplicar la velocidad de carga de gasolina por un factor de 1.5 y ajustar el flujo de aire en el rotámetro del equipo para las medidas de emisiones básicas. Para calibrar el equipo durante las pruebas de emisiones remanentes, se aplica un factor de 0.75.

5.2.3 Se debe asegurar que los adsorbedores de medición y comparación se limpien con un flujo de aire diariamente antes de efectuar la primera medición, a fin de asegurar la adaptación de los adsorbedores a las condiciones atmosféricas del día de medición, estabilizadas para la primera medición. Es suficiente un tiempo de aereación de 20 minutos.

5.2.4 La limpieza de los adsorbedores se debe hacer mediante una aereación con el ventilador radial de alto rendimiento

5.2.5 Se deben pesar los adsorbedores de medición y comparación e instalarlos en el equipo. El peso de los adsorbedores se debe tomar antes de la medición, especialmente el del adsorbedor de comparación.

5.3 Preparación de los vehículos para la medición.

5.3.1 El acondicionamiento del tanque de gasolina del vehículo automotor debe seguir los siguientes pasos:

5.3.1.1 Vaciar el tanque totalmente.

5.3.1.2 Llenar el tanque completamente con el combustible de la estación de servicio o de autoconsumo donde se hace la prueba.

5.3.1.3 Vaciar el tanque nuevamente por completo.

5.3.1.4 Agregar combustible hasta el 20% (veinte por ciento) de la capacidad del tanque según las especificaciones del fabricante

5.3.1.5 Tapar el tanque y dejarlo reposar durante 30 minutos para su acondicionamiento. Esto asegura que se tenga un 90% (noventa por ciento) de saturación de vapores en el interior del tanque.

5.3.2 En caso de que el tanque del vehículo automotor venga cubierto por una puerta, ésta se debe quitar. Después del acondicionamiento del tanque, su tapón no se debe quitar hasta el momento de la medición.

5.3.3 El tanque de los vehículos automotores utilizados para la prueba debe ser acondicionado con el combustible obtenido de la propia estación de servicio o de autoconsumo.

5.4 Procedimiento de medición.

5.4.1 Colocar el equipo de medición descrito en el punto 4.2.1 adicionando combustible hasta el 80% (ochenta por ciento) de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola sin recuperación de vapores. Esta prueba es la primera determinación de emisiones básicas (EB1).

5.4.2 Retirar el equipo de medición y vaciar el tanque hasta un 20% (veinte por ciento) de su capacidad. Tapar el tanque y esperar 30 minutos para lograr la saturación de vapores de gasolina en el interior del tanque.

5.4.3 Colocar nuevamente el equipo de medición descrito en el punto 4.2.1, adicionando combustible hasta el 80% (ochenta por ciento) de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola con recuperación de vapores de gasolina. Esta prueba es la primera determinación de emisiones remanentes (ER1).

5.4.4 Retirar nuevamente el equipo de medición y vaciar el tanque hasta un 20% (veinte por ciento) de su capacidad. Tapar el tanque y esperar otros 30 minutos para lograr la saturación de vapores de gasolina en el interior del tanque.

5.4.5 Colocar nuevamente el equipo de medición descrito en el punto 4.2.1, adicionando combustible hasta el 80% (ochenta por ciento) de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola con recuperación de vapores de gasolina. Esta prueba es la segunda determinación de emisiones remanentes. (ER2).

5.4.6 Retirar el equipo de medición una vez más y vaciar el tanque hasta un 20% (veinte por ciento) de su capacidad. Volver a tapar el tanque y esperar otros 30 minutos para lograr la saturación requerida.

5.4.7 Por último, colocar nuevamente el equipo de medición descrito en el punto 4.2.1, adicionando combustible hasta el 80% (ochenta por ciento) de la capacidad del tanque, haciendo uso de la pistola sin recuperación de vapores. Esta prueba es la segunda determinación de emisiones básicas (EB2).

5.5 Procedimiento para la carga de gasolina en los vehículos.

5.5.1 Introducir la pistola en el capturador de vapores, asegurándose que ésta encaje perfectamente en la abertura del capturador de vapores; en caso de que no sea así, se debe utilizar un material que permita el sellado completo.

5.5.2 Introducir la pistola de despacho en el tanque, apoyándola en la primera división de la misma. Se debe presionar el capturador de vapores contra el vehículo automotor, asegurándose que no salga aire por los lados. La carga de gasolina debe efectuarse a la velocidad máxima de la pistola. La carga de gasolina se debe interrumpir al llegar al 80% (ochenta por ciento) de la capacidad del tanque a fin de evitar derrames.

Al terminar la carga de la gasolina, quitar inmediatamente el capturador de vapores del vehículo automotor y esperar 10 segundos para cerrar la válvula de apagado/encendido del equipo de medición.

5.5.3 Retirar del equipo los adsorbedores de medición y comparación e inmediatamente pesarlos. Tomar la lectura de la cantidad de gasolina cargada en el dispensario y anotarla en el registro de control.

5.4. Anotar el adsorbente después de cada medición. Si se utiliza un adsorbente de comparación no es necesario después de cada medición, es suficiente hacerlo dos veces por día.

6. VEHÍCULOS UTILIZADOS PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES DE HIDROCARBUROS INSTALADOS EN ESTACIONES DE SERVICIO Y DE AUTOCONSUMO.

Se deberá seleccionar como mínimo una muestra de treinta vehículos de cuatro, seis y ocho cilindros, con marca y modelo diferentes, fabricados en México en los últimos 10 años y se deberá aplicar el método de prueba descrito en la presente Norma Oficial Mexicana.

7. MEDICIÓN DE LAS EMISIONES BÁSICAS Y LAS EMISIONES REMANENTES.

Para todos los sistemas de recuperación de vapores de gasolina se deben medir las emisiones básicas con una pistola de carga sin recuperación de vapores, en sus modalidades para gasolina con plomo y sin plomo (para gasolina con plomo el diámetro de la boquilla es de 3/4" (tres cuartos de pulgada) y para gasolina sin plomo es de 1/2" (media pulgada))

7.1 La pistola de carga sin recuperación de vapores puede usarse en otro punto de descarga de la misma bomba de combustible (haciendo uso de un dispensario doble de gasolina, con las mismas condiciones que presenta la bomba que tenga instalada la pistola de recuperación de vapores de gasolina)

7.2 El flujo en la pistola de carga sin recuperación de vapores debe ser el mismo que de la pistola con recuperación de vapores en un tiempo de 15 minutos.

7.3 Las emisiones remanentes se deben medir con la pistola de carga del sistema de recuperación de vapores correspondiente.

7.4 La medición de las emisiones básicas y de las remanentes se deben efectuar dos veces por cada vehículo automotor conforme a lo establecido en el punto 5.4 de esta Norma Oficial Mexicana

8. CÁLCULO DE LA TASA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES DE HIDROCARBUROS.

El cálculo de la tasa de recuperación de vapores de hidrocarburos se debe efectuar con los promedios de los resultados de medición, relativos a los litros de combustible cargados, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$ETA = \frac{EB - ER}{EB}$$

Ecuación 1

o bien:

$$ETA = \frac{mHC}{EB}$$

Ecuación 2

Donde:

ETA= Tasa de recuperación de vapores de gasolina.

EB= Promedio de las emisiones básicas del grupo de vehículos automotores medidos, referido al volumen de combustible cargado, expresado en gramos de vapores de gasolina por litro de combustible.

ER= Promedio de las emisiones remanentes del grupo de vehículos automotores medidos, referido al volumen de combustible cargado, expresado en gramos de vapores de gasolina por litro de combustible.

mHC= Promedio de la masa de hidrocarburos recuperados en el tanque de almacenamiento, referido al volumen de combustible cargado por el grupo de vehículos automotores, expresado en gramos de vapores de gasolina por litro de combustible.

9.REQUERIMIENTOS ADICIONALES

9.1 Instalación del sistema de recuperación de vapores.

El fabricante del sistema es el responsable de la instalación y de sus posibles fallas.

9.2 Temperatura de trabajo

Se debe realizar la prueba cuando la temperatura ambiente se encuentre por arriba de 5°C (5 grados centígrados) de la temperatura promedio en invierno. Para la temperatura del combustible dentro del tanque de almacenamiento no se imponen restricciones. Se deben registrar las temperaturas del combustible y del aire ambiente.

9.3 Conexiones de medición.

9.3.1 Para la medición de la caída de presión y del flujo máximo o, en su caso, de la tasa volumétrica vapor/líquido, se deben preparar puertos de muestreo en el lugar adecuado del sistema de recuperación de vapores. Los puertos de muestreo deben asegurar que se recolecten solamente los vapores recuperados que se desprenden en este punto individual de bombeo.

9.3.2 Los puertos de muestreo se deben instalar sobre la línea de recuperación de vapores en una sección accesible dentro del dispensario, como se ilustra en el esquema del anexo.

Los volúmenes de vapores medidos se deben corregir al tener en cuenta la presión atmosférica usando las siguientes ecuaciones:

$$P1 V1= P_u V_u \quad \text{Ecuación 3}$$

$$V_u = \frac{(P1) V1}{(P_u)} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$P1= P_u + P \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

P1= Presión absoluta medida en el puerto de muestreo, expresada en pascales.

V1= Volumen de vapores medido en el puerto de muestreo, expresado en metros cúbicos.

P_u= Presión atmosférica, expresada en pascales.

V_u= Volumen de vapores corregido a condiciones de presión atmosférica expresado en metros cúbicos

P= Presión relativa medida en el puerto de muestreo, expresada en pascales.

9.3.3 En cada prueba debe medirse el volumen de combustible despachado por litro utilizando para ello el indicador que se encuentra instalado en el dispensario

9.3.4 La tasa volumétrica vapor/liquido (T) debe calcularse con la siguiente ecuación:

$$T= (V_u/L) 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

T= Tasa volumétrica vapor/liquido, expresada en porcentaje.

V_u= Volumen de vapores corregido a condiciones de presión atmosférica expresado en metros cúbicos.

L= Volumen de combustible despachado, expresado en metros cúbicos

10. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES PARA EL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPORES.

10.1 Flujo de combustible.

El flujo de combustible debe ser reportado por el fabricante del sistema de recuperación de vapores y debe encontrarse entre 20 a 45 litros/minuto. La prueba del sistema de recuperación de vapores se lleva a cabo con el flujo reportado por el fabricante, pudiendo ser éste menor sin quedar por debajo del mínimo establecido (20 litros/minuto).

11. AUTORIZACIÓN DE MODIFICACIONES.

Si el fabricante hace modificaciones a la tecnología del sistema evaluado, éste debe ser sometido a una nueva certificación.

12. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES.

12.1 Los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico en esta norma oficial mexicana se basan en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente y, además, coinciden básicamente con el método de prueba para sistemas de recuperación de vapores para la República Federal de Alemania.

13. BIBLIOGRAFÍA

13.1 Método de Prueba para Sistemas de Recuperación de Vapores para la República Federal de Alemania. (Versión del 17 de marzo de 1992)

13.2 Reporte Final del Tüv Rheinland sobre el Proyecto de Investigación No. 10408508 de la Procuraduría Federal de Medio Ambiente de Alemania.

14. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

14.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, así como a los Gobiernos del Distrito Federal, del Estado de México y los municipios correspondientes en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

14.2 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a partir de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**

Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de agosto de mil novecientos noventa y cinco.

**LA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y
PESCA.**

JULIA CARABIAS LILLO.

APÉNDICE C
Manual de Uso Rápido del Registrador Progeny RSX

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

I. GENERALIDADES

- 1.1 Concepto del Registrador
- 1.2 Características del Registrador
- 1.3 Botones de Control

II. MODOS DE OPERACIÓN

- 2.1 En Línea
- 2.2 En Programación
- 2.3 En Mantenimiento

III. VARIABLES EN EL REGISTRADOR

- 3.1 Termopares
- 3.2 Concentración de Hidrocarburos
- 3.3 Presión

Anexo A.1
¿Cómo almacenar datos en el disco?

INTRODUCCIÓN

El registrador RSX Progeny, Video Recorder, es un video registrador multipunto que no se limita al registro de curvas o representaciones de gráficos de barras. Ofrece la versatilidad de las pantallas, almacenamiento flexible de los datos, control de lazo doble funciones matemáticas avanzadas. Esta integración de varias funciones en un mismo instrumento elimina la necesidad de varios dispositivos y reduce los costes de instalación.

I. GENERALIDADES

1.1 Concepto

Leeds and Northrup Progeny™ RSX Video Registrador, es un registrador multifunción el cual guarda, despliega y procesa la información.

El registrador es un dispositivo complejo electrónico que puede tomar mediciones de señal eléctrica muy pequeña.

1.2 Características del Registrador.

- Alta resolución display de cristal líquido LCD
- Capacidad simultanea de 16 colores diferentes
- Tiene 8 botones de control
- Panel frontal por el cual se puede acceder a un disco 3 1/2" de alta densidad
- Tiene 6 canales de entrada
- Almacena información de las variables
- El nivel de voltaje de las entradas analógicas es de 10^{-6} a 10^3

1.4 Botones de Control

1. Botón de ESC, éste se utiliza comúnmente para salir de cualquier operación que sea errónea o bien para cambiar de modo de operación



2. Botón de Cursor hacia Arriba, este botón nos permite desplazar el cursor hacia arriba.



3. Botón de Cursor hacia Abajo, este botón nos permite desplazar el cursor hacia abajo.



4. Botón de Enter, éste botón nos permite salvar alguna modificación o para poder entrar en algún modo o instrucción. También se utiliza para cambiar valores o parámetros.



INTRODUCCIÓN

El registrador RSX Progeny, Video Recorder, es un video registrador multipunto que no se limita al registro de curvas o representaciones de gráficos de barras. Ofrece la versatilidad de las pantallas, almacenamiento flexible de los datos, control de lazo doble funciones matemáticas avanzadas. Esta integración de varias funciones en un mismo instrumento elimina la necesidad de varios dispositivos y reduce los costes de instalación.

I. GENERALIDADES

1.1 Concepto

Leeds and Northrup Progeny™ RSX Video Registrador, es un registrador multifunción el cual guarda, despliega y procesa la información.

El registrador es un dispositivo complejo electrónico que puede tomar mediciones de señal eléctrica muy pequeña.

1.2 Características del Registrador.

- Alta resolución display de cristal líquido LCD
- Capacidad simultánea de 16 colores diferentes
- Tiene 8 botones de control
- Panel frontal por el cual se puede acusar o controlar 16 canales de entrada
- Tiene 6 canales de entrada
- Almacena información de las variables
- El nivel de voltaje de las entradas analógicas es de 0-5 V

1.4 Botones de Control

1. Botón de ESC, éste se utiliza comúnmente para salir de cualquier operación que sea errónea o bien para cambiar de modo de operación.
2. Botón de Cursor hacia Arriba, este botón nos permite desplazar el cursor hacia arriba.
3. Botón de Cursor hacia Abajo, este botón nos permite desplazar el cursor hacia abajo.
4. Botón de Enter, éste botón nos permite salvar alguna modificación o para poder entrar en algún modo o instrucción. También se utiliza para cambiar valores o parámetros.



5. Botón de F1, éste botón no funciona en modo de mantenimiento o programación.



6. Botón de F2, éste botón no funciona en modo de mantenimiento o programación, éste únicamente es disponible con la opción de control.



7. Botón de F3, éste botón no funciona en modo de mantenimiento o programación, éste únicamente es disponible con la opción de control.



SP

8. Botón de F4, éste botón nos permite acceder a las gráficas y cambiar en todas sus formas.



II. MODOS DE OPERACION

El registrador RSX tiene tres modos de operación:

- Modo en Línea
- Modo de Programación
- Modo de Mantenimiento

2.1 Modo en Línea

El Módulo en Línea se habilitan todas las entradas que interactúan con todos los elementos conectados externamente.

El Módulo en Línea se puede realizar las siguientes operaciones:

Modo en Línea

Accesorios (alarmas, diagnósticos)
Entrada de Datos
Almacena configuración de datos
(inicialización)
Estado de almacenamiento
Fijar las salidas analógicas

En este modo lo más importante es entrar a la opción DATA STORAGE SETUP en donde inicializaremos el disco para almacenar la información (las mediciones) en el disco.

También en este modo podemos ver lo que ha sido grabado en el disco, con la opción de REPLAY FROM DISK.

2.2 Modo de Programación

En el Modo de Programación se configuran las entradas y salidas del registrador, como pueden ser rangos, unidades, etiquetas, gráficas, etc.

El Menú de Modo de Programación es el siguiente:

Modo de Programación

- Etiquetas
- Programación de entradas analógicas
- Programación de control loops
- Programación de salidas analógicas
- Programación de entradas discretas
- Programación de grabación de salida
- Programación de cálculo de valores
- Programación de alarmas
- Programación de resultados
- Constantes
- Copiar bloque
- Programar gráficas
- Habilitar características
- Programar claves de seguridad
- Programar el puerto serial
- Programación de fecha y hora
- Acceso a la configuración de archivos
- Selección del Lenguaje

Nota : Antes de inicializar el disco es necesario ver la fecha actual del registrador y la fecha en que va almacenar la información. Ver modo de Programación.

En este modo es donde podemos modificar la Fecha y Hora actual del registrador con la opción SET CLOCK .

Con la opción PROGRAM ANALOG INPUTS aquí indicamos el nivel de voltaje en la señal de entrada, el que tipo comportamiento (lineal, exponencial, otro...), las unidades de las variables que se manejan, el rango de las variables.

2.3 Modo de Mantenimiento

En este modo una de las opciones más utilizadas es FORMAT DISK con ella podemos darle formato al disco.

Modo de Mantenimiento

- Calibración de entradas analógicas
- Calibración de salidas analógicas
- Reset de la memoria
- Frecuencia
- Formatear discos
- Tiempo de almacenamiento
- Frecuencia de muestreo
- Iniciar la unidad
- Información del producto
- Demo

III. VARIABLES EN EL REGISTRADOR

El registrador solo acepta entradas universales como: Termopares, RTD, Miliamper, Milivolts y Volts.

3.1 Termopares

Existen varios tipos de Termopares (J, K, E, T, R, S) la diferencia entre ellos es el rango de operación. Los Termopares que usualmente se utilizan son tipo K .

Sus características no son necesarios programarlas en el equipo, ya que se encuentran programadas en el registrador, y solo hace falta indicar el tipo de termopar ha utilizar en el modo de programación.

Su conexión en el registrador es la siguiente:

- AI3 (input analog) + > Terminal positiva del Primer Termopar
- AI3 (input analog) - > Terminal negativa del Primer Termopar

- AI4 (input analog) + > Terminal positiva del Segundo Termopar
- AI4 (input analog) - > Terminal negativa del Segundo Termopar

3.2 Concentración de Hidrocarburos

Para la concentración de hidrocarburos se utiliza un Analizador de la serie 7000 Telegan, su rango de operación es de :

0% a 100%

Referido a un nivel de voltaje lineal de 10 V.

Para realizar la conexión en el registrador se le acoplo un divisor de voltaje

Su conexión en el registrador es la siguiente:

- AI1 (input analog) + > Terminal positiva del Primer Analizador
- AI1 (input analog) - > Terminal negativa del Primer Analizador

- AI2 (input analog) + > Terminal positiva del Segundo Analizador
- AI2 (input analog) - > Terminal negativa del Segundo Analizador

3.3 Presión

La medición de la presión se hace a través de un manómetro digital, en este se obtiene la señal en milivolts y utiliza conexión directa.

Su conexión al registrador es la siguiente:

- AI5 (input analog) + > Terminal positiva del Primer Manómetro
- AI5 (input analog) - → Terminal tierra del Primer Manómetro

- AI6 (input analog) + > Terminal positiva del Segundo Manómetro
- AI6 (input analog) - > Terminal tierra del Segundo Manómetro

Anexo A.1

¿Cómo almacenar datos en el disco?

Para almacenar datos en el disco se deben seguir los siguientes pasos:

1. Conecte su registrador a la alimentación
2. Una vez que aparezca la pantalla de entrada pulse la tecla de ESC
3. Cerrar el bezel
4. Presione la tecla ENTER para seleccionar en modo de Maintenance ya que se encuentre dentro de esta opción seleccione Format Disk presione ENTER una vez que indique el registrador Format Complete presione ESC
5. Ya formateado el disco seleccione nuevamente en modo en Línea con las teclas de cursor una vez seleccionada presione ENTER
6. Seleccione la opción Data Storage Setup con las teclas de cursor y de ENTER
7. Seleccione la tecla de Initialize Disk oprima ENTER, seleccione nuevamente con las teclas de cursor Use New Schedules y oprima ENTER después aparecerá una nota y de ENTER para inicializar.
8. Una vez inicializado el disco automáticamente graba las mediciones, para observar lo que se esta leyendo presione la tecla F4.

Nota:

- Si el registrador se encuentra prendido es necesario resetear la unidad (modo de mantenimiento) para Formatear el disco.
- Si el registrador no había sido prendido verificar en modo en línea la fecha de grabación seleccionando Set Up New Schedules-Unit Data-Set Up Schedule .
- Es muy importante tener **cerrado el bezel** cuando se formate, se inicialize y se guarde información en el disco.
- En caso de que el disco contenga información seleccione la opción Use Current Schedules.

APÉNDICE D
CÓDIGO INTERFAZ CON VISUAL BASIC

En la pequeña programación que se realizó, cabe mencionar que las condiciones que rigen a esta, son basadas en las normas y en las situaciones más críticas.

Enseguida se muestran los procedimientos de las hojas de formato de campo propuesto con su respectivo código de programación.

Procedimiento de la hoja de prueba HERMETICIDAD		
Paso	Descripción	Celda
1	Escribir los datos generales de la E.S.	C11 a C16
2	Escribir el # de pistoías	C19
3	Escribir el # de tanques	C20
4	Colocarse en la celda C20	C20
5	Hacer click	
6	Llenar del inventario de tanques los datos solicitados	C23-F23
7	Llenar las presiones registradas en la tabla correspondiente	C35-F35
8	Una vez capturada toda la hoja de pruebas, ir a la hoja de cálculos	
9	Una vez terminada la hoja de calculos podrá imprimir este formato	

Sub tanquep()

'Este programa escribe el número de tanques existentes

' tanquep Macro

' Macro grabada el 22/06/99

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 1 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 2 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 3 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
    ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 4 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
    ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
    ActiveCell.Offset(6, -1).Value = 4
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 5 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
    ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
    ActiveCell.Offset(6, -1).Value = 4
    ActiveCell.Offset(7, -1).Value = 5
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 6 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
    ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
    ActiveCell.Offset(6, -1).Value = 4
    ActiveCell.Offset(7, -1).Value = 5
    ActiveCell.Offset(8, -1).Value = 6
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 7 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
    ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
    ActiveCell.Offset(6, -1).Value = 4
    ActiveCell.Offset(7, -1).Value = 5
    ActiveCell.Offset(8, -1).Value = 6
    ActiveCell.Offset(9, -1).Value = 7
    ActiveCell.Offset(10, -1).Value = 8
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 8 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
    ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
    ActiveCell.Offset(6, -1).Value = 4
    ActiveCell.Offset(7, -1).Value = 5
    ActiveCell.Offset(8, -1).Value = 6
    ActiveCell.Offset(9, -1).Value = 7
    ActiveCell.Offset(10, -1).Value = 8
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 9 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
```

```

ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
ActiveCell.Offset(6, -1).Value = 4
ActiveCell.Offset(7, -1).Value = 5
ActiveCell.Offset(8, -1).Value = 6
ActiveCell.Offset(9, -1).Value = 7
ActiveCell.Offset(10, -1).Value = 8
ActiveCell.Offset(11, -1).Value = 9
End If
    
```

```

If ActiveCell.Offset(0, 0).Value = 10 Then
    ActiveCell.Offset(3, -1).Value = 1
    ActiveCell.Offset(4, -1).Value = 2
    ActiveCell.Offset(5, -1).Value = 3
    ActiveCell.Offset(6, -1).Value = 4
    ActiveCell.Offset(7, -1).Value = 5
    ActiveCell.Offset(8, -1).Value = 6
    ActiveCell.Offset(9, -1).Value = 7
    ActiveCell.Offset(10, -1).Value = 8
    ActiveCell.Offset(11, -1).Value = 9
    ActiveCell.Offset(12, -1).Value = 10
End If
End Sub
    
```

Procedimiento de la hoja de cálculos HERMETICIDAD		
Paso	Descripción	Celda
1	Seleccionar la celda C23	C23
2	Hacer click	D23
3	Seleccionar la celda C35	C35
4	Hacer click	D23
5	Seleccionar la celda C50	C50
6	Hacer click	E48
7	Seleccionar la celda H50	H50
8	Hacer click	E48
9	Seleccionar la celda C63	C63
10	Hacer click	E61
11	Seleccionar la celda H63	H63
12	Hacer click	E61
13	Pasar a la hoja de pruebas para poder imprimir el formato	

Sub pistolasc()

'Este programa selecciona la ecuación que debe ocupar según, el número de pistolas
 ' pistolasc Macro
 ' Macro grabada el 22/06/99

```
If ActiveCell.Offset(0, 0) >= 1 Then  
ActiveCell.Offset(9, 0).Value = ActiveCell.Offset(3, 1).Formula  
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0) >= 7 Then  
ActiveCell.Offset(9, 0).Value = ActiveCell.Offset(4, 1).Formula  
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0) >= 13 Then  
ActiveCell.Offset(9, 0).Value = ActiveCell.Offset(5, 1).Formula  
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0) >= 19 Then  
ActiveCell.Offset(9, 0).Value = ActiveCell.Offset(6, 1).Formula  
End If
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0) >= 25 Then  
ActiveCell.Offset(9, 0).Value = ActiveCell.Offset(7, 1).Formula  
End If  
End Sub
```

Sub cncc()

'Este programa determina si cumple con la prueba de hermeticidad de 2 y 5 p.c.a.

' cncc Macro

' Macro grabada el 22/06/99

```
Dim ren, col, sum  
ren = ActiveCell.Row  
col = ActiveCell.Column
```

```
While ActiveCell.Offset(1, 0).Formula <> Empty  
ActiveCell.Offset(1, 1).Formula = ActiveCell.Offset(1, 0).Value - ActiveCell.Value  
ActiveCell.Offset(1, 0).Select  
If (ActiveCell.Offset(0, 1).Value) >= 0 Then  
ActiveCell.Offset(0, 2).Formula = 0  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 2).Formula = 1  
End If  
Wend
```

```
ActiveCell.Offset(ren - ActiveCell.Row + 1, col - ActiveCell.Column + 2).Select  
sum = 0
```

```
While ActiveCell.Formula <> Empty  
sum = sum + ActiveCell.Value  
ActiveCell.Offset(1, 0).Select  
Wend  
ActiveCell.Formula = sum
```

```
If sum <= 3 Then  
    ActiveCell.Offset(0, 1).Formula = "Si Cumple"  
Else  
    ActiveCell.Offset(0, 1).Formula = "No Cumple"  
End If
```

```
ActiveCell.Offset(ren - ActiveCell.Row + 1 - 3, col - ActiveCell.Column + 2 -  
2).Select
```

```
If ActiveCell.Offset(8, 0).Value > ActiveCell.Offset(0, 0).Value Then  
    ActiveCell.Offset(11, 3).Formula = "Si Cumple"  
Else  
    ActiveCell.Offset(11, 3).Formula = "No Cumple"  
End If
```

End Sub

Sub dcumc()

```
'Este programa determina si cumple la prueba de hermeticidad  
' dcumc Macro  
' Macro grabada el 22/06/99
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple" Then  
    If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = ActiveCell.Offset(2, 0) Then  
        ActiveCell.Offset(-7, 8).Formula = "No Cumple"  
    Else  
        If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = ActiveCell.Offset(2, 0).Formula Then  
            ActiveCell.Offset(-7, 8).Formula = "Si Cumple"  
            ActiveCell.Offset(-4, 8).Formula = "Si Cumple"  
        Exit Sub  
    Else  
        If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple" Then  
            ActiveCell.Offset(-7, 8).Formula = "Si Cumple"  
        Else  
            ActiveCell.Offset(-7, 8).Formula = "No Cumple"  
        End If  
    End If  
End If  
End If
```

```
ActiveCell.Offset(0, 4).Select
```

```
If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple" Then  
    If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = ActiveCell.Offset(2, 0) Then  
        ActiveCell.Offset(-6, 4).Formula = "No Cumple"  
    Else  
        If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = ActiveCell.Offset(2, 0).Formula Then  
            ActiveCell.Offset(-6, 4).Formula = "Si Cumple"  
            ActiveCell.Offset(-4, 4).Formula = "Si Cumple"  
        Exit Sub  
    Else
```

```

If ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple" Then
ActiveCell.Offset(-6, 4).Formula = "Si Cumple"
Else
ActiveCell.Offset(-6, 4).Formula = "No Cumple"
End If
End If
End If
Else
ActiveCell.Offset(-6, 4).Formula = "Si Cumple"
End If
ActiveCell.Offset(-4, 4).Select

If ActiveCell.Offset(-2, 0).Formula = "No Cumple" Then
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"
Else
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"
End If
End Sub

```

Procedimiento de la hoja de prueba CONTRAPRESIÓN		
Paso	Descripción	Celda
1	Escribir los valores de presión máximos	C21 a C29
2	Escribir los valores de presión mínimos	D21 a D29
3	Seleccionar la celda	B34
4	Hacer click	
5	Imprimir la hoja de formato	

Sub ccncp()

'Este programa determina si cumple o no cumple con la prueba de contrapresión y bloqueo

' ccncp Macro

' Macro grabada el 22/06/99

```

If ActiveCell.Offset(-13, 3).Value >= 0.16 Then
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"
Exit Sub
Else
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"
End If
If ActiveCell.Offset(-12, 3).Value >= 0.16 Then
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"
Exit Sub
Else
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"
End If
If ActiveCell.Offset(-11, 3).Value >= 0.16 Then

```

```
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"  
Exit Sub  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"  
End If  
If ActiveCell.Offset(-10, 3).Value >= 0.35 Then  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"  
Exit Sub  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"  
End If  
If ActiveCell.Offset(-9, 3).Value >= 0.35 Then  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"  
Exit Sub  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"  
End If  
If ActiveCell.Offset(-8, 3).Value >= 0.35 Then  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"  
Exit Sub  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"  
End If  
If ActiveCell.Offset(-7, 3).Value >= 0.62 Then  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"  
Exit Sub  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"  
End If  
If ActiveCell.Offset(-6, 3).Value >= 0.62 Then  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"  
Exit Sub  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"  
End If  
If ActiveCell.Offset(-5, 3).Value >= 0.62 Then  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "No Cumple"  
Exit Sub  
Else  
ActiveCell.Offset(0, 0).Formula = "Si Cumple"  
End If  
End Sub
```

Procedimiento de la hoja de prueba BLOQUEO		
Paso	Descripción	Celda
1	Escribir los valores de presión máximos	C23 a C31
2	Escribir los valores de presión mínimos	D23 a D31
3	Seleccionar la celda	B36
4	Hacer click	
5	Imprimir la hoja de formato	

A continuación se presentan los formatos de campo propuestos para las pruebas de hermeticidad, contrapresión y bloqueo, incluyendo la hoja de cálculo.



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
GERENCIA DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÉTICOS
ÁREA DE COMBUSTIÓN

Prueba de Bloqueo

22/12/99 14:29

Número de la E.S.: 0132
 Dirección: Av. Centenario No.37, Col. Atzacualco, México D.F.
 Representante legal de la E.S.: Sr. Sergio Rivera López
 Telefono: (5) 767-00-17
 Marca del SRV's : OPW Vapor-EZ
 Compañía instaladora: CADSA

Litros requeridos de gasolina: 15
 Tiempo de drenado (min): 5

Flujo de Nitrógeno Aumentado (LPM)	Valor máximo de presión (Barra) (psia)	Valor máximo de presión (Barra) (psia)	Tiempo de drenado (min) (valor de referencia) (5.0)
19	0.11	0.12	0.01
	0.12	0.13	0.01
	0.12	0.13	0.01
28	0.23	0.24	0.01
	0.23	0.24	0.01
	0.23	0.24	0.01
38	0.39	0.4	0.01
	0.39	0.4	0.01
	0.39	0.4	0.01

RESULTADO DE LA PRUEBA:

Si Cumple

Instituto Mexicano del Petróleo

Compañía Instaladora

Representante de la E.S.

**Hoja de Cálculos
Hermeticidad**

	Capacidad [lit]	Vol. de Gasolina [lit]
	80,000	860
	80,000	61,826
	80,000	62,370
	80,000	44,836
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
Sum. Total	320,000	Sum. Total 169,892

Diferencia [lit] 150,108
 Diferencia [gal] 39,654

No. de Pistolas	32	○ click	
Para 2 pca			
No. de Pistolas			Vacio en TK
1 a 6		1.974896	39,654
7 a 12		1.973367	39,654
13 a 18		1.971832	39,654
19 a 24		1.970095	39,654
25 o más		1.967857	39,654

Ppermitida 1.967856924
 PF2 (diferencia) 0.032143076

No. de Pistolas	32	
Para 5 pca		
No. de Pistolas		Vacio en TK
1 a 6		39,654
		4.940673

7 a 12 4.937911 39.654
 13 a 18 4.935459 30.654
 19 a 24 4.933037 39.654
 24 o más 4.93107 39.654

Permitida 4.931069743
 PF5 (diferencia) 0.068930257

1.967857 Click 1.368

	PF2		PF2
Presion inicial	1.96		0
Presion inicial después del reposo	1.96	0	0
minuto 1	1.97	0.01	0
minuto 2	1.96	-0.01	0
minuto 3	1.97	0.01	0
minuto 4	1.97	0	0
minuto 5	1.97	0	0
		1 Si Cumple	0 Si Cumple

R
 Click 1-2 p.c.a.
 2-2 p.c.a. Si Cumple
 RF-2 p.c.a Si Cumple

4.9310697 Click 4.931

	PF5		PF5
Presion inicial	5.03		0
Presion inicial después del reposo	5.03	0	0
minuto 1	5.04	0.01	0
minuto 2	5.04	0	0
minuto 3	5.04	0	0
minuto 4	5.05	0.01	0
minuto 5	5.05	0	0
		0 Si Cumple	0 Si Cumple

R
 1-5 p.c.a.
 2-5 p.c.a. Si Cumple
 RF-5 p.c.a Si Cumple

Si Cumple No Cumple
 Si Cumple No Cumple
 RF Si Cumple

APÉNDICE E
HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CIRCUITOS
INTEGRADOS OP295/OP495 Y LMC6022

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (See Figure 1 for typical circuit and pin connections. The data apply to both amplifiers.)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Offset Voltage	V_{os}	$V_{CM} = 0$, $I_{OS} = 0$	0	1	5	μ V
Input Bias Current	I_B	$V_{CM} = 0$, $V_{OS} = 0$	0	1	5	nA
Input Offset Current	I_{OS}	$V_{CM} = 0$, $V_{OS} = 0$	0	1	5	nA
Input Voltage Range	V_{IR}	$V_{CM} = 0$, $I_{OS} = 0$	0	1	5	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$V_{OS} = 10 \mu$ V, $V_{CM} = 0$, $V_{OS} = 0$, $V_{OS} = 0$	90	110	120	dB
Large Signal Voltage Gain	A_{VS}	$R_L = 10$ k Ω	1000	1000	1000	V/mV
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$		0	1	5	μ V/°C
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Voltage Swing (High)	V_{OH}	$R_L = 100$ k Ω to GND $R_L = 10$ k Ω to GND	11.90 11.80			V
Output Voltage Swing (Low)	V_{OL}	$R_L = 100$ k Ω to GND $R_L = 10$ k Ω to GND			11.90 11.85	V
Output Current	I_{OL}		2.15	2.20		mA
POWER SUPPLY						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_{OS} = \pm 1.5$ V to ± 15 V $V_{OS} = \pm 1.5$ V to ± 15 V, $f_{CM} = 1$ kHz, $T_A = 25^\circ$ C	90 85	110		dB
Supply Current	I_{CC}	$V_{OS} = 0$ V, $R_L = \infty$, $V_{OS} = 0$ V 40° C $\leq T_A \leq 125^\circ$ C			175	μ A
Supply Voltage Range	V_{CC}		2.7		18	V
DYNAMIC PERFORMANCE						
Slew Rate	SR	$R_L = 10$ k Ω		10		V/ μ s
Gain Bandwidth Product	GBP			85		kHz
Phase Margin	ϕ			60		degrees
NOISE PERFORMANCE						
Voltage Noise	e_n	0.1 MHz to 10 kHz		10		μ V/ \sqrt{Hz}
Voltage Noise Density	$e_{n(f)}$	1 kHz		10		μ V/ \sqrt{Hz}
Current Noise Density	$i_{n(f)}$	1 kHz		10		pA/ \sqrt{Hz}

Specifications subject to change without notice.

WAFER TEST LIMITS ($\pm V_{OS} = \pm 5.0$ V, $V_{CM} = 2.5$ V, $T_A = 25^\circ$ C unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Conditions	Limit	Units
Offset Voltage	V_{os}		500	μ V max
Input Bias Current	I_B		50	nA max
Input Offset Current	I_{OS}		50	nA max
Input Voltage Range	V_{IR}		0 to +4	V min
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	0 V $\leq V_{CM} \leq 4$ V	90	dB min
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	-15 V $\leq V_{CC} \leq 15$ V	90	μ V/V
Large Signal Voltage Gain	A_{VS}	$R_L = 10$ k Ω	1000	V/mV min
Output Voltage Swing (High)	V_{OH}	$R_L = 10$ k Ω	1.0	V min
Supply Current Per Amplifier	I_{CC}	$V_{OS} = 2.5$ V, $R_L = \infty$	150	μ A max

NOTES

1. Typical tests and wafer probe methods are shown. Data to variations in wafer process are given as a maximum deviation with respect to the nominal value. Data are for standard production. Circuit factory to negative specifications based on data of gain, the most critical parameter for amplifiers.

2. Guaranteed by CMRR test.

ORDERING GUIDE

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option	Model	Temperature Range	Package Description	Package Option
OP295GP	-40°C to +125°C	8-Pin Plastic DIP	N-8	OP195GP	-16°C to +125°C	14-Pin Plastic DIP	N-14
OP295GS	-40°C to +125°C	8-Pin SOIC	SO-8	OP195GS	-16°C to +125°C	14-Pin SOIC	R-14
OP295GBU	+25°C	DICE		OP195GBU	+25°C	DICE	

OP295/OP495

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS¹

Supply Voltage	±18 V
Input Voltage ²	±18 V
Differential Input Voltage ²	+36 V
Output Short-Circuit Duration	Indefinite
Storage Temperature Range	
P, S Package	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
OP295G, OP495G	40°C to +125°C
Junction Temperature Range	
P, S Package	-65°C to +150°C
Lead Temperature Range (Soldering, 60 Sec)	+300°C

Package Type	θ_{JA}^3	θ_{JC}	Unit
8-Pin Plastic DIP (P)	103	43	°C/W
8-Pin SOIC (S)	158	43	°C/W
14-Pin Plastic DIP (P)	83	39	°C/W
16-Pin SO (S)	98	30	°C/W

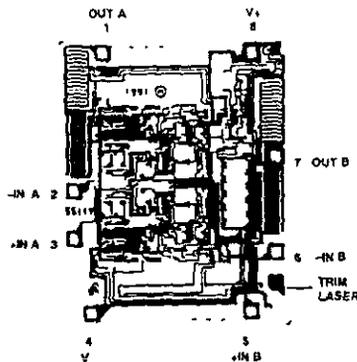
NOTES

¹Absolute maximum ratings apply to both DICE and packaged parts, unless otherwise noted.

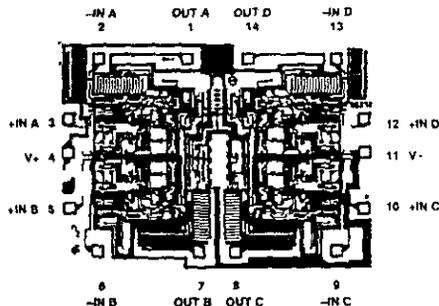
²For supply voltages less than +18 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

³ θ_{JA} is specified for the worst case conditions, i.e., θ_{JA} is specified for device in socket for certip, P-DIP, and LCC packages. θ_{JA} is specified for device soldered in circuit board for SOIC package.

DICE CHARACTERISTICS

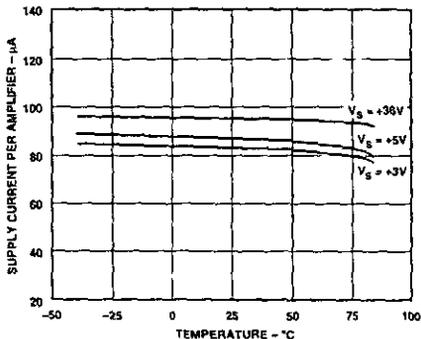


OP295 Die Size 0.066 × 0.080 inch, 5,280 sq. mils.
Substrate (Die Backside) Is Connected to V+.
Transistor Count, 74.

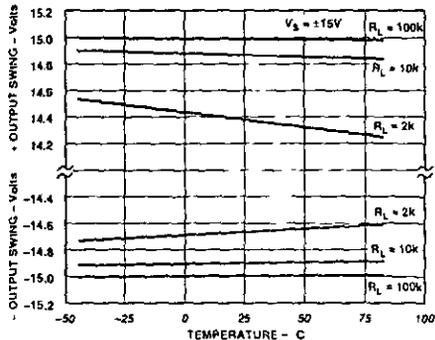


OP495 Die Size 0.113 × 0.083 inch, 9,380 sq. mils.
Substrate (Die Backside) Is Connected to V+.
Transistor Count, 196.

Typical Characteristics

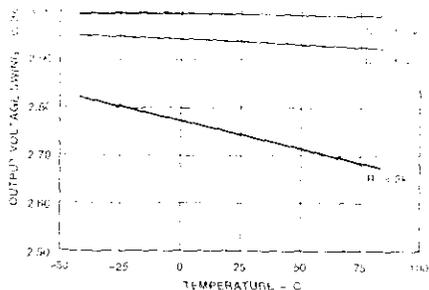


Supply Current Per Amplifier vs. Temperature

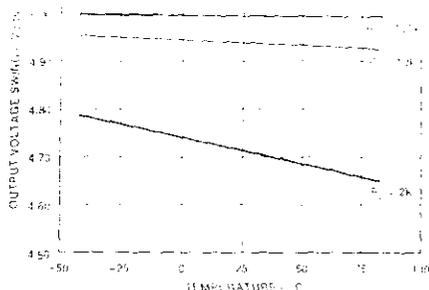


Output Voltage Swing vs. Temperature

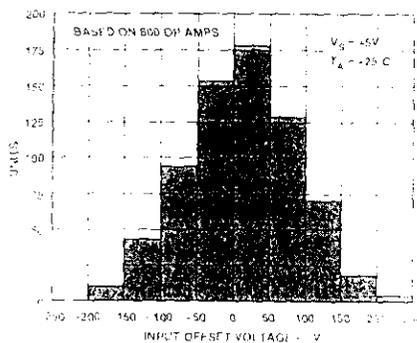
Typical Characteristics—OP295/OP495



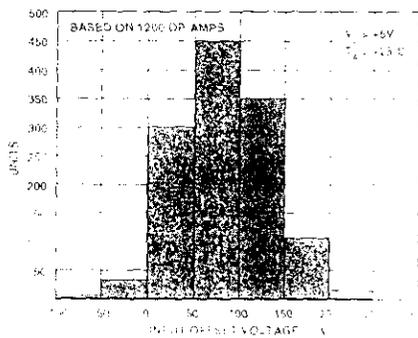
Output Voltage Swing vs. Temperature



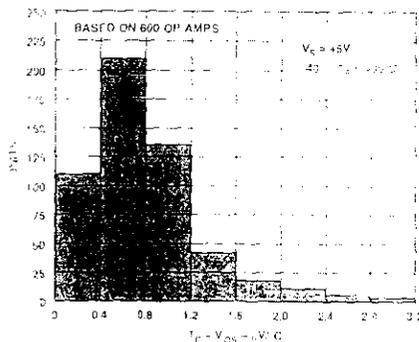
Output Voltage Swing vs. Temperature



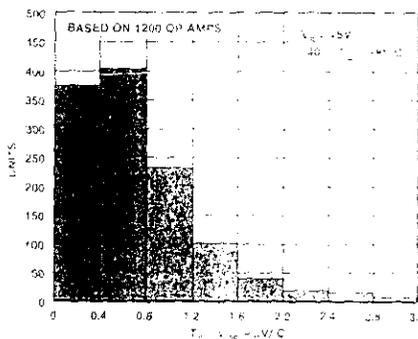
Input Offset Voltage Distribution



Input Offset Voltage Distribution

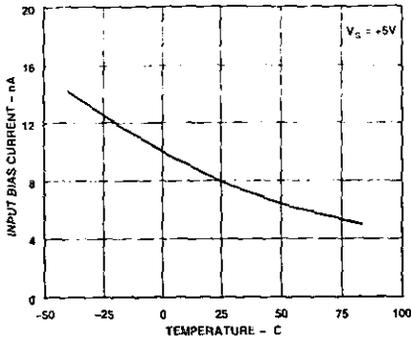


Input Current Distribution

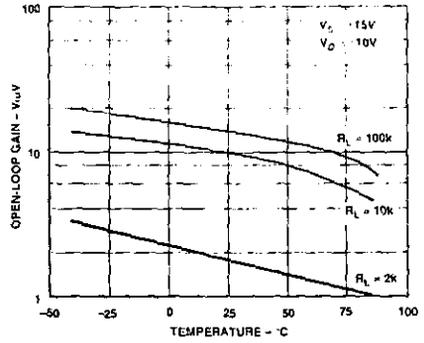


Input Current Distribution

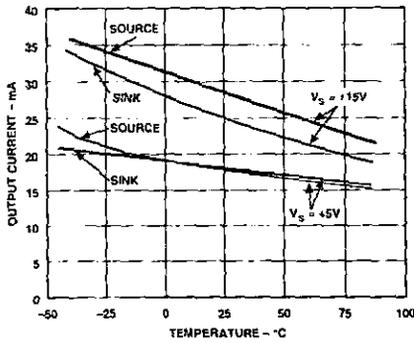
OP295/OP495—Typical Characteristics



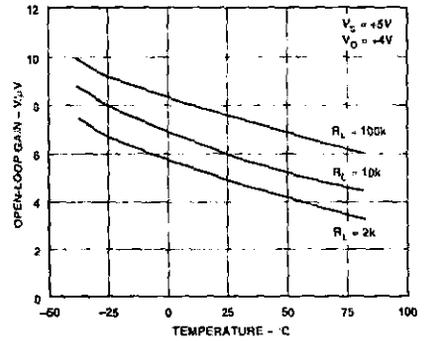
Input Bias Current vs. Temperature



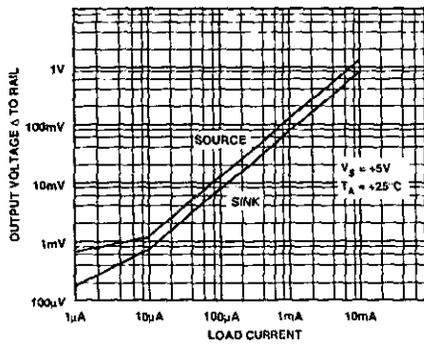
Open-Loop Gain vs. Temperature



Output Current vs. Temperature



Open-Loop Gain vs. Temperature



Output Voltage to Supply Rail vs. Load Current

OP295/OP495

FEATURES

- Rail-to-Rail Output Swing
- Single-Supply Operation: +3 V to +36 V
- Low Offset Voltage: 300 μ V
- Gain Bandwidth Product: 75 kHz
- High Open-Loop Gain: 1000 V/mV
- Unity-Gain Stable
- Low Supply Current/Per Amplifier: 150 μ A max

APPLICATIONS

- Battery Operated Instrumentation
- Servo Amplifiers
- Actuator Drives
- Sensor Conditioners
- Power Supply Control

PIN CONNECTIONS

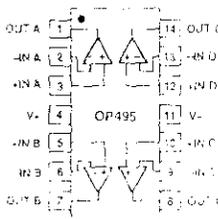
8 Lead Narrow Body SO
(S Suffix)



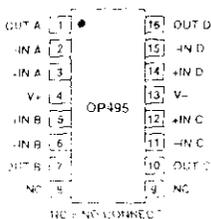
8 Lead Epoxy DIP
(P Suffix)



14-Lead Epoxy DIP
(P Suffix)



16-Lead SO (300 Mt)
(S Suffix)



GENERAL DESCRIPTION

Rail-to-rail output swing combined with decreased offset voltage are key features of the OP495 quad and OP295 dual CMOS operational amplifiers. By using a bipolar front end, lower noise and higher accuracy than that of CMOS designs has been achieved. Both input and output ranges include the negative supply, providing the user "zero in/zero-out" capability. For users of 3.7 volt systems such as lithium batteries, the OP295/OP495 are specified for three-volt operation.

Maximum offset voltage is specified at 300 μ V for ± 1 V operation, and the open-loop gain is a minimum of 1000 V/mV. This yields performance that can be used to implement high accuracy systems, even in single supply designs.

The ability to swing rail-to-rail and supply ± 15 mA to the load makes the OP295/OP495 an ideal driver for power transistors and "H" bridges. This allows designs to achieve higher efficiencies and to transfer more power to the load than previously possible without the use of discrete components. For applications

that require driving inductive loads such as transformers, increases in efficiency are also possible. Stability while driving capacitive loads is another benefit of the design over CMOS rail-to-rail amplifiers. The op amps are driving coax cable or large FET transistors. The OP495/OP295 is stable with load capacitance of 300 pF.

The OP295 and OP495 are specified over the extended industrial (-40°C to +125°C) temperature range. OP295s are available in 8-pin plastic and ceramic DIP plus SO-8 surface mount packages. OP495s are available in 14-pin plastic and SO-16 surface mount packages. Contact your local sales office for MIC-5111-8833 data sheet.

REV. B

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices.

© Analog Devices, Inc., 1991

One Technology Way, P. O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 617/329-4700 Fax: 617/326-8703

OP295/OP495-SPECIFICATIONS

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (@ $V_S = +5.0\text{ V}$, $V_{CM} = +2.5\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units
INPUT CHARACTERISTICS						
Offset Voltage	V_{OS}	$40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		30	300	μV
Input Bias Current	I_B	$40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		8	20	nA
Input Offset Current	I_{OS}	$40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		+1	+3	nA
Input Voltage Range	V_{CM}		0		+4.0	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 4.0\text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	90	110		dB
Large Signal Voltage Gain	A_{VO}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $0.005 \leq V_{OUT} \leq 4.0\text{ V}$	1000	10,000		V/mV
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	500	1	5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Voltage Swing High	V_{OH}	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND	4.98 4.90	5.0 4.94		V V
Output Voltage Swing Low	V_{OL}	$I_{OUT} = 1\text{ mA}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 100\text{ k}\Omega$ to GND $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND		0.7 0.7	2 2	mV mV
Output Current	I_{OUT}	$I_{OUT} = 1\text{ mA}$, $40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	± 11	+18		mA
POWER SUPPLY						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}$ $\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}$, $40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	90	110		dB
Supply Current Per Amplifier	I_{SY}	$V_{GS-T} = 2.5\text{ V}$, $R_L = \infty$, $40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			150	μA
DYNAMIC PERFORMANCE						
Skew Rate	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		0.03		$\text{V}/\mu\text{s}$
Gain Bandwidth Product	GBP			75		kHz
Phase Margin	θ_p			86		Degrees
NOISE PERFORMANCE						
Voltage Noise	$e_{n,p-p}$	0.1 Hz to 10 Hz		1.5		$\mu\text{V p-p}$
Voltage Noise Density	e_n	$f = 1\text{ kHz}$		51		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density	i_n	$f = 1\text{ kHz}$		<0.1		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$

Specifications subject to change without notice

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (@ $V_S = +3.0\text{ V}$, $V_{CM} = +1.5\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units
INPUT CHARACTERISTICS						
Offset Voltage	V_{OS}			30	300	μV
Input Bias Current	I_B			8	20	nA
Input Offset Current	I_{OS}			+1	+3	nA
Input Voltage Range	V_{CM}		0		+2.0	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$0\text{ V} \leq V_{CM} \leq 2.0\text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	90	110		dB
Large Voltage Gain	A_{VO}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		750		V/mV
Offset Voltage Drift	$\Delta V_{OS}/\Delta T$			1		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Voltage Swing High	V_{OH}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND	2.9			V
Output Voltage Swing Low	V_{OL}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND		0.7	2	mV
POWER SUPPLY						
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}$ $\pm 1.5\text{ V} \leq V_S \leq \pm 15\text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	90	110		dB
Supply Current Per Amplifier	I_{SY}	$V_{OUT} = 1.5\text{ V}$, $R_L = \infty$, $40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	85		150	μA
DYNAMIC PERFORMANCE						
Slew Rate	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		0.03		$\text{V}/\mu\text{s}$
Gain Bandwidth Product	GBP			75		kHz
Phase Margin	θ_p			85		Degrees
NOISE PERFORMANCE						
Voltage Noise	$e_{n,p-p}$	0.1 Hz to 10 Hz		1.6		$\mu\text{V p-p}$
Voltage Noise Density	e_n	$f = 1\text{ kHz}$		53		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density	i_n	$f = 1\text{ kHz}$		<0.1		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$

Specifications subject to change without notice

LMC6022 Low Power CMOS Dual Operational Amplifier

General Description

- The LMC6022 is a CMOS dual operational amplifier and can operate from either a single supply or dual supply. Its performance features include an input common-mode range that reaches V_{DD} , low input bias current, and voltage gain (into 100k and 5 k Ω loads) that is equal to or better than widely accepted bipolar equivalents, while the power supply requirement is less than 0.5 mW.
- This chip is built with National's advanced Double-Poly Silicon-Gate CMOS process.
- See the LMC6024 datasheet for a CMOS quad operational amplifier with these same features.

Features

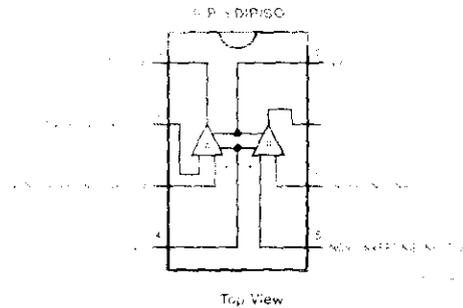
- Specified for 100 k Ω and 5 k Ω loads
- High voltage gain: 120 dB
- Low offset voltage drift: 2.5 μ V/ $^{\circ}$ C

- Ultra-low input bias current: 10 pA
- Input common-mode range includes V_{DD}
- Operating range from -50 to +100 mV
- Low distortion: -0.5% at 1 kHz
- T_{IC} rate: 0.11 V/ μ s
- Min. power operation: 0.5 mW

Applications

- High-impedance buffer or comparator
- Current-to-voltage converter
- Long-term integrator
- Sample and hold circuit
- Peak detector
- Medical instrumentation
- Industrial controls

Connection Diagram



Ordering Information

Temperature Range	Package	NSC Drawing	Transport Media
Industrial -40°C to T _{STB} +85°C			
LMC6022N	8-Pin DIP	NGRE	Reel
LMC6022V	8-Pin DIP	NGRE	Reel
	8-Pin SOIC		Tube and Reel

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Differential Input Voltage	±Supply Voltage
Supply Voltage ($V^+ - V^-$)	16V
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	260°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C
ESD Tolerance (Note 4)	1000V
Voltage at Output/Input Pin	(V^+) +0.3V, (V^-) -0.3V
Current at Output Pin	±18 mA
Current at Power Supply Pin	35 mA
Power Dissipation	(Note 3)

Current at Input Pin	±5 mA
Output Short Circuit to V^-	(Note 2)
Output Short Circuit to V^+	(Note 2)

Operating Ratings

Temperature Range	-40°C ≤ T_J ≤ +85°C
Supply Voltage Range	4.75V to 15.5V
Power Dissipation	(Note 10)
Thermal Resistance (θ_{JA}) (Note 11)	
8-Pin DIP	101°C/W
8-Pin SO	165°C/W

DC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V^+ = 5V$, $V^- = 0V$, $V_{CM} = 1.5V$, $V_O = 2.5V$, and $R_L = 1k\Omega$ unless otherwise noted. Bold-face limits apply at the temperature extremes; all other limits $T_J = 25^\circ C$.

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 5)	L.M.C5022I Limit (Note 6)	Units	
V_{OS}	Input Offset Voltage		1	9 11	mV max	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Input Offset Voltage Average Drift		2.5		$\mu V/^\circ C$	
I_b	Input Bias Current		0.04	200	pA max	
I_{OS}	Input Offset Current		0.01	100	pA max	
R_{IN}	Input Resistance		>1		Tera Ω	
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$0V \leq V_{CM} \leq 12V$ $V^+ = 15V$	83	63 61	dB min	
	Positive Power Supply Rejection Ratio	$5V \leq V^+ \leq 15V$	83	63 61	dB min	
-PSRR	Negative Power Supply Rejection Ratio	$0V \leq V^- \leq -10V$	94	74 73	dB min	
	Input Common-Mode Voltage Range	$V^+ = 5V$ & $15V$ For CMRR ≥ 50 dB	-0.4	-0.1 0 $V^+ - 2.5$	V max V min	
A_V	Large Signal Voltage Gain	$R_L = 100 k\Omega$ (Note 7)	Sourcing	1000	200 100	V/mV min
			Sinking	500	90 40	V/mV min
				1000	100 75	V/mV min
		$R_L = 5 k\Omega$ (Note 7)	Sourcing	1000	100 75	V/mV min
			Sinking	250	50 20	V/mV min
				250	50 20	V/mV min

DC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{in} = 5V$, $V_{out} = 1.5V$, $I_{out} = 250\text{ mA}$, $R_L = 15\text{ }\Omega$ unless otherwise specified. **Bold-face** limits apply at the temperature extremes; all other limits $T_c = 25\text{ }^\circ\text{C}$.

Symbol	Parameter	Conditions	LMC60221		Units
			Typical (Note 5)	Limit (Note 6)	
V	Output Voltage Swing	$V_{in} = 5V$	4.987	4.40	V
		$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $2.5V$	0.004	0.06	min V
		$V_{in} = 5V$	4.940	4.20	max V
		$R_L = 5\text{ k}\Omega$ to $2.5V$	0.040	0.25	min V
		$V_{in} = 5V$	4.970	4.00	max V
		$R_L = 100\text{ k}\Omega$ to $0.5V$	0.007	0.06	min V
		$V_{in} = 5V$	4.850	13.90	max V
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $0.5V$	0.110	0.32	min V
		$V_{in} = 15V$		0.40	max V
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ to $0.5V$		13	min mA
		$R_L = 15\text{ }\Omega$		9	max mA
		I	Output Current	Sourcing $V_{out} = 1.5V$	21
Sinking $V_{out} = 1.5V$	21			12	min mA
Sourcing $V_{out} = 1.5V$	21			15	max mA
Sinking $V_{out} = 1.5V$	21			15	max mA
Sourcing $V_{out} = 1.5V$	21			18	min mA
Sinking $V_{out} = 1.5V$	21			18	min mA
I	Power Dissipation	Continuous	100	160	min mW
		Transient	100	160	max mW

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V^+ = 5V$, $V^- = 0V$, $V_{CM} = 1.5V$, $V_O = 2.5V$, and $R_L = 1M$ unless otherwise noted. Boldface limits apply at the temperature extremes; all other limits $T_J = 25^\circ C$

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 5)	LMC6022L Limit (Note 6)	Units
SR	Slew Rate	(Note 8)	0.11	0.05 0.03	V/ μs m/s
GBW	Gain-Bandwidth Product		0.35		MHz
ϕ_M	Phase Margin		50		Deg
G_M	Gain Margin		17		dB
	Amp-to-Amp Isolation	(Note 9)	130		dB
e_n	Input-Referred Voltage Noise	$F = 1$ kHz	42		nV/ \sqrt{Hz}
i_n	Input-Referred Current Noise	$F = 1$ kHz	0.0002		pA/ \sqrt{Hz}

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to component may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not guarantee specific performance limits. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics. The guaranteed specifications apply only for the test conditions listed.

Note 2: Applies to both single-supply and split-supply operation. Continuous short circuit operation at elevated ambient temperature and/or multiple Op Amp shorts can result in exceeding the maximum allowed junction temperature of $150^\circ C$. Output currents in excess of ± 30 mA over long term may adversely affect reliability.

Note 3: The maximum power dissipation is a function of $T_{J(max)}$, θ_{JA} and T_A . The maximum allowable power dissipation at any ambient temperature is $P_D = (T_{J(max)} - T_A)/\theta_{JA}$.

Note 4: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

Note 5: Typical values represent the most likely parametric norm.

Note 6: All limits are guaranteed by testing or correlation.

Note 7: $V^+ = 15V$, $V_{CM} = 7.5V$, and R_L connected to 7.5V. For Sourcing tests, $7.5V \leq V_O \leq 11.5V$. For Sinking tests, $2.5V \leq V_O \leq 7.5V$.

Note 8: $V^+ = 15V$. Connected as Voltage Follower with 10V step input. Number specified is the slower of the positive and negative slow rates.

Note 9: Input referred. $V^+ = 15V$ and $R_L = 100$ k Ω connected to 7.5V. Each amp excited in turn with 1 kHz to produce $V_O = 13$ Vpp.

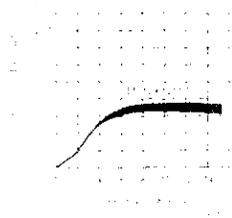
Note 10: For operating at elevated temperatures the device must be derated based on the thermal resistance θ_{JA} with $P_D = (T_J - T_A)/\theta_{JA}$.

Note 11: All numbers apply for packages soldered directly into a PC board.

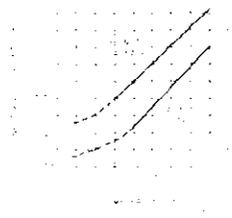
Note 12: Do not connect output to V^+ when V^+ is greater than 13V or reliability may be adversely affected.

Typical Performance Characteristics

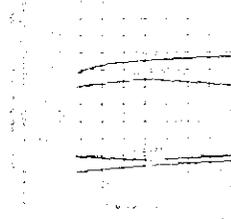
Supply Current vs Supply Voltage



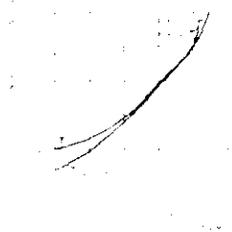
Input Bias Current vs Temperature



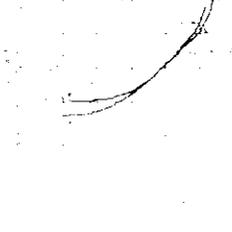
Input Common-Mode Voltage Range vs Temperature



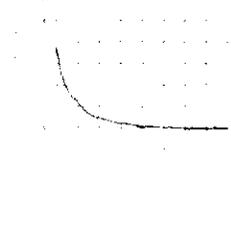
Output Characteristics Current Sinking



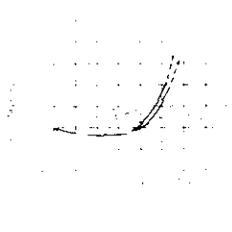
Output Characteristics Current Sourcing



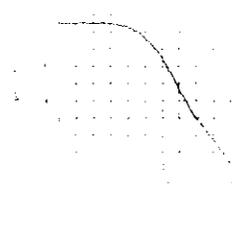
Input Voltage Noise vs Frequency



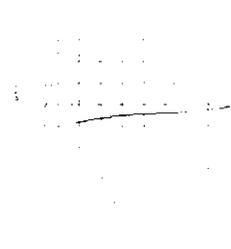
Crosstalk Rejection vs Frequency



CMRR vs Frequency

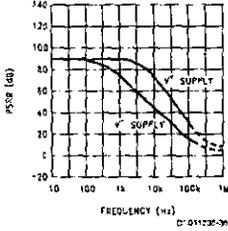


THD vs Temperature

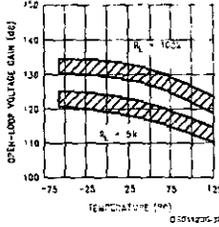


Typical Performance Characteristics $V_B = \pm 7.5V$, $T_A = 25^\circ C$ unless otherwise specified (Continued)

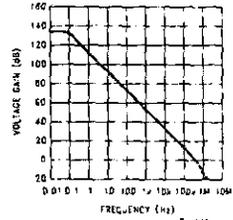
Power Supply Rejection Ratio vs Frequency



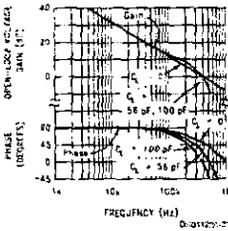
Open-Loop Voltage Gain vs Temperature



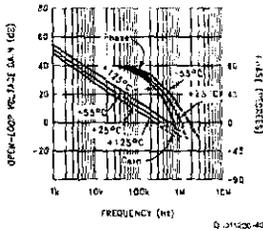
Open-Loop Frequency Response



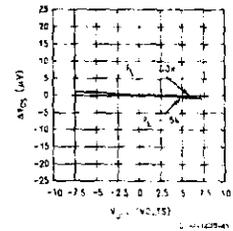
Gain and Phase Responses vs Load Capacitance



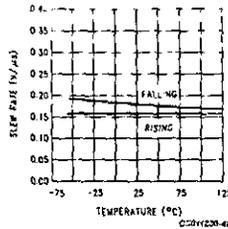
Gain and Phase Responses vs Temperature



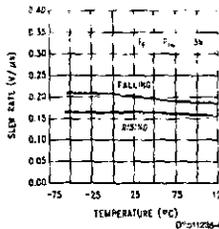
Gain Error (V_{OS} vs V_{OUT})



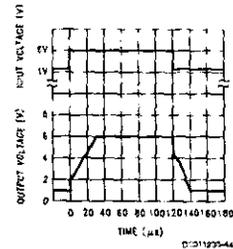
Non-Inverting Slow Rate vs Temperature



Inverting Slow Rate vs Temperature

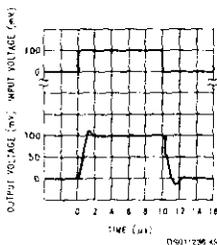


Large-Signal Pulse Non-Inverting Response ($A_V \approx +1$)

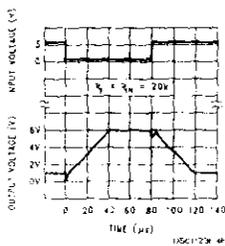


Typical Performance Characteristics $V_{DS} = \pm 7.5V$, $T_A = 25^\circ C$ unless otherwise specified (Continued)

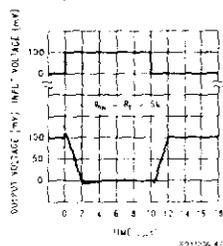
Non-Inverting Small Signal Pulse Response ($A_v = +1$)



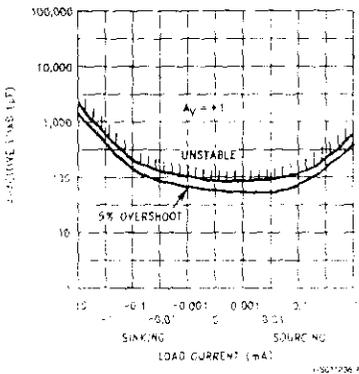
Inverting Large-Signal Pulse Response



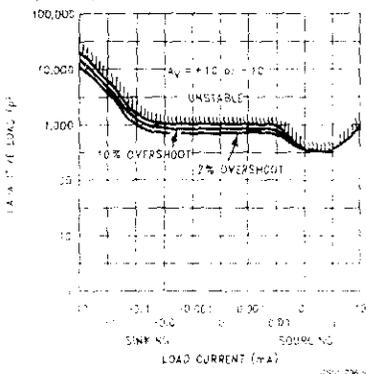
Inverting Small-Signal Pulse Response



Stability vs Capacitive Load



Stability vs Capacitive Load



Note: Avoid resistive loads of less than 500Ω, as they may cause instability.

Application Hints

AMPLIFIER TOPOLOGY

The topology chosen for the LMC6022 is unconventional (compared to general-purpose op amps) in that the traditional unity-gain buffer output stage is not used; instead, the output is taken directly from the output of the integrator, to allow rail-to-rail output swing. Since the buffer traditionally delivers the power to the load, while maintaining high op amp gain and stability and must withstand shorts to either rail, these tasks now fall to the integrator.

As a result of these demands, the integrator is a compound affair with an embedded gain stage that is doubly fed forward (via C_1 and C_2) by a dedicated unity-gain compensation driver. In addition, the output portion of the integrator is a push-pull configuration for delivering heavy loads. While sinking current the whole amplifier path consists of three gain stages with one stage fed forward, whereas while sourcing the path contains four gain stages with two fed forward.

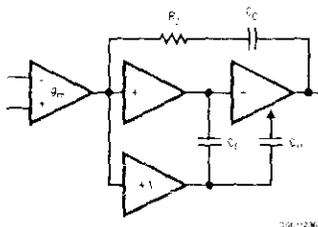


FIGURE 1. LMC6022 Circuit Topology (Each Amplifier)

The large signal voltage gain while sourcing is comparable to traditional bipolar op amps for load resistance of at least 5 kΩ. The gain while sinking is higher than most CMOS op amps due to the additional gain stage, however, when driv-

GLOSARIO

Bomba	Es un equipo en el cual se hace trabajo sobre el fluido, dando por resultado un aumento de la presión del fluido.
CARB	California Air Resources Board
D.O.F.	Diario Oficial de la Federación.
E.S.	Estación de servicio.
Flujo	Se define como la cantidad de masa del líquido que fluye a través de una tubería en un segundo.
Gasto	Es la relación existente entre el volumen de líquido que fluye por un conducto y el tiempo que tarda en fluir. El gasto es una medida del flujo
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
Manguera coaxial invertida	Es una manguera que tiene un tubo y cilindro interno donde se succiona los vapores y la parte externa donde despiro el líquido
PEI	Petroleum Equipment Institute - Instituto de Equipos Petroleros
PEMEX	Petróleos Mexicanos
Presión	Indica la relación entre una fuerza aplicada y el área sobre la cual actúa.
Presión manométrica	Es igual a la diferencia entre la presión absoluta del interior del recipiente y la presión atmosférica
Proyecto Ejecutivo	Es una carpeta donde se encuentra de forma detallada la descripción, el diseño, memorias de cálculo y costos de la instalación del SRV's
SRV's	Sistemas de Recuperación de Vapores.
UL	Underwriters Laboratory, laboratorios certificados

Turbina	Es un equipo en el cual el fluido (gaseoso o líquido) hace trabajo contra algún tipo de álabe sujeto a una flecha rotatoria. Como resultado, el equipo produce trabajo que pueda utilizarse para cualquier fin en los alrededores.
Vacío	La lectura de un medidor de presión manométrica puede ser positiva o negativa. A una presión manométrica negativa (que se presenta cuando la presión atmosférica es mayor que la presión absoluta) se le conoce como vacío.
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México.