

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE
PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES
CATALÍTICOS”.**

**Tesis presentada como requisito previo a la obtención del
grado de**

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**LUIS JAVIER CHANATASI BASANTES
JUAN CARLOS PULLUPAXI CHUQUIRIMA**

Latacunga – Ecuador

JULIO 2013

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: Luis Javier Chanatasi Basantes, y

Yo: Juan Carlos Pullupaxi Chuquirima

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS**”, fue desarrollado con la debida investigación científica, respetando los derechos intelectuales de terceros, acorde con las citas que se hace al pie de página correspondiente, las fuentes se añaden a la bibliografía. Por lo que este trabajo es de nuestra exclusiva autoría.

En honestidad de esta declaración, nos responsabilizamos de lo comprendido, la veracidad y el alcance científico que tiene este proyecto de grado realizado.

Latacunga, Julio del 2013

Luis Javier Chanatasi Basantes

CI: 1803140522

Juan Carlos Pullupaxi Chuquirima

CI: 1803647187

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
CERTIFICADO

Ing. Germán Erazo (DIRECTOR)

Ing. José Quiroz (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo denominado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS**”, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas y estatutos establecidos, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Siendo este un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza/aprendizaje y a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

Latacunga, Julio del 2013

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR

Ing. José Quiroz
CODIRECTOR

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Yo: Luis Javier Chanatasi Basantes, y

Yo: Juan Carlos Pullupaxi Chuquirima

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS**”, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que hemos desarrollado bajo nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, Julio del 2013

Luis Javier Chanatasi Basantes

CI: 1803140522

Juan Carlos Pullupaxi Chuquirima

CI: 1803647187

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia que siempre me apoyo y me dio un buen consejo para seguir adelante, en especial a mis padres por ser los pilares fundamentales en mi vida, he inculcando en mi sus valores en especial la humildad, entrega y el amor.

Sin ellos jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora, a mi hermana que siempre estuvimos juntos en las buenas y malas y especialmente Alejandra por darme su apoyo incondicional. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

LUIS JAVIER CHANATASI BASANTES

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la voluntad para enfrentar los retos, y lograr mis objetivos en la vida, además de toda la paciencia otorgada para continuar y no desfallecer en el intento.

A mis padres.

Gladys y Manuel por su infinita paciencia, abnegación y apoyo en todo momento, por el valor mostrado para salir adelante pero más que nada, por su amor.

A mis abuelitos por siempre estar ahí cuando los necesito, a mis hermanos Javier y Anita por ser mí apoyo en todo momento, a mis sobrinos Matías y Nicolás que han sido la fuente de mi inspiración y superación.

A todos aquellos amigos y familiares que colaboraron y están junto a mí en los buenos y malos momentos.

JUAN CARLOS PULLUPAXI CHUQUIRIMA

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Santísima Virgen María por cuidar de mí y darme fortaleza cada día de mi vida y permitirme dar un gran paso en mi vida profesional, a mis padres Jaime Chanatasi, Lupe Basantes y abuelitos que siempre estuvieron preocupados en darme amor, buenos valores y una buena educación.

Mi agradecimiento en especial a la ESPE-L quien me acogió para formarme como profesional, a mi Director Ing. Germán Erazo Y Codirector Ing. José Quiroz quienes con su apoyo y guía se hizo posible la cristalización este proyecto de tesis.

A mis compañeros con quienes compartimos momentos de alegría y sacrificio durante nuestra vida estudiantil, y juntos logramos cumplir nuestra meta.

LUIS JAVIER CHANATASI BASANTES

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el proceso de estudio.

A mis padres, por su esfuerzo para que este objetivo se dé a cabo.

A la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Escuela Politécnica del Ejército por los conocimientos adquiridos.

Un agradecimiento especial al Ing. Germán Erazo y al Ing. José Quiroz, por el apoyo técnico, y sobre todo por esa gran amistad que me brindan.

En especial a todas las personas que de una u otra manera fueron de gran ayuda para culminar con éxito este objetivo en mi vida.

JUAN CARLOS PULLUPAXI CHUQUIRIMA

RESUMEN

El proyecto permite obtener los datos necesarios para graficar la curva que genera la sonda lambda de cualquier vehículo que funcione en un motor de combustión interna. Para lo cual se ha construido un sistema operacional, aplicado para comprobar características específicas de los convertidores catalíticos y sensores.

Es una guía completamente descriptiva del convertidor catalítico, aplicado para vehículos a gasolina.

Por medio de la comprensión del funcionamiento del convertidor catalítico, utilizado en el sistema de escape se lograra la integración de la parte mecánica con la parte electrónica de manera más eficaz.

Se contará con un banco didáctico para los laboratorios del Departamento de Mecánica de la Escuela Politécnica del Ejército, tomando en cuenta que hoy en día todos los vehículos necesitan de un sistema de este tipo.

El proyecto se presenta como una herramienta de gran utilidad para todos los involucrados en el área de ingeniería automotriz, ya que facilita el entendimiento preciso del sistema con convertidor catalítico, sus componentes, y parámetros de operación mediante el desarrollo de pruebas dirigidas al comportamiento de sus sensores.

Para el análisis gráfico se ha diseñado un software de fácil aplicación y manejo para los usuarios, capaz de interpretar los datos obtenidos, agilizando el diagnóstico en los elementos de estudio.

Al proyecto lo dividiremos en tres etapas para su desarrollo, desde la parte inicial refiriéndose a un análisis teórico del funcionamiento del sistema de convertidores catalíticos, seguido de un estudio de las sondas lambda,

normativas sobre gases de escape, además del modelo para el análisis de fallas mediante el sistema OBD II (On Board Diagnostics), diseño e implementación de un software para la obtención de datos con la ayuda de un paquete informático, y por último la ejecución del proyecto.

El desarrollo de este trabajo cuenta con seis capítulos desde el planteamiento del problema, hasta culminar con las conclusiones, cuyos capítulos se especifican a continuación:

Capítulo 1, contiene el planteamiento del problema, que hace referencia a la causa y efecto, producido por el estudio del mismo, formulación del problema, los objetivos, así como la justificación e importancia.

Capítulo 2, corresponde a la fundamentación teórica, los límites de emisión permitidos y la evolución del convertidor catalítico.

Capítulo 3, se establece el planteamiento de la hipótesis, la hipótesis general y específica, así como las variables de la investigación dependiente e independiente.

Capítulo 4, consta la metodología de la investigación, tipo de investigación, en la cual se aplica una prueba piloto con la ayuda de una encuesta de factibilidad dirigida a técnicos automotrices, y análisis estadístico de resultados obtenidos, para responder al problema, comprobando la validez y confiabilidad del proyecto.

Capítulo 5, se presenta el diseño computacional del software siendo lo más importante del proyecto, ya que aquí se obtienen, se procesan y se visualizan los datos en forma gráfica del funcionamiento del convertidor catalítico y de los sensores, de igual manera tenemos el diseño y construcción de la interfaz de comunicación con la ayuda de paquetes informáticos, finalizando con la

generación de la estructura metálica donde se ensamblarán los componentes electrónicos.

Capítulo 6, se genera la forma planificada en la que se analiza el aspecto técnico operativo del proyecto, para comprender aquello que tenga relación con el funcionamiento y operatividad, recursos humanos, tecnológicos y materiales, esta planificación tiene como objeto la utilización de los recursos, además se manifiesta el presupuesto que fue necesario para cumplir la meta prevista.

ABSTRACT

The project allows to obtain the data necessary to plot the curve that generates the lambda of any vehicle that runs on internal combustion engines. To which has built an operational system, applied to test specific characteristics of catalytic converters and sensors.

A guide fully descriptive of the catalytic converter, applied to gasoline vehicles.

Through understanding the operation of the catalytic converter used in the exhaust system was achieved integrating the mechanical part with the electronic part more effectively.

There will be a bank didactic laboratories Mechanics Department of the Army Polytechnic School, taking into account that nowadays all vehicles need a system of this kind.

The project is presented as a usefull tool for everyone involved in the field of automotive engineering, as it facilitates the accurate understanding of catalytic converter system, its components, and operating parameters by developing tests targeting the behavior of their sensors.

For graphic analysis software is designed for easy application and management for users, able to interpret the data obtained, the diagnosis agilizar study elements.

The project will be divided into three stages for development, from the initial reference to a theoretical analysis of the operation of catalytic converters, followed by a study of lambda probes, exhaust gas regulations, and model for the analysis of failures by the OBD II (On Board Diagnostics), design and

implementation of software for data collection with the help of a software package, and finally the implementation of the project.

The development of this work has six chapters from the statement of the problem, culminating with the conclusions, whose chapters are set out below:

Chapter 1, contains the problem statement, which refers to the cause and effect, produced by the same study, problem statement, objectives, and the rationale and importance.

Chapter 2, corresponds to the theoretical, permitted emission limits and the development of the catalytic converter.

Chapter 3, sets the approach of the hypothesis, the general and specific hypotheses as well as the dependent variables and independent research.

Chapter 4, contains the methodology of research, type of research, which applies a pilot with the help of a feasibility survey directed to automotive technicians, and statistical analysis of results, to address the problem, checking the validity and reliability of the project.

Chapter 5, presents the computational design being the most important software project, because here are obtained, processed and data is displayed in graphical form the catalytic converter operation and sensors, just as we have the design and construction of the communication interface with the help of software, terminating the generation of the metallic structure where the electronic components assembled.

Chapter 6, a schedule is generated in which he examines the operational technical aspect of the project, to understand that which is related to the functioning and operation, human resources, technology and materials, this

planning is aimed at resource utilization, also manifests the budget that was needed to meet the target.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA	I
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	II
CERTIFICADO	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XII
ÍNDICE GENERAL	XV
CAPÍTULO 1	1
1.EL PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO DEL PROYECTO.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	4
CAPÍTULO 2	6
2.MARCO TEÓRICO	6
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.2 PROCESO DE COMBUSTIÓN.....	9
2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS SISTEMA CATALÍTICO.....	11
2.4 NIVELES DE EMISIONES PERMITIDAS.	12

2.5 GESTIÓN AMBIENTAL AIRE VEHÍCULOS AUTOMOTORES LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.....	15
2.6 CATALIZADOR	22
2.7 CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL.....	23
2.8 FUNCIONAMIENTO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO.....	30
2.9. TIPOS DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS.....	34
2.10. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONVERTIDORES CATALÍTICOS.....	38
2.11. CONEXIÓN DE LOS CONVERTIDORES CATALÍTICOS.....	39
2.12. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	42
2.13. SENSORES.....	48
CAPÍTULO 3	55
3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	55
3.1 HIPÓTESIS	55
3.2 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	56
CAPÍTULO 4	58
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.2 PRUEBA PILOTO.....	59
4.3 ENCUESTA DE FACTIBILIDAD	59
4.4 TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	60
4.5 ENCUESTA DE FACTIBILIDAD	61
4.6 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	63
4.7 MUESTRA.:.....	63

4.8 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.....	65
4.9. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.	68
4.10. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	68
4.11. INFORME GERENCIAL.....	68
4.12. ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO	75
4.13. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	76
4.14. SELECCIÓN DE MATERIALES.....	77
4.15. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.....	78
4.16. PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLAJE.....	80
 CAPÍTULO 5.....	 84
5. DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE Y TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	84
5.1. INTERFACES DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ.	84
5.2. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA SONDA LAMBDA	86
5.3. POSICIONAMIENTO DE LAS SONDAS LAMBDA.....	93
5.4. ADQUISICIÓN DE DATOS.....	95
5.5. INSTRUMENTOS VIRTUALES Y SUS PARTES.....	101
5.6. CONFIGURACIÓN	114
5.7. TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	122
5.8. HARDWARE.	125
5.9. SOFTWARE.....	128
 CAPÍTULO 6	 139
6. MARCO ADMINISTRATIVO	139
6.1. RECURSOS	139

6.3. RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	139
6.4. PRESUPUESTO	140
6.5. FINANCIAMIENTO.....	141
RECOMENDACIONES.....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	144
ANEXO 1	146
ENCUESTA DE FACTIBILIDAD	146
ANEXO 2.....	149
DIAGRAMA ELECTRÓNICO	149
TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	149
TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	150
ANEXO 3.....	151
ENSAMBLAJE BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO.....	151
ANEXO 4.....	161
NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DEL BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO	161
ANEXO 5.....	166
MANUAL DEL USUARIO BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO	166
ANEXO 6.....	169
GUÍA DE LABORATORIO BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO.....	169
ANEXO 7	174
ANEXO 8.....	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Coorpaire centro de revisión vehicular.	7
Figura 2.2 Ubicación del Convertidor Catalítico.	8
Figura 2.3 Combustión interna del motor.	10
Figura 2.4 Esquema de entrada y salida de gases en el catalizador.....	11
Figura 2.5 Sistemas de control de emisiones.....	19
Figura 2.6 Convertidor catalítico.	20
Figura 2.7 Carcasa externa, Convertidor catalítico.	23
Figura 2.8 Componente amortiguador, Convertidor catalítico.	24
Figura 2.9 Carcasa aislante interna, Convertidor catalítico.	24
Figura 2.10 Carcasa interior de múltiples capas, Convertidor catalítico.	25
Figura 2.11 Panel de reducción, Convertidor catalítico.	26
Figura 2.12 Panel de Oxidación, Convertidor catalítico.....	26
Figura 2.13 Panel cerámico, Convertidor catalítico.	27
Figura 2.14 Base de Aluminio, Convertidor catalítico.....	27
Figura 2.15 Material catalizante, convertidor catalítico.....	28
Figura 2.16 Monolito Cerámico.	29
Figura 2.17 Monolito metálico.	29
Figura 2.18 Estructura interna del convertidor catalítico.....	30
Figura 2.19 Esquema de procesos químicos que se producen en un catalizador de tres vías, (oxidación, reducción).....	31
Figura 2.20 Eficacia del catalizador (Energía vs coordenada de reacción)	32
Figura 2.21 Catalizador de oxidación.	35
Figura 2.22 Flujo de los gases de escape en los convertidores de dos vías. .	36
Figura 2.23 Convertidores de tres vías sin aire.....	37
Figura 2.24 Convertidores de tres vías con inyección de aire	37
Figura 2.25 Funcionamiento convertidor de tres vías con inyección de aire...	38
Figura 2.26 Comparación de emisiones de vehículos con y sin catalizador. .	39
Figura 2.27 Localización de un convertidor catalítico en un vehículo.	39
Figura 2.28 Sistema FAP (Filtre a particules).....	40

Figura 2.29 Conector de 16 pines Sistema OBD2.....	44
Figura 4.1 Pregunta N° 1	69
Figura 4.2 Pregunta N° 2	69
Figura 4.3 Pregunta N° 3	70
Figura 4.4 Pregunta N° 4	70
Figura 4.5 Pregunta N° 5	71
Figura 4.6 Pregunta N° 6	71
Figura 4.7 Pregunta N° 7	72
Figura 4.8 Pregunta N° 8	72
Figura 4.9 Pregunta N° 9	73
Figura 4.10 Pregunta N° 10	73
Figura 4.11 Pregunta N° 11	74
Figura 4.12 Diseño definitivo de la estructura.	77
Figura 4.13 Proceso de soldadura.	79
Figura 4.14 Parte 1 estructura.	80
Figura 4.15 Parte 2 estructura.	80
Figura 4.16 Parte 3 estructura.	81
Figura 4.17 Inserto del Piso de la estructura.	81
Figura 4.18 Ensamblaje final.....	82
Figura 5.1 Ubicación de la sonda lambda	85
Figura 5.2 Ubicación de la sonda lambda	86
Figura 5.3 Sonda lambda de dos puntos (curva característica de tensión para una temperatura de funcionamiento de 600° C).....	87
Figura 5.4 Disposición de una sonda digitiforme en el tubo de escape.....	88
Figura 5.5 Sonda lambda digitiforme no calefaccionada	89
Figura 5.6 Sonda lambda digitiforme no calefaccionada	90
Figura 5.7 Sonda lambda planar (capas funcionales)	91
Figura 5.8 Sonda lambda planarLSF4	92
Figura 5.9 Sonda lambda planarLSF8	92
Figura 5.10 Señales de la sonda lambda.	93
Figura 5.11 Trabajo de la sonda lambda.....	94

Figura 5.12 Trabajo de la sonda lambda.....	95
Figura 5.13 Esquema gráfico del software	95
Figura 5.14 Esquema de conexiones sondas banco.....	96
Figura 5.15 Esquema de conexiones sondas banco.....	97
Figura 5.16 Icono de LabVIEW.	100
Figura 5.17 Diagrama en bloques de un instrumento virtual VI cuya función es la adquisición de datos.	101
Figura 5.18 Panel frontal de un VI.....	102
Figura 5.19 Diagrama de bloques de un VI.....	102
Figura 5.20 Icono conector	103
Figura 5.21 Icono SubVI	103
Figura 5.22 Ventana GettingStarted.....	103
Figura 5.23 Iniciando un proyecto en LabVIEW	104
Figura 5.24 Librerías en LabVIEW	104
Figura 5.25 Librerías en LabVIEW	105
Figura 5.26 Panel frontal.....	105
Figura 5.27 Paleta de controles	106
Figura 5.28 Paleta de controles	106
Figura 5.29 Diagrama de bloques.....	107
Figura 5.30 Funciones de un VI´s	107
Figura 5.31 Funciones de un VI´s	108
Figura 5.32 Paleta de funciones	108
Figura 5.33 Paleta de funciones	109
Figura 5.34 Análisis de datos.....	110
Figura 5.35 Máquina de estados.....	111
Figura 5.36 Diagrama de flujo del software.....	112
Figura 5.37 Selección de puertos.....	113
Figura 5.38 Diagrama de bloques de VI condiciones iniciales del software .	113
Figura 5.39 Diagrama de bloques de VI de laso principal del software	114
Figura 5.40 Diagrama de bloques de VI de adquisición de datos del software	115

Figura 5.41 Diagrama de bloques de VI de adquisición de datos del software	115
Figura 5.42 Diagrama de bloques de VI.....	116
Figura 5.43 Diagrama de bloques de VI de análisis de datos del software ..	116
Figura 5.44 Diagrama de bloques de VI de visualización.....	117
Figura 5.45 Pantalla de presentación del software.....	118
Figura 5.46 Pantalla de presentación de gráficas	119
Figura 5.47 Diagrama de bloques de VI.....	119
Figura 5.48 Pantalla de captura de datos.....	120
Figura 5.49 Diagrama de bloques de VI.....	120
Figura 5.50 Diagrama de bloques de VI.....	121
Figura 5.51 Diagrama de bloques de VI.....	121
Figura 5.52 Diagrama de flujo de adquisición de datos.....	122
Figura 5.53 Diagrama de circuito	123
Figura 5.54 Tipos microcontroladores.....	124
Figura 5.55 Diagrama de comunicación entre tarjeta y computador.....	125
Figura 5.56 Logo del programa.....	126
Figura 5.57 Plano del circuito de adquisición de datos.....	126
Figura 5.58 Programa de tarjeta de adquisición de datos	127
Figura 5.59 Vista ampliada de tarjeta para adquisición de datos	128
Figura 5.60 BascomAVR	129
Figura 5.61 Elaboración del algoritmo para implementación en microcontroladores.	130
Figura 5.62 Comprobación de funcionamiento para los microcontroladores	130
Figura 5.63 Transformador	131
Figura 5.64 Puente rectificador	132
Figura 5.65 Regulador	132
Figura 5.66 Transformador	133
Figura 5.67 Chip max 232.....	133
Figura 5.68 Conjunto de resistencias y capacitores	134
Figura 5.69 Conexión del sensor S1	135

Figura 5.70 Conexión del sensor S2	136
Figura 5.71 Verificación de conexiones	136
Figura 5.72 Inicialización del programa.....	137
Figura 5.73 Obtención de gráficas por medio del software	137
Figura 5.74 Obtencion de reporte por medio del software.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Límites permitidos de emisiones de contaminantes en motores a gasolina	14
Tabla 2.2 Límites permitidos de emisiones de contaminantes en motores Diesel.....	14
Tabla 2.3 Límites permitidos de contaminantes en vehículos de dos ruedas .	15
Tabla 2.4 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)	16
Tabla 2.5 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos)	17
Tabla 2.6 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor a gasolina (prueba dinámica) a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos) ..	17
Tabla 2.7 Límites máximos de emisiones en vehículos nuevos (vehículos con motores gasolina).....	22
Tabla 2.8 Valores límite para concentración de sustancias contaminantes en los gases de escape.	46
Tabla 2.9. Procedimiento de diagnóstico y reacción a defectos en CARB y EPA.	47
Tabla 2.10 Procedimiento de diagnóstico y reacción OEBD.	47
Tabla 2.11. Ejemplos típicos de señales de salida.	52
Tabla 3.1 Operacionalización de variable independiente	56
Tabla 3.2 Operacionalización de variables dependientes.	57
Tabla 4.1. Descripción de variables para muestra finita con datos los tomados.....	64
Tabla 4.2 Cálculo de la muestra	64
Tabla 4.3 Tabulación pregunta N° 1.....	65
Tabla 4.4 Tabulación pregunta N° 2.....	65
Tabla 4.5 Tabulación pregunta N° 3.....	65
Tabla 4.6. Tabulación pregunta N° 4.....	66

Tabla 4.7 Tabulación pregunta N° 5.....	66
Tabla 4.8 Tabulación pregunta N° 6.....	66
Tabla 4.9 Tabulación pregunta N° 7.....	66
Tabla 4.10 Tabulación pregunta N° 8.....	67
Tabla 4.11 Tabulación pregunta N° 9.....	67
Tabla 4.12. Tabulación pregunta N° 10.....	67
Tabla 4.13.Tabulación pregunta N° 11.....	68
Tabla 4.14 Componentes de la estructura.	77
Tabla 5.1. Tabla de elementos electrónicos.....	135
Tabla 6.1Detalle de elementos físicos utilizados en el proyecto.....	140
Tabla 6.2. Detalle del costo del proyecto	141

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

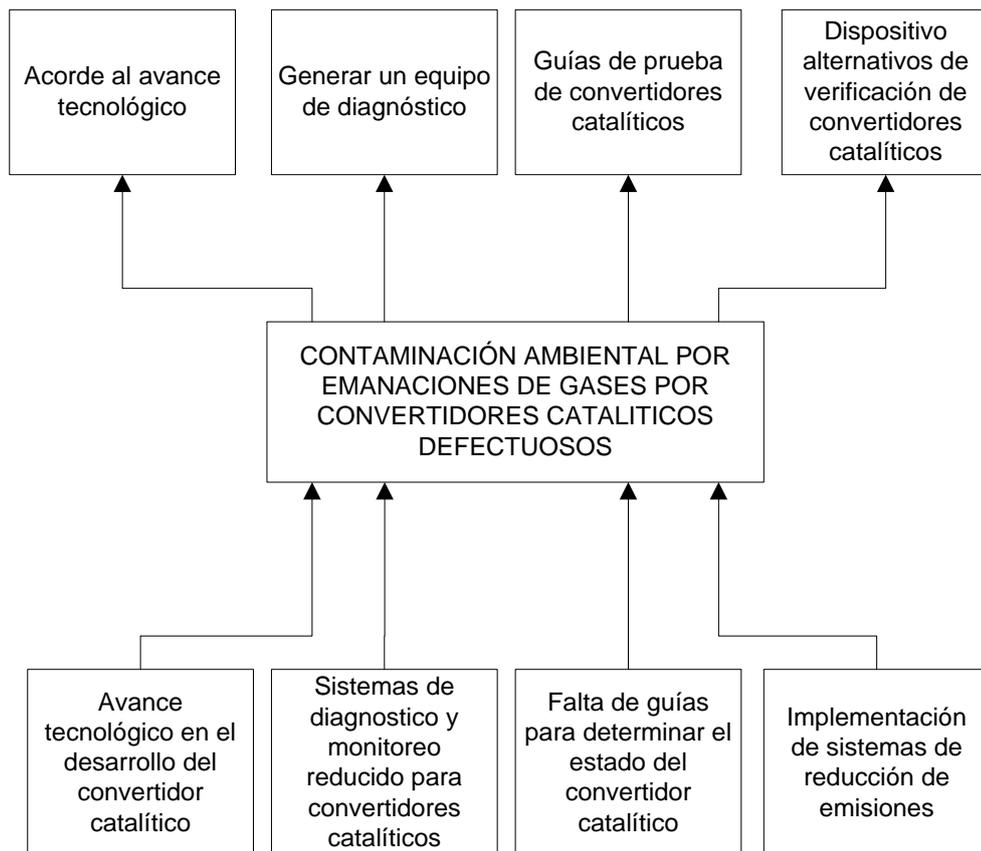
En la actualidad los vehículos vienen con gran número de sistemas ya sean mecánicos y electrónicos, es así como se presenta el sistema de emisión de gases con catalizador.

Debido al avance tecnológico se hace necesario el conocimiento en funcionamiento, características técnicas y la aplicabilidad de los sensores, para su posterior análisis con sus correspondientes códigos de falla, para complementar el diagnóstico.

El sistema de emisión de gases en la actualidad se presenta cada vez más eficaz, controlando el factor dióxido de carbono, monóxido de carbono e hidrocarburos que intervienen directamente en la contaminación del medio ambiente, lo cual es posible por la presencia del catalizador y sensores de oxígeno, que envían señales en tiempo real las cuales son evaluadas por el computador con el fin de determinar su correcto funcionamiento, el cual puede presentar fallas de funcionamiento y se puede detectar mediante protocolos de prueba, en la que se utiliza instrumentos especiales para crear un interfaz entre el sistema de control y el usuario.

La contaminación ambiental procedente de los automotores va en aumento debido a la emanación de gases nocivos a la atmósfera por causa de convertidores catalíticos defectuosos y a que no van a la par con el avance tecnológico en el desarrollo de los mismos, existe sistemas

de monitoreo y diagnóstico reducido, falta de guías para determinar su estado y la implementación de sistemas de reducción de emisiones que no son suficientes para contrarrestar el problema de la contaminación atmosférica.



Fuente: Grupo de Investigación

Figura 1.1 Causa y Efectos del Planteamiento del Problema.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Debido que en la actualidad existen millones de vehículos a gasolina circulando por el mundo y cada uno de ellos es una fuente de contaminación. En ciudades grandes, la contaminación de estos vehículos puede ocasionar problemas graves.

La contaminación ambiental procedente de los automotores va en aumento debido a la emanación de gases nocivos a la atmósfera por causa de convertidores catalíticos defectuosos, ya que no vamos a la par con el avance tecnológico en el desarrollo de los mismos, existen sistemas de monitoreo y diagnóstico reducido, pero la falta de guías para determinar su estado y la implementación de sistemas de reducción de emisiones no son suficientes para contrarrestar el problema de la contaminación atmosférica.

Una manera efectiva de disminuir los contaminantes de los automóviles ha sido la introducción y el uso de convertidores catalíticos los que pueden ser monitoreados y diagnosticados en forma eficiente, para lo cual se realiza el siguiente planteamiento.

Siendo política de gobierno el medio ambiente, obligando así a la industria automotriz a buscar medios para hacer más eficientes y menos contaminantes sus motores. Sin embargo, por más eficiente que sea un vehículo de gasolina siempre genera una cantidad de contaminantes, esto es precisamente lo que motivó al uso del convertidor catalítico ya que es un sistema que trata los gases de escape del motor antes de dejarlos libres en la atmósfera. Por lo cual el convertidor catalítico es un dispositivo que forma parte del sistema de control de emisiones del vehículo, y ayuda a disminuir casi a cero los elementos nocivos de los gases de escape de un vehículo.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un banco de pruebas automatizado de convertidores catalíticos automotrices, para desarrollar diagnósticos automáticos del estado de los mismos.

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO DEL PROYECTO

- Diseñar e implementar los componentes electrónicos para el banco de pruebas computarizado para la ejecución de pruebas.
- Diseñar, seleccionar e instalar los sensores y elementos electrónicos para la medición de los parámetros de los convertidores catalíticos.
- Cablear y conectar los sensores a la tarjeta de adquisición de datos, que permita envío de datos al computador.
- Desarrollar la interface gráfica y el algoritmo de cálculo para la visualización de parámetros eléctricos y formas de onda de convertidor catalítico en un computador.
- Determinar los diferentes códigos de falla del sistema convertidor catalítico.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

En la actualidad el sistema del convertidor catalítico utiliza sensores de oxígeno, los cuales son comandados por un computador el cual monitorea los gases de escape y utiliza esta información para controlar el sistema de inyección de combustible.

Nuevos procesos son necesarios, junto a equipos lo cual hace posible resolver los problemas que se presentan en dicho sistema.

Es de mucha ventaja contar con equipo de diagnóstico y monitoreo de convertidor catalíticos de forma automatizada, ya que en nuestro medio no existe y de esta forma asegurar que los vehículos que circulan cumplan con normativas en materia de emisiones partiendo de procedimientos, criterios de certificaciones y seguimiento similares de los centros de verificación autorizados.

La Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire Ambiente define los niveles de concentración máxima permitida para los contaminantes comunes del aire ambiente la misma que nos indica que son producto del incremento del 113% del parque automotor en los últimos 10 años, además señala que con el crecimiento flotante poblacional, se incrementa la demanda de servicios de diverso orden, entre ellos el tránsito, que consume recursos y produce contaminación y congestión.

El convertidor catalítico permite un control notable de la polución por la eliminación de gases de escape. En los países desarrollados se adoptaron ampliamente con resultados de consideración. Y de esta manera realizar un control del estado de los vehículos que circulan en nuestras carreteras. Para garantizar la eficiencia del convertidor catalítico y para no afectar el funcionamiento del vehículo, se considera de vital importancia el poseer un equipo de diagnóstico y monitoreo que ayudará a conocer varios detalles sobre el correcto uso y mantenimiento del vehículo equipado con el mismo.

Sabiendo además que el correcto funcionamiento del catalizador depende directamente del mantenimiento adecuado y de todos los sistemas que influyen sobre la formación y descarga de gases de escape. Es indispensable considerar todos los costos necesarios para la realización del proyecto en todas las etapas con el fin de contar con un equipo de diagnóstico y monitoreo eficiente para convertidores catalíticos, considerando que los elementos son de fácil acceso y precio relativamente aceptable.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Según, Secretaria del medio Ambiente. (2007), Programa para el mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (PROAIRE).

“En los últimos años la política de gestión de la calidad del aire se ha orientado al mejoramiento ambiental de vehículos automotores, a través de acciones como: mejorar el transporte público, reforzar el programa de verificación vehicular e iniciar el programa de reducción a contaminantes. Por otra parte, también se ha orientado al monitoreo continuo y permanente de la calidad del aire en la Ciudad de Quito, dando seguimiento a las políticas establecidas en el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Quito.

Estas acciones han permitido que se mantenga el cumplimiento de las normas oficiales Ecuatorianas en el caso de la mayoría de los contaminantes del aire y, en particular, que continúe la tendencia a la baja en los indicadores de ozono y partículas suspendidas. Grandes esfuerzos se han realizado para disminuir la cantidad de gases contaminantes que emiten vehículos automotores, sin embargo, no ha sido posible los tres contaminantes principales: CO, HC y NOx. Desde 1975 se utilizan los convertidores catalíticos, que actualmente es lo único que logra reducir dichos contaminantes hasta valores aceptables”.(Pág. 105)

Los convertidores catalíticos se instalan en la tubería de escape, entre el múltiple de escape y el silenciador. Inicialmente fueron diseñados para que pasara a través de solo la mitad de los gases de escape. La otra mitad pasaba directamente a la atmósfera.

Este sistema se discontinuó en 1979, debido a los avances en el desarrollo de sistemas de control de emisiones por parte de los fabricantes de vehículos.



Fuente: www.lanoticiainstante.com

Figura 2.1 Coorpaire centro de revisión vehicular.

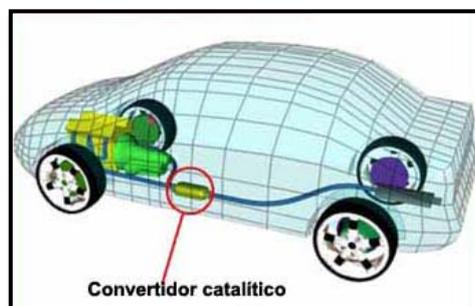
El catalizador tiene como función el transformar los gases contaminantes del motor (CO, HC y NO_x) en N₂, CO₂ y H₂O. Esta conversión se realiza por oxireducción (reacción química de las moléculas). Existen básicamente tres tipos de convertidores catalíticos: Two-Way, Three-Way y Three-Way + Air (Dos-Vías, Tres-Vías y Tres-Vías + Aire).

Cada tipo usa métodos y químicos ligeramente diferentes para reducir los elementos dañinos de la emisión de escape. Los modelos iniciales usaban una piedra catalítica granulada, pero los convertidores modernos

están diseñados ahora con una cerámica de panel con flujo libre. El tipo de convertidor requerido en cada vehículo usa más de un tipo de convertidor para cumplir con los estándares de reducción de emisiones.

Los catalizadores de tres vías contienen un bloque recubierto de los siguientes metales nobles: Rodio, Platino y Paladio, que aceleran el proceso de oxireducción. Si el vehículo está desafinado y no calibrado a las especificaciones de equipo original, la eficiencia del convertidor puede disminuir considerablemente y puede dañar al convertidor.

El metal precioso que funciona como catalizador es impregnado a una cerámica extruida tipo panel. La cerámica tiene cientos de canales de flujo que permiten que los gases de escape entren en contacto con la máxima superficie posible en donde la reacción catalítica toma lugar. El catalizador debe tener contacto directo con los gases de escape para que la reacción se lleve a cabo. Si la cerámica interior de su convertidor llega a taparse o cubrirse de carbón, aceite, entonces la eficiencia del convertidor se reduce considerablemente. El convertidor catalítico de tres vías (TWC), es similar a los catalizadores convencionales, con la diferencia del monolítico utilizado para la oxireducción. Un catalizador convencional utiliza platino y paladio como monolítico (catalizador) y reduce solamente los HC y CO.



Fuente: www.es.techemet.com

Figura 2.2 Ubicación del Convertidor Catalítico.

2.2 PROCESO DE COMBUSTIÓN.

Según, Arango L, (2005), GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR GNCV, Funcionamiento del motor de combustión interna.

“Un motor de combustión interna basa su funcionamiento, en el quemado de una mezcla comprimida de aire y combustible dentro de una cámara cerrada o cilindro, con el fin de incrementar la presión y generar con suficiente potencia el movimiento lineal alternativo del pistón.

Este movimiento es transmitido por medio de la biela al eje principal del motor o cigüeñal, donde se convierte en movimiento rotativo, el cual se transmite a los mecanismos de transmisión de potencia (caja de velocidades, ejes, diferencial y finalmente a las ruedas, con la potencia necesaria para desplazar el vehículo a la velocidad deseada y con la carga que se necesite transportar.

Mediante el proceso de la combustión desarrollado en el cilindro, la energía química contenida en el combustible es transformada primero en energía calorífica, parte de la cual se transforma en energía cinética (movimiento), la que a su vez se convierte en trabajo útil aplicable a las ruedas propulsoras; la otra parte se disipa en el sistema de refrigeración y el sistema de escape, en el accionamiento de accesorios y en pérdidas por fricción.

En este tipo de motor es preciso preparar la mezcla de aire y combustible convenientemente dosificada, lo cual se realizaba antes en el carburador y en la actualidad con los inyectores en los sistemas con control electrónico. Después de introducir la mezcla en el cilindro, es necesario provocar la combustión en la cámara de del cilindro por medio de una

chispa de alta tensión que la proporciona el sistema de encendido.”(Pág.1).



Fuente: www.mecanicaymotores.com

Figura 2.3 Combustión interna del motor.

La eficiencia del catalizador depende de que la relación combustible/aire sea lo más próxima a la estequiométrica y es por eso que la eficiencia del catalizador depende del correcto funcionamiento de la sonda lambda. De esto se encarga la unidad de control del motor.

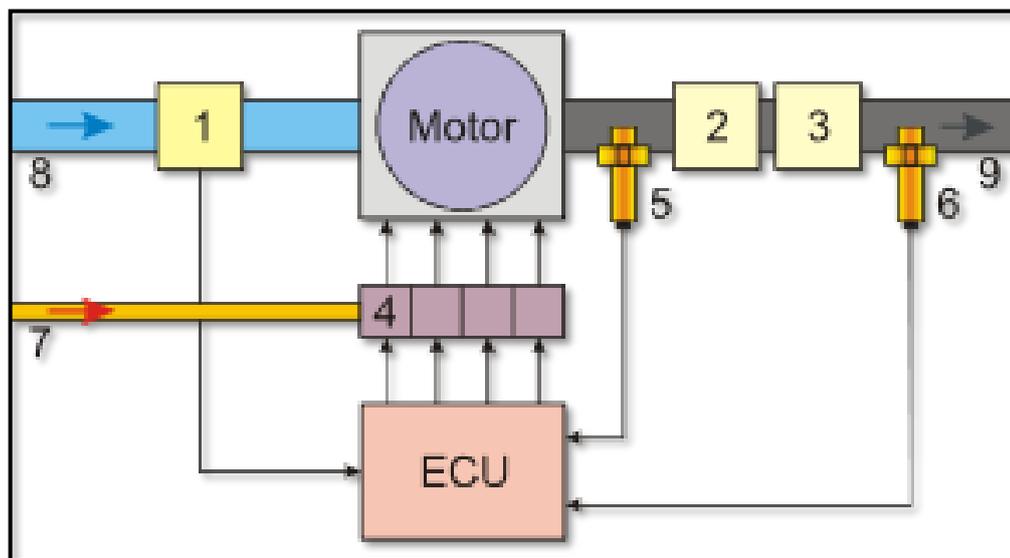
Se produce la combustión en el cilindro y se generan gases que salen por el colector de escape.

Estos gases están en contacto con la sonda lambda, la cual detecta el contenido de oxígeno residual, emitiendo una señal alta o baja según el factor lambda sea mayor o menor de 1.

Esta información es usada por el calculador del sistema de inyección de combustible para corregir el tiempo de inyección básico almacenado en la cartografía de la gestión del motor.

De este modo el factor lambda se mantiene siempre en valores muy cercanos a 1, lo que se llama la "ventana lambda" y en la que el

catalizador muestra su máxima eficiencia. Esto es lo que se llama ciclo cerrado, luego los gases pasan por el silenciador. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos11/pogas/pogas.shtml>



Fuente: www.redtermicaautomotriz.com

Figura 2.4 Esquema de entrada y salida de gases en el catalizador.

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS SISTEMA CATALÍTICO.

2.3.1 Ventajas

Mayor rendimiento y eficacia, menor consumo de combustible.

Mide las relaciones de aire/combustible de aproximadamente 12: 1 a 19: 1.0

Reduce emisiones al mantener la mezcla de aire/combustible en una relación óptima.

Menor consumo de combustible y mayor vida útil del convertidor catalítico.

2.3.2 Desventajas

Las desactivaciones de los convertidores catalíticos puede ser el resultado de varias causas, las más importantes y frecuentes son las que provienen de la exposición a altas temperaturas, por sobre los 1000°C.

Se puede ocasionar envenenamiento por causa de las impurezas presentes en la gasolina y aditivos tales como plomo, azufre, zinc y fósforo, provocando un bloqueo de los sitios en que están contenidos los metales activos.

2.4 NIVELES DE EMISIONES PERMITIDAS.

Según, Deutsche W, (2007).Volar sin contaminar el cielo. Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la información sobre el consumo de combustible y sobre las emisiones de CO2 facilitada al consumidor al comercializar turismos nuevos. Disponible: <http://es.wikipedia.org>

Las denominadas normas Euro (categorías de contaminantes) fijan los valores límite de las emisiones máximas contaminantes de los vehículos nuevos al llegar al mercado.En la revisión de un vehículo, las emisiones de gases contaminantes tienen un papel muy importante porque el tipo impositivo depende también de la clasificación que establecen las diferentes normas. Euro 5 entró en vigor el 1 de septiembre de 2009. Al mismo tiempo, la UE ha fijado ya los valores de la norma Euro 6 (a partir de 2014) para la industria del automóvil.

Con las tecnologías actuales, los límites definidos en las normas Euro no pueden cumplirse sin utilizar convertidores catalíticos.

Motores a Gasolina

El objetivo específico de estos procedimientos es evaluar técnicamente la aplicación, al parque vehicular local, de los diferentes procedimientos utilizados para la fiscalización de convertidores catalíticos.

La opinión de los principales expertos a nivel internacional indica claramente que un procedimiento de fiscalización consiste en una medición de emisiones al nivel de tubo de escape y es en este sentido que se implementaron tres tipos de ensayos.

Ellos permitirían detectar un mal funcionamiento del convertidor, a través de la medición de emisiones, más un cuarto ensayo simultáneo al resto, que controlaría la temperatura en cuatro puntos del sistema de escape.

Para el presente caso se seleccionó el sistema de control mediante: Medición de contaminantes en unidades másicas (g/km) bajo el modo de conducción estándar **IM-240**: Esta es una prueba de tipo transigente con carga y consiste en llevar a cabo un procedimiento normalizado de medición de contaminantes desarrollado por la EPA, aplicando un modo de conducción estándar llamado IM-240, con el objeto de observar y evaluar el comportamiento de las emisiones bajo condiciones muy parecidas a las que se presentan en los flujos viales en las calles de una ciudad.

Tabla 2.1 Límites permitidos de emisiones de contaminantes en motores a gasolina

	VALIDO DESDE	CO (G/KM)	HC (G/KM)	NOx (G/KM)	HC+NOx (G/KM)	PM
EURO I	12/92	2,72	-	-	0,97	-
EURO II	01/97	2,20	-	-	0,50	-
EURO III	01/00	2,30	0,20	0,15	-	-
EURO IV	01/05	1,00	0,10	0,08	-	-
EURO V	09/09	1,00	0,10	0,06	-	0,005*
EURO VI	09/14	1,00	0,10	0,06	-	0,005*
*CON ENCENDIDO DIRECTO						

Fuente: Community Directive (Directive 88/77/EEC).

Motores a Diesel

Tabla 2.2 Límites permitidos de emisiones de contaminantes en motores Diesel.

	Valido desde	CO (g/Km)	HC (g/Km)	NOx (g/Km)	HC+NOx (g/Km)	PM
EURO I	12/92	3,16	-	-	1,13	0,14
EURO II	01/97	1,00	0,15	0,55	0,70	0,08
EURO III	01/00	0,64	0,06	0,50	0,56	0,05
EURO IV	01/05	0,50	0,05	0,25	0,30	0,025
EURO V	09/09	0,50	0,05	0,18	0,23	0,005
EURO VI	09/14	0,50	0,09	0,08	0,17	0,005

Fuente: Community Directive (Directive 88/77/EEC).

Valor Límite Actual 2 Ruedas

Tabla 2.3 Límites permitidos de contaminantes en vehículos de dos ruedas

	Valido desde	CO (g/Km)	HC (g/Km)	NOx (g/Km)
EURO I	06 / 99	13,00	3,00	0,30
EURO II	04 / 03	5,50	1,00	0,30
EURO III	01 / 07	2,00	0,30	0,15

Fuente: Community Directive (Directive 88/77/EEC).

2.5 GESTIÓN AMBIENTAL AIRE VEHÍCULOS AUTOMOTORES LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE GASOLINA.

NTEINEN 2204: 2002 Primera revisión 2002-09

Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de gasolina.

La norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas o a sus motores, y no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustible diferente a gasolina.

La norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

REQUISITOS

Los límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina, marcha mínima o ralentí (prueba estática).

Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor a gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0-1500**	1500- 3000**	0-1500**	1500-3000**
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990 a 1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	5.5	6.5	1000	1200

Fuente: Norma técnica Ecuatoriana NTEINEN 2204.

Donde: * Volumen

** Altitud = Metros sobre nivel del mar.

Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica). Toda fuente móvil de gasolina que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos)

Categoría	Peso bruto del vehículo (Kg)	Peso del vehículo cargado (Kg)	CO g/Km	HC g/Kg	NOx g/Kg	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
Vehículos livianos			2.10	0.25	0.62	FTP-75	2
Vehículos medianos	≤3860	≤1700	6.20	0.5	0.75		2
		1700-3860	6.20	0.5	1.1		2
Vehículos pesados	>3860≤6350		14.4	1.1	5.0	Transiente pesado	3
	>6350		37.1	1.9	5.0		4

Fuente: Norma técnica Ecuatoriana NTEINEN 2204.

Donde: * Prueba realizada a nivel del mar.

** En g/b HP- h (gramos/ brakeHorsePower- hora)

Tabla 2.6 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor a gasolina (prueba dinámica) a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos)

Categoría	Peso bruto del vehículo (Kg)	Peso de referencia (Kg)	CO g/km	HC+NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo
M1 ⁽¹⁾	≤ 3500		2.72	0.97	ECE15+EUDC	2
M1 ⁽²⁾ . N1		<1250	2.72	0.97		2
		>1250<1700	5.17	1.4		2
		>1700	6.9	1.7		2

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTEINEN 2204.

Donde:

* Prueba realizada a nivel del mar.

(1) Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto vehicular PBV, menor o igual a 2,5 toneladas.

(2) Vehículos que transportan más de 5 pasajeros con el conductor o cuyo peso bruto vehicular PBV, excede de 2,5 toneladas.

EVOLUCIÓN DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO.

Según: Llerena E. (2011), Estudio técnico y económico para la fabricación automática y flexible de tubos de escape. Disponible: www.sisman.utm.edu.ec

Desde la década de 1950, los fabricantes de automóviles han estado intentando reducir la cantidad de contaminantes químicos producidos por los motores de combustión interna.

No fue sino hasta mediados de la década de 1960 que se instalaron por primera vez dispositivos de control de emisiones en los automóviles de pasajeros. Al comenzar la década de 1970, los automóviles fueron modificados continuamente para que satisficieran los límites federales de niveles de emisiones que eran cada vez más rigurosos. En los primeros años de los sistemas de control de emisiones, los fabricantes de automóviles concentraron sus esfuerzos en las modificaciones diseñadas para producir un automóvil que funcionara más limpiamente. Por desgracia, la mayoría de estas modificaciones produjeron una reducción de la potencia de los vehículos, una disminución de la eficiencia de combustible y un deterioro general de las características de maniobrabilidad de los motores. (Pág.33).



Fuente: NGK, Sparkplugs.

Figura 2.5 Sistemas de control de emisiones.

Debido al hecho de que los primeros dispositivos de control de emisiones hacían que los automóviles funcionaran más limpiamente a costa de todo lo demás, la mayoría de los conductores norteamericanos desarrolló una actitud muy hostil hacia dichos dispositivos. De hecho, a mediados de los años setenta, la desactivación y/o remoción de los dispositivos de control de emisiones se volvió un negocio muy extenso y rentable; la gente creía que si podía eliminar los componentes de control de emisiones de su vehículo, el automóvil funcionaría más como sus vehículos anteriores. Sin embargo, la verdad es que la mayoría de los automóviles funcionan peor cuando se desactivan los dispositivos de control de emisiones.

En medio de este clima desfavorable se introdujeron los convertidores catalíticos. Como es probable que usted imagine, la introducción de un nuevo dispositivo de control de emisiones que requería el uso de nuevo (y en aquel momento más caro) combustible "sin plomo" no hizo gran cosa para ayudar a la popularidad del convertidor. Y además de eso, muchos grupos de defensa del consumidor afirmaban que los convertidores catalíticos representaban un peligro de incendio. Otras personas se

quejaban de que los convertidores reducían considerablemente la eficiencia de combustible del automóvil.



Fuente: www.electromanuales.com

Figura 2.6 Convertidor catalítico.

Según, Moreno A. (2005). Motor de combustión interna. Disponible en: www.gassattack.com/articulos_tecnicos/escapes.pdf. Este sistema conduce gases del motor al exterior. Es importante porque ayuda a la expulsión de los gases del motor, a mejorar la combustión y la potencia final obtenida.

La función de los motores de combustión interna es la de ayudar a los gases producidos en la combustión a escapar del motor hacia el exterior mejorar la combustión y reducir en algunos casos las emisiones de gases nocivos.

Consta de un múltiple de escape, conductos, catalizador, silenciador y en algunas instalaciones, de sensores auxiliares.

El principio de operación se basa en las leyes de conducción de gases por cañerías y por el estudio de las ondas generadas por el flujo

alternativo. Los gases producto de la combustión, son expulsados por el pistón en su carrera ascendente y salen a través de la válvula de escape al múltiple o conducto colector, de este, el sistema puede derivar en uno o varios catalizadores (motor vehicular) para disminuir las emisiones de los gases peligrosos y de allí al silenciador para disminuir el nivel sonoro del sistema. Pueden haber en el sistema uno o más sensores de distinta índole en combinación con una unidad de control y actuadores para controlar o para medir algún parámetro de la combustión. Este sistema funciona bien si el flujo de gases hacia el exterior es continuo, de caudal acorde al régimen de marcha del motor y con pérdidas de carga admisibles requeridas por el fabricante del motor. La calidad del combustible utilizado, es importante en los sistemas con catalizador, ya que éste puede contaminarse.

El control principal a realizar, es la medición de la pérdida total de carga del flujo de gases suma de las pérdidas parciales al atravesar cada componente del sistema y además un control de la calidad de los gases de escape (composición), especialmente en aquellos sistemas que tienen catalizador.

Las fallas más comunes de este sistema es el taponamiento de los conductos, por el depósito de partículas carbonosas, producto de una mala combustión, la obstrucción o contaminación de un catalizador o la rotura de un sensor. Las reparaciones posibles son fundamentalmente la limpieza de los conductos, para extraer los depósitos de carbón, o el reemplazo de un componente como el catalizador si está contaminado, el silenciador si está roto, o un sensor si la señal es defectuosa.

Las precauciones a tomar cuando se trabaja en este sistema son principalmente esperar a que se enfríe, si se realizan observaciones con el motor en marcha debe hacerse en un lugar ventilado ya que las

emanaciones de gases son nocivas a la salud. Para disminuir emanaciones de gases nocivos al medio ambiente, deben controlarse los parámetros que intervienen en la combustión, y en los casos con catalizador, que no se encuentre obstruido ni contaminado. (Pág. 3).

Tabla 2.7 Límites máximos de emisiones en vehículos nuevos (vehículos con motores gasolina)

	Vigente a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC+ NOx (g/km)
Euro I	07/92	2.72	→	→	0.97
Euro II	01/96	2.20	→	→	0.50
Euro III	01/00	2.30	0.20	0.15	
Euro IV	01/05	1.00	0.10	0.08	

Fuente: www.espanol.walkerexhaust.com/

2.6 CATALIZADOR

López J. (2001). CEPESA, Manual de instalaciones de GLP. Es un recipiente de acero inoxidable instalado en la salida del múltiple de escape, provisto de una carcasa metálica antitérmica, protegiéndola de altas temperaturas.

Convierte los hidrocarburos y el monóxido de carbono en vapor de agua y dióxido de carbono, en su interior contiene celdas son sumamente delgadas y dispuestas de tal forma que conforman una superficie de contacto con el gas equivalente a tres canchas de fútbol que está presente en una reacción química en contacto físico con los reactivos, y acelera, induce o propicia dicha reacción sin actuar en la misma, metales nobles que catalizan reacciones. La formulación incluye una serie de sustancias activas como óxido de aluminio, metales nobles (que hacen las veces de catalizadores sólidos): Platino, Rodio, Paladio y promotores y retardadores específicos que regulan la acción catalítica de los mismos.

La conformación del convertidor catalítico de tres vías se divide en dos partes, la carcasa, y el grupo de paneles de canalización. Manual de instalaciones de GLP, (pág.19).

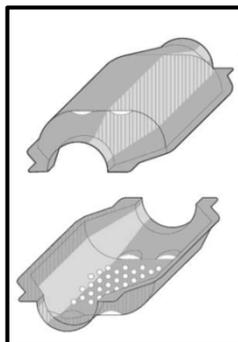
2.7 CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL.

Cebrián J, (2011). A medida que se desarrollan los procesos de catalización, la temperatura en el interior del convertidor se incrementa, dependiendo de la velocidad de giro del cigüeñal y la carga de aire al motor (esfuerzo):

- Marcha mínima: Entre 350 y 450 ° C.
- Marcha cruceo (a velocidad de torque máximo): Entre 500 y 600 °C.

Es tan alta la temperatura que para evitar daños en la estructura del vehículo y al propio ducto del escape, que en el interior del convertidor está aislado.

2.7.1 Carcasa externa.- Parte visual y exterior del convertidor incluyendo los ductos de entrada y salida.



Fuente: www.icaautomotriz.com.

Figura 2.7 Carcasa externa, Convertidor catalítico.

2.7.2 Componente amortiguador.- Malla que recubre la carcasa interior, cuya función es la de absorber la vibración normal a la que está sometido el convertidor, producto del funcionamiento del motor y la marcha o desplazamiento del vehículo.



Fuente: www.icaautomotriz.com. Instituto de capacitación automotriz.

Figura 2.8 Componente amortiguador, Convertidor catalítico.

2.7.3 Aislante de vacío.- Es una carcasa intermedia, en cuyo interior sellado se ha creado desde la fábrica un vacío, lo que la convierte en el principal aislante térmico.



Fuente: www.icaautomotriz.com.

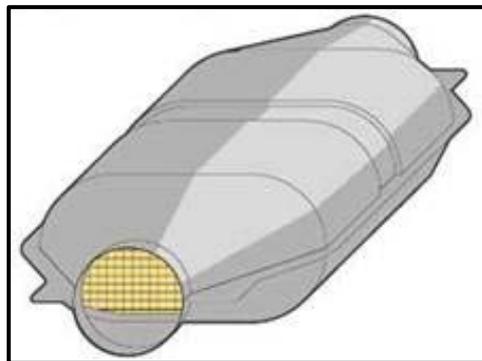
Figura 2.9 Carcasa aislante interna, Convertidor catalítico.

2.7.4 Carcasa interior de múltiples capas.- Es la carcasa interior, compuesta de una combinación de polímeros, cerámicas y metal, que recubre los panales interiores.

Aparte del recubrimiento normal, la función principal de esta parte estructural, es la de aislar lo mejor posible el enorme calor que se produce dentro del convertidor, con una diferencia entre 200 y 260 ° C. La temperatura externa del convertidor oscila entre:

- Marcha mínima: Entre 160 y 210 ° C.
- Marcha crucero(a velocidad de torque máximo: Entre 160 y 210 ° C

Así la temperatura externa del convertidor es mayor que la del ducto de escape, entre 50 y 100 ° C. Por ello si el convertidor se encuentra bajo el vehículo, debe el piso del mismo contar con deflectores de calor, de igual manera si se encuentra montado cerca al motor, ya sea. adelante del motor o hacia atrás.



Fuente: www.icaautomotriz.com.

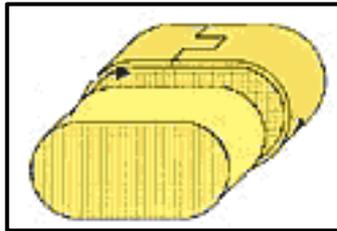
Figura 2.10 Carcasa interior de múltiples capas, Convertidor catalítico.

2.7.5 Conformación Interior.

En el interior de las carcasas, se encuentra dos paneles, el primero denominado sector de reducción y el posterior, denominado panel de oxidación.

2.7.6 Panel de reducción

Es el panel delantero, el más corto y de menor temperatura de operación.



Fuente: www.icaautomotriz.com.

Figura 2.11 Panel de reducción, Convertidor catalítico.

2.7.7 Panel de Oxidación.

Es el panel Trasero, mucho más largo y en donde se desarrollan los procesos químicos, que generan la mayor temperatura de operación.



Fuente: www.icaautomotriz.com.

Figura 2.12 Panel de Oxidación, Convertidor catalítico.

2.7.8 Conformación de la estructura de catalización.

Cada panel está conformado así:

- a. La estructura sólida del panel está hecha de cerámica: Silicato de magnesio y aluminio.



Fuente: www.icaautomotriz.com.

Figura 2.13 Panel cerámico, Convertidor catalítico.

- b. En el interior de cada ducto del panel está recubierto de una capa metálica de Trióxido de Aluminio (Al_2O_3)



Fuente: www.icaautomotriz.com.

Figura 2.14 Base de Aluminio, Convertidor catalítico.

Sobre la superficie del recubrimiento de Aluminio, se encuentran los materiales catalizantes, cuya composición cambia según el fabricante del convertidor, pero en todos los casos existen elementos comunes como: Cerio. Tanto en el panel de reducción como el de oxidación, cuya función es la de retener parcialmente Oxígeno, Rodio y Paladio, materiales catalizantes, o sea que propician la reacción pero no participan de ella. Platino, como mecanismo para permitir una alta temperatura sin reaccionar con el oxígeno.



Fuente: www.icaautomotriz.com.

Figura 2.15 Material catalizante, convertidor catalítico.

2.7.9 Estructura

El catalizador se compone de un recipiente de chapa como cuerpo, un soporte y el recubrimiento catalítico activo de metal precioso.

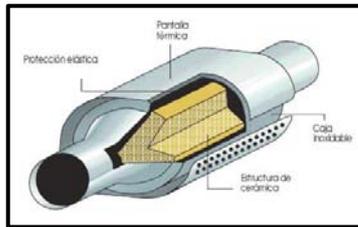
- a. **Soporte:** Como soporte se han dispuesto dos sistemas monolitos cerámicos.

Los monolitos cerámicos son cuerpos de cerámica atravesados por varios miles de pequeños canales. Estos son recorridos por los gases de escape, la cerámica se pone de magnesio-aluminio-silicato y es resistente a las altas temperaturas.

El monolito, que reacciona de modo extremadamente sensible a tensiones mecánicas, está fijado dentro de un cuerpo de chapa.

Para ello se emplea esteras minerales de hinchamiento, que en el primer calentamiento se expanden permanentemente en este estado y sirve al mismo tiempo de elemento estanqueizante frente a los gases de escape.

Los monolitos cerámicos actualmente son los soportes de catalizador aplicados con más frecuencia.



Fuente: www.europasobreruedas.com

Figura 2.16 Monolito Cerámico.

2.7.10 Monolitos metálicos.

El catalizador metálico es una alternativa del monolito cerámico. Consiste en un arrollamiento de una delgada hoja metálica finalmente ondulada de 0,05 mm de espesor, habiendo sido soldado en un proceso de alta temperatura, por sus delgadas paredes se pueden disponer más canales sobre una misma superficie. Eso significa una menor resistencia para los gases de escape, lo que aporta ventajas para la optimización del rendimiento de motores de alta potencia.



Fuente: www.aficionadosalamecanica.net

Figura 2.17 Monolito metálico.

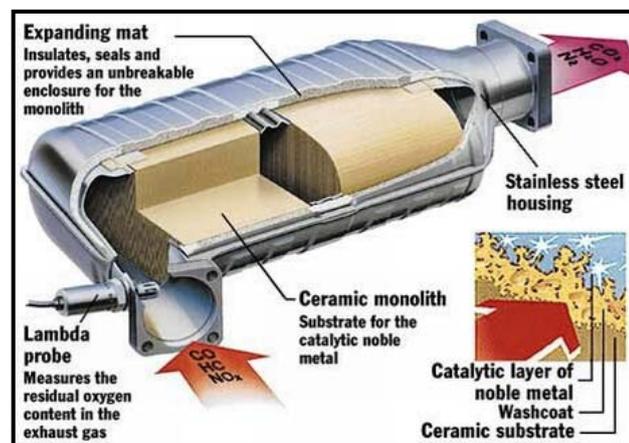
2.7.11 Recubrimiento

Los monolitos cerámicos y metálicos requieren una capa de soporte de óxido de aluminio Al_2O_3 el "Washcoat". Esta capa aumenta la superficie activa del catalizador por el factor 7000.

La capa catalítica activa en catalizadores de oxidación contiene los metales preciosos de platino y/o paladio; en catalizadores de tres vías, adicionalmente contienen rodio. El platino y el paladio aceleran la oxidación de los hidrocarburos y monóxido de carbono; el rodio, la reducción de los óxidos de nitrógeno.

El contenido de metales preciosos en un catalizador es de aproximadamente de 1, 2, 3 gr.

Este valor depende de la cilindrada del motor.



Fuente: www.aficionadosalamecanica.net

Figura 2.18 Estructura interna del convertidor catalítico.

2.8 FUNCIONAMIENTO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO.

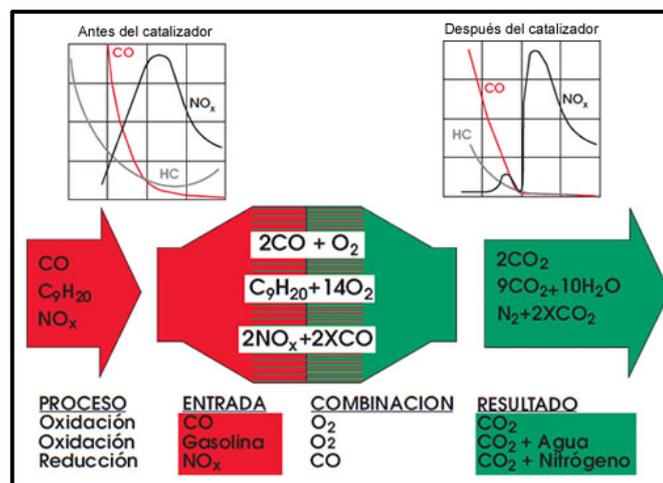
Dentro de la envoltura de acero inoxidable de un convertidor catalítico del mercado de accesorios hay un sustrato que está recubierto con una combinación de platino, paladio y a veces rodio. Estas tres sustancias químicas se denominan frecuentemente metales preciosos o nobles. Típicamente, los convertidores de oxidación están cargados con platino y paladio. Los convertidores de tres vías y de tres vías “más” están cargados con platino, paladio y rodio.

Los gases de escape calientes que contienen el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos de contaminantes recorren el tubo de escape y finalmente entran en contacto con los metales preciosos que están cargados en el substrato del convertidor. El substrato es un panel de pequeños pasadizos de cerámica. Cuando el gas de escape entra en contacto con los metales preciosos, o catalizador, se produce una reacción química que debilita los enlaces de los contaminantes químicos y permite que éstos se conviertan fácilmente en subproductos de la combustión más deseables, los cuales se discutieron anteriormente. El convertidor debe desempeñar dos funciones catalíticas distintas:

1. la oxidación del monóxido de carbono , CO , y de los restos de hidrocarburos sin quemar , C_xH_y a dióxido de carbono y agua;



2. la reducción de los óxidos de nitrógeno, NO y NO_2 , a nitrógeno: N_2 .



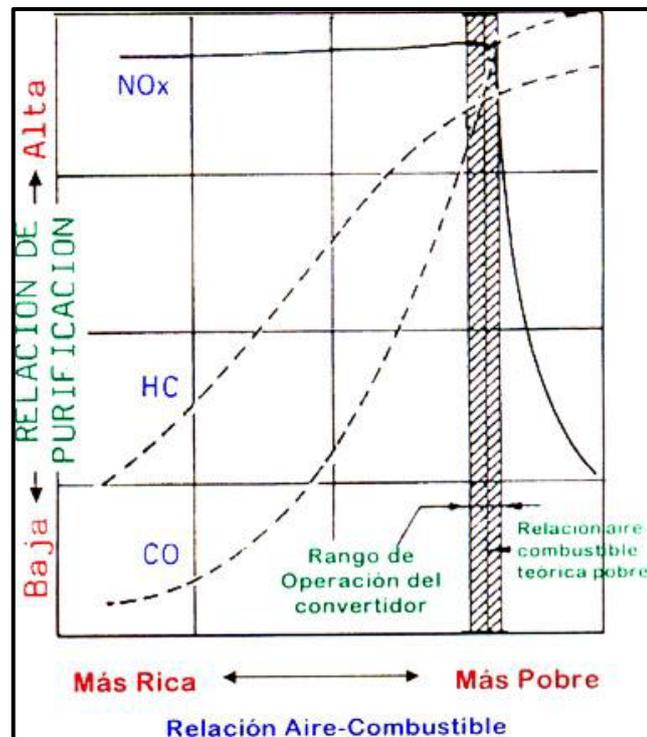
Fuente: Grupo Lentiscal.

Figura 2.19 Esquema de procesos químicos que se producen en un catalizador de tres vías, (oxidación, reducción).

2.8.1 Condiciones para que funcione correctamente el catalizador.

Borrego A. (2013). La proporción entre la cantidad de aire y combustible que se introduce en la cámara se ajustará a límites establecidos 14,5/1 (Limite Lambda: 1).

Los motores con mezclas pobres de lambda mayor a 1 son más económicos pero emiten mucha mayor concentración de N_2O_3 . Los niveles ricos (lambda menor a 1) emiten más hidrocarburos en combustión y CO (monóxido de carbono, una de las sustancias más tóxicas). La temperatura debe ser mayor a $250^\circ C$ para que se produzca la catálisis y el dispositivo sea efectivo. Se diseña al catalizador con un calefactor auxiliar para garantizar que la temperatura llegue a ese rango antes de 90 segundos.



Fuente: Grupo Lentiscal.

Figura 2.20 Eficacia del catalizador (Energía vs coordenada de reacción)

Según, Ríos E, (2002).Escuela de Educación Técnica N° 4, Con mezcla rica y más de 500° C se remueve el azufre depositado en el interior del dispositivo, produciendo ácido sulfúrico de olor fuerte y desagradable, que a niveles superiores a 10 ppm es muy dañino para la salud. El umbral del mal olor está muy por debajo de esos niveles, así el usuario puede detectar el problema sin arriesgar su salud, y al menor indicio de mal olor llevar su unidad al especialista.

Para que el catalizador pueda transformar los gases nocivos con una eficacia superior al 90s necesario que los elementos catalíticos se encuentren a una temperatura de trabajo por encima de los 200°C.

Esta es la razón fundamental de que la ubicación de los catalizadores se localice a continuación del colector de escape. Los gases de escape del motor, al pasar por los canales del monolito, entran en contacto con los metales nobles del catalizador y generan las reacciones químicas de oxidación y reducción necesarias para producir la conversión de los gases nocivos CO, HC y NOx contenidos en los gases de escape que se transforman en CO₂ y vapor de agua.

La eficacia del catalizador exige un funcionamiento del motor óptimo, mediante la gestión electrónica de la mezcla de combustión, pero también depende de otro tipo de parámetros como son la temperatura de trabajo necesaria para generar las reacciones químicas de conversión de emisiones contaminantes de los gases de escape. La depuración de los gases de escape por el catalizador se inicia a partir de los 200 a 250°C.El intervalo normal de funcionamiento se localiza entre los 400° y 800°C. Por debajo de los 200°C no existe actividad y a partir de 800°C de temperatura, además del envejecimiento térmico del catalizador, se produce la degradación de los elementos catalizadores y del mismo soporte catalizador. Por encima de los 1000 a 1400°C se produce la

sinterización de los metales nobles y en caso de que el monolito sea cerámico, la fusión del mismo.

Al arrancar el motor y en los primeros minutos de funcionamiento, un coche catalizado contamina mucho más que uno sin catalizador. Pero tampoco se pueden superar los 900 grados, ya que por encima de esa temperatura se funden los metales activos que lo componen, inutilizándolo por completo. Una serie de esporádicos fallos en el encendido, aparentemente poco problemáticos, pueden acabar con el catalizador, ya que el combustible no quemado en los cilindros arde al llegar al catalizador y hace que la temperatura de éste supere el límite permitido.

2.9 TIPOS DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS.

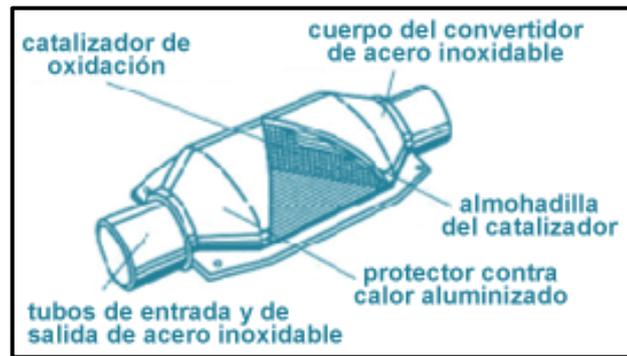
- Convertidores de oxidación
- Convertidores de tres vías
- Convertidores de tres vías más oxidación

Cada uno de estos convertidores distintos surgió principalmente porque la EPA endureció los reglamentos que controlan la cantidad de contaminantes que emiten los automóviles nuevos.

2.9.1 Convertidores de oxidación

Por primera vez se utilizaron catalizadores de oxidación en vehículos en 1975 en E.E.U.U., para observar las disipaciones sobre gases de escape entonces válidas. El catalizador de oxidación convierte los hidrocarburos y el monóxido de carbono contenidos en los gases de escape por oxidación es decir, combustión en vapor de agua y dióxido de carbono. El oxígeno necesario para la oxidación se obtiene de ajuste pobre de la mezcla ($\lambda > 1$)

o mediante la insuflación de aire en el sistema de escape delante del catalizador. Los óxidos de nitrógeno no pueden ser transformados por el catalizador de oxígeno.



Fuente: www.nrdc.org

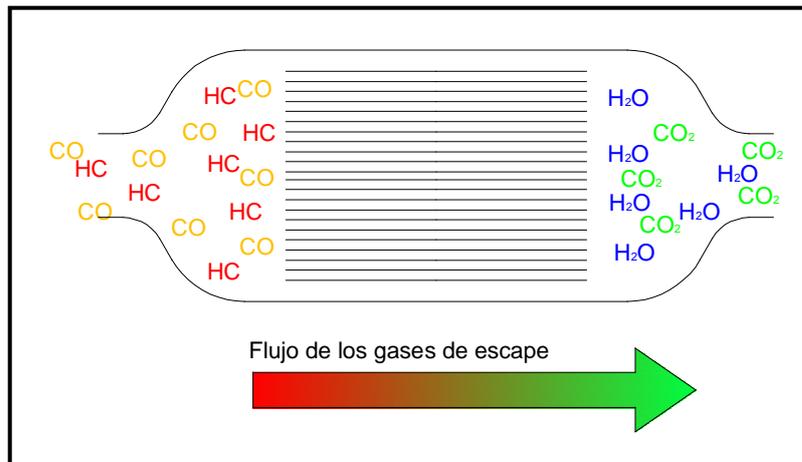
Figura 2.21 Catalizador de oxidación.

2.9.2 Convertidores de dos vías.

Se introdujeron por primera vez a mediados de la década de 1970. Estos convertidores oxidan solamente las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono. El nombre “de dos vías” se refiere al número de contaminantes afectados por el convertidor.

En este diseño, los gases de escape son dirigidos para que fluyan sobre el substrato, donde entran en contacto con el catalizador. Los gases de escape aumentan de temperatura y siguen oxidándose. Las emisiones de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO) son convertidos en agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂) antes

Debido al intenso calor creado por este proceso, los gases de escape que salen del convertidor deberían estar más calientes que los gases que entran en el convertidor. Esto también explica por qué se requieren protectores contra calor en la mayoría de unidades.



Fuente: www.magnaflow.com

Figura 2.22 Flujo de los gases de escape en los convertidores de dos vías.

2.9.3 Convertidores de tres vías.

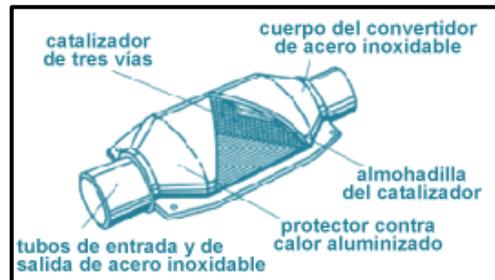
El catalizador de tres vías es una parte integrante del sistema de depuración de los gases de escape tanto para motores de inyección en el turbo de admisión como también de inyección directa de gasolina.

Tiene como función de convertir los tres componentes contaminantes HC (hidrocarburos), CO (monóxido de carbono), y NO_x (óxido de nitrógeno) producidos durante la combustión de la mezcla de aire y combustible, en componentes inofensivos como productos finales se originan H₂O (vapor de agua), CO₂ (dióxido de carbono), y N₂ (nitrógeno).

2.9.4 Convertidores de tres vías sin aire

Se introdujeron a finales de la década de 1970. Estos convertidores reducen las emisiones de NO_x y además oxidan los hidrocarburos a monóxido de carbono. En el interior, un convertidor de tres vías sin aire

tiene el mismo aspecto que un convertidor de dos vías. Pero el substrato del convertidor de tres vías sin aire está recubierto con rodio y paladio.



Fuente: www.magnaflow.com

Figura 2.23 Convertidores de tres vías sin aire.

Si los gases de escape de un motor tienen un alto contenido de hidrocarburos y monóxido de carbono, una bomba y un tubo de aire introducen oxígeno adicional directamente en el convertidor.

2.9.5 Convertidor de tres vías con inyección de aire

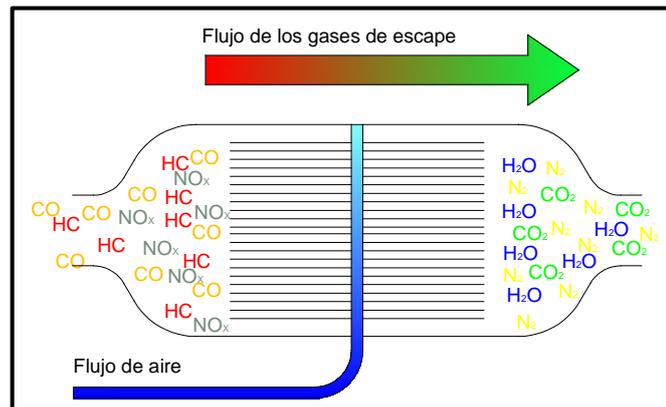
La cámara delantera está recubierta con rodio y paladio. El rodio reduce las emisiones de NOx a simples nitrógeno (N_2) y oxígeno (O_2). Este proceso es más eficaz cuando hay poco oxígeno presente. Por eso este substrato está ubicado corriente arriba de la entrada del tubo de aire.



Fuente: www.nrdc.org

Figura 2.24 Convertidores de tres vías con inyección de aire

Un segundo substrato de paladio y platino está ubicado corriente abajo de la entrada de aire, para que el aumento de oxígeno mejore la oxidación de los hidrocarburos y del monóxido de carbono.



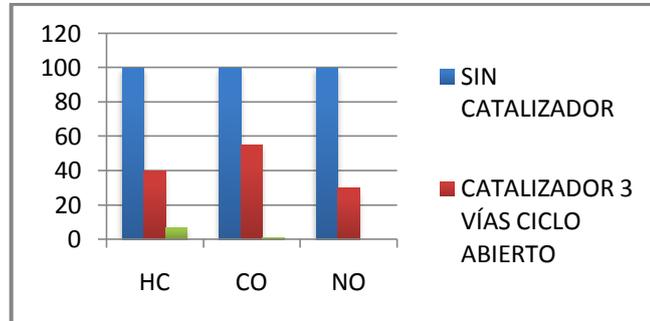
Fuente: Grupo de investigación.

Figura 2.25 Funcionamiento convertidor de tres vías con inyección de aire

2.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONVERTIDORES CATALÍTICOS.

- El convertidor catalítico es un dispositivo de post- tratamiento para los gases de escape con el objeto de tomar gases de poca estabilidad molecular (dañinos para el cuerpo humano y el medio ambiente) para convertirlos en productos de alta estabilidad molecular y con casi nula reactividad en condiciones normales de presión y temperatura.
- Contribuye a la reducción de emisiones de contaminantes en la atmósfera, generados por vehículos automotores que circulan.
- Fomentar la sustitución de convertidores catalíticos en aquellos vehículos automotores, cuyo convertidor catalítico original haya perdido eficiencia en la conversión de los gases de escape.
- La importancia del catalizador para la reducción de emisiones contaminantes, en la cual se aprecia la diferencia en porcentajes de emisiones, en un motor sin catalizador que es del 100 % para

todos los contaminantes, también se nota la diferencia entre un sistema con catalizador de ciclo abierto y uno de ciclo cerrado.

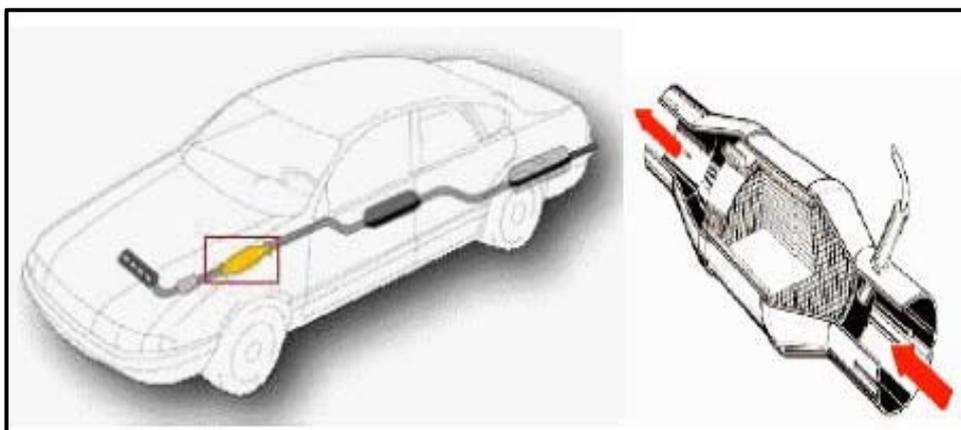


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 2.26 Comparación de emisiones de vehículos con y sin catalizador.

2.11 CONEXIÓN DE LOS CONVERTIDORES CATALÍTICOS.

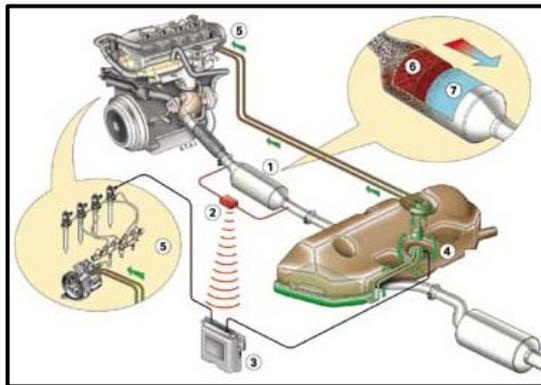
La configuración para el montaje del catalizador de tres vías se muestra a continuación en la figura 2. 27, se observa que el catalizador de gases se ubica luego del múltiple de escape, principio básico para el correcto funcionamiento el mismo debe incrementar su temperatura y esto lo realiza ganando energía térmica de los mismos gases de escape.



Fuente: www.dcl.inc.com

Figura 2.27 Localización de un convertidor catalítico en un vehículo.

Un ejemplo ya de un sistema complejo catalizador de gases es la técnica empleada por la marca Citroën específicamente en su unidad de vehículo C5 el cual utiliza el método de un filtro de partículas el cual se describe a continuación C-5, Filtro de partículas.



Fuente: www.europasobreruedas.com

Figura 2.28 Sistema FAP (Filtre a particules).

Las partículas en suspensión, de diámetro próximo a las 0,09 micras, están constituidas principalmente por carbono e hidrocarburos.

El principio del FAP consiste en frenar y acumular las partículas en un filtro y, después, periódicamente, en quemarlas. La combustión natural de las partículas tiene lugar a unos 550°C, mientras que la temperatura inicial alcanzada por los gases de escape a la salida del colector es de unos 150°C.

La solución propuesta influye en estos dos parámetros gracias a:

Una post-inyección en fase de expansión que crea una pre-combustión en el cilindro y provoca una elevación de la temperatura de los gases de escape de 200° a 250(°C) es decir, 350 a 400(°C).

Una post-combustión complementaria, generada por un catalizador de oxidación situado por delante del filtro, destinado a tratar los hidrocarburos no quemados producidos por la post-inyección. La

temperatura puede aumentar en 100° C y situarse entre 450 y 500(°C).La adición de un producto al carburante (Eoyls). Dicho aditivo, compuesto a base de cerina, disminuye la temperatura natural de combustión de las partículas a 450°C.

2.11.1 El sistema FAP se compone:

De una cámara en la que se halla integrado un pre catalizador seguido de un soporte filtrante. De estructura porosa y hecho de carburo de silicio, este filtro recoge permanentemente las partículas contenidas en los gases de escape. Unos captosres controlan la presión de obstrucción del filtro y la temperatura de los gases al principio y al final del sistema.

De un programa integrado en la caja electrónica del motor. Su misión es regenerar el filtro estableciendo una post-inyección cada 400 o 500 km, en función del grado de obstrucción del mismo, asegurando, simultáneamente, el auto diagnosis del sistema. Durante el período de regeneración del filtro, la alimentación del aire no pasa por el intercambiador aire-aire para ser refrigerado, sino que lo hace, a través de un calentador con el fin de aumentar la temperatura de la mezcla que llega a la cámara de combustión y obtener, de esta forma, gases de escape más calientes.

De un dispositivo de aditivación del carburante que cuenta con un sistema extractor, con un sistema de inyección del Eoyls al depósito principal y con un calculador específico. El Eoyls es almacenado en un depósito adicional situado junto al depósito de carburante. El aditivo es inyectado proporcionalmente al volumen de carburante destinado al llenado de los cilindros. Por ejemplo, sobre un volumen de 60 litros de carburante, el sistema inyectará 37,5 ml de solución, con 1,9 g de cerine.

2.12 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

2.12.1 DIAGNÓSTICO DE A BORDO

En el pasado se ha podido ir reduciendo la expulsión de contaminantes por vehículos. Para que se cumplan los valores límites que indica el fabricante del vehículo en la vida cotidiana, hay que observar constantemente el sistema del motor y los componentes.

Por eso las especificaciones legales regulan la extensión del diagnóstico de los componentes y sistemas relevantes para los gases de escape.

En 1988 entró en vigor en California la primera etapa de la legislación CARBA (California Air Resources Board) con OBD I.

Todos los vehículos nuevos matriculados en California debían cumplir estas normas legales. En 1994 se introdujo la segunda etapa con OBD II.

Desde 1994, en los restantes estados federales de Estados Unidos se aplican las leyes de autoridades federales EPA (Environmental Protection Agency). El alcance de este diagnóstico corresponde esencialmente a la legislación CARB (OBD II). Las exigencias son, sin embargo, menos rigurosas en algunos puntos.

La OBD adaptada a la situación europea se denomina EOBD y está en vigor desde 2000. Se basa en la EPA-OBD.

Las exigencias de la EOBD en la actualidad son nuevamente más moderadas comparadas con la EPA-OBD.

2.12.2 OBD I

La primera etapa de la CARB-OBD comprueba si los componentes eléctricos relevantes para los gases de escape tienen cortocircuitos o interrupciones de líneas. Las señales eléctricas han de encontrarse dentro de los límites de plausibilidad especificados.

Si se detecta un defecto, se informa al conductor mediante una luz de aviso en el cuadro de instrumentos. Con los “medios de a bordo”

Ejemplo:

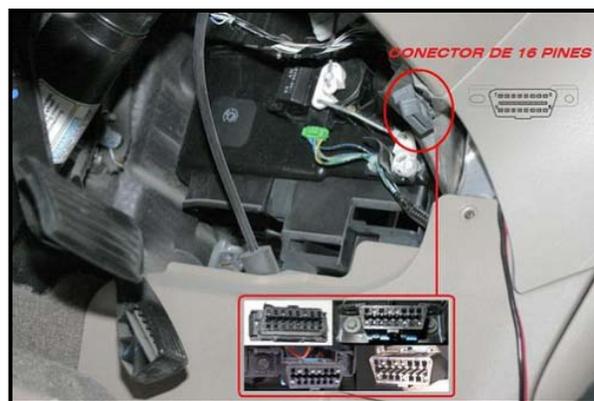
Código de destellos a través de una lámpara de diagnóstico conectada, la cual permite identificar que algún componente ha fallado.

2.12.3 OBD II

Los procedimientos de diagnóstico para la segunda etapa de la CARB-OBD sobrepasan ampliamente la extensión de la OBD I. Adicionalmente a la comprobación de las señales eléctricas, también se observa el funcionamiento del sistema. Ya no es suficiente por ejemplo comprobar si la señal eléctrica del sensor de temperatura del motor excede los valores límite fijados. Existe también un defecto cuando, con el motor en marcha, se mide un valor demasiado bajo de por ejemplo 10 °C para la temperatura del motor durante un periodo de tiempo prolongado (prueba de plausibilidad).

La OBD II exige que se vigilen todos los sistemas y componentes relevantes para los gases de escape que podrían provocar un aumento considerable de las emisiones contaminantes en caso de un funcionamiento incorrecto. Adicionalmente deben comprobarse también

todos los componentes que influyen en los resultados del diagnóstico. Todo defecto identificado ha de memorizarse en la unidad de control. Un funcionamiento incorrecto ha de indicarse a través de una lámpara de aviso en el cuadro de instrumentos. Los defectos almacenados se leen mediante comprobadores que se conectan para fines de diagnóstico. La legislación OBD II prescribe una estandarización de las informaciones de la memoria de defectos conforme a las especificaciones de la SAE (Society of Automotive Engineers) según ISO 15031. Esto hace posible la lectura la lectura de la memoria de defectos mediante comprobadores homologados (“Scantools”).



Fuente: www.todoautos.com.pe

Figura 2.29 Conector de 16 pines Sistema OBD2.

2.12.4 Control del proceso de diagnóstico.

Las funciones de diagnóstico para todos los componentes y sistemas que deben ser comprobados han de pasar por norma general por una vez por lo mínimo por el ciclo de gases de escape. Ejemplo.

FTP75, NEFZ

La gestión del sistema de diagnóstico puede modificar dinámicamente la secuencia para el procesamiento de las funciones de diagnóstico, según el estado de marcha. El objetivo es que se lleven a cabo todas las funciones de diagnóstico con la frecuencia necesaria, también durante la marcha normal.

2.12.5 Funciones OBD

Todos los sistemas y componentes existentes en el vehículo cuyo falle ocasione un notable empeoramiento de los gases de escape tienen que ser vigilados por la unidad de control del motor mediante funciones OBD (diagnóstico de a bordo). Existe un defecto cuando se sobrepasan umbrales de diagnóstico fijados (valores límites).

2.12.6 Validez

Las prescripciones OBD para CARB y EPA rigen para todos los turismos hasta 12 asientos, así como camiones pequeños hasta 6,35 t. La EOBD rige desde 01-01- 2000 para todos los turismos y vehículos industriales ligeros con motores de gasolina 3,5 t. y hasta 9 asientos. Desde la EOBD es también obligatoria para turismos y vehículos industriales ligeros con motores diesel.

2.12.7 Valores límite

La OBD CARB (OBD II) prevé valores límites relativos. Para las diferentes categorías de gases de escape según las cuales están clasificados los vehículos. Ejemplo.

LEV-ULEV

Resultan con ello diferentes cantidades de sustancias contaminantes admisibles en los gases. Conforme a la EOBD válida para la legislación europea son obligatorios valores límite absolutos.

Tabla 2.8 Valores límite para concentración de sustancias contaminantes en los gases de escape.

CARB:	Valores límite relativo 1,5 veces el valor límite de la categoría de gases de escape correspondientes.
EOBD:	Valores límite absolutos CO: 3,2 gr/km HC: 0,4 gr/Km NOx: 0,6 gr/Km

Fuente: Grupo de investigación

2.12.8 Exigencias de la funcionalidad

Se exige de la OBD entre otras cosas que se vigilen todas las líneas eléctricas que se dirijan a la unidad de control. Los “comprehensive components”. Ejemplo.

El medidor de masa de aire

Son examinados por tanto respecto a defectos eléctricos (EOBD) y, adicionalmente, respecto a plausibilidad (OBD II).

Las complejas funciones OBD comprueban la capacidad funcional del sistema de diagnóstico.

Según la repercusión del defecto, hay que reaccionar a un fallo de distinta manera.

Tabla 2.9. Procedimiento de diagnóstico y reacción a defectos en CARB y EPA.

El defecto ocasiona una concentración < 1.15 veces el valor límite
Indicación del defecto solo con comprobador del servicio posventa
Concentración < 1.5 veces el valor límite
Prueba funcional (comprobación blanco-negro) Información del defecto en la MIL Información del defecto con scan-tool
Concentración \geq 1.5 veces el valor límite
Comprobación funcional cualitativa Información del defecto en la MIL Información del defecto con scan-tool

Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 2.10 Procedimiento de diagnóstico y reacción OEBD.

El defecto ocasiona una concentración de sustancias contaminantes < valor límite
Es suficiente una vigilancia de las líneas eléctricas o cumplimiento de plausibilidad al valor mínimo/máximo Información del defecto en la MIL Información del defecto con scan-tool
Concentración de sustancias contaminantes \geq valor límite
Comprobación funcional cualitativa Información del defecto en la MIL Información del defecto con scan-tool

Fuente: Grupo de investigación

La concentración de sustancias contaminantes que cabe esperar por el fallo de un componente (valores empíricos) determina la clase de diagnosis. Una sencilla prueba funcional (prueba de blanco y negro)

verifica sólo la capacidad funcional del sistema o de los componentes.
Ejemplo.

La válvula de aire secundario se abre y cierra.

La prueba funcional cualitativa (flow-check) da una información más exacta sobre la capacidad funcional del sistema. Ejemplo.

Para la comprobación del catalizador partiendo de los valores medidos se calcula el grado de envejecimiento del mismo, a través del interfaz de diagnóstico.

2.13 SENSORES.

2.13.1 Introducción

La siempre creciente automatización de los complejos sistemas de producción necesita la utilización de componentes que sean capaces de adquirir y transmitir información relacionada con el proceso de producción, los sensores cumplen con estos requerimientos y por ello se han convertido en los últimos años en componentes cada vez más importantes en la tecnología de medición y en la de control en bucle cerrado y abierto. Los sensores proporcionan la información al control en forma de variables individuales al proceso.

Las variables de estado del proceso son, por ejemplo variables físicas como temperatura, presión, fuerza, longitud, ángulo de giro, nivel, caudal, etc. Hay sensores para la mayoría de estas variables físicas, que reaccionan con cada una de ellas y transfieren las correspondientes señales.

2.13.2 Características de un sensor.

Un sensor es un convertidor técnico que convierte una variable física (por ejemplo, temperatura, distancia, presión) en otra variable diferente más fácil de evaluar (generalmente una señal eléctrica)

Expresiones adicionales a los sensores son: Codificadores (encoders), efectores, convertidores, detectores, transductores, iniciadores.

Un sensor no necesariamente tiene que generar una señal eléctrica. Ejemplo: Los finales de carrera neumáticos, producen una señal de salida neumática (en términos de cambio de presión).

Los sensores son dispositivos que pueden funcionar tanto por medio de contacto físico, por ejemplo, barreras fotoeléctricas, barreras de aire detectores de infrarrojos, sensores de reflexión ultrasónicos, sensores magnéticos. Incluso un simple final de carrera puede considerarse como un sensor. Dentro de un proceso controlado, los sensores representan los “perceptores” que supervisan un proceso, indicando a los errores, recogiendo los estados y transmitiendo esta información a los demás componentes del proceso.

Un sensor es útil solo con respecto al proceso o a su evaluación.

2.13.3 Componentes de un sensor.

Además de la expresión “sensor”, también se utilizan los siguientes términos: Por componente de un sensor entendemos una parte de un sensor o de un sistema sensor que registra una variable medida, pero que no permite una utilización independiente, dado que se precisa un procedimiento de la señal y un pre-montaje (caja, conexiones)

2.13.4 Sistema sensor.

Un sistema sensor consiste en varios componentes de medida y evaluación, a menudo con una parte significativa de funciones de procesamiento de señales. Los componentes son a menudo modulares y pueden ser intercambiados dentro de la misma familia de productos. Además de los sensores, también se dispone de procesadores de señales, microordenadores e interfaces de datos compatibles para el acondicionamiento de las señales.

Ejemplo: Sistemas de procesamiento de imágenes con sensores de imagen CCD, sistemas de medición por láser, sistemas, sistemas de identificación. En el caso de estas capacidades de procesamiento de las señales, se habla de sensores “inteligentes” o de sensores activos (Smartsensor)

2.13.5 Sistema multi- sensor

Son sistemas de sensor con varios tipos de sensores similares o diferentes como ejemplos anotamos los siguientes. Un sensor de temperatura y humedad o presión y temperatura, cada uno formando parte del mismo dispositivo.

Una combinación de varios sensores de proximidad para distinguir la forma y el material de una pieza. Una combinación de varios sensores químicos para gases, con la cual, y a través de la respuesta solapada de los rangos y por medio de una evaluación inteligente, proporcionan una mayor información como conjunto de la que emitirán como sensores individuales. Utilización de varios órganos sensitivos del hombre (olfato, gusto, vista, tacto de la lengua) durante la ingestión de alimentos.

2.13.6 Señales típicas de salida de los sensores

Cuando se utilizan sensores, es importante conocer los diferentes tipos de señales de salida.

Tipo A

Sensores con señal de salida por interrupción (señal de salida binaria)

Ejemplos:

- Sensor de proximidad
- Presostatos
- Sensores de nivel
- Sensores bimetálicos

Por norma estos sensores pueden conectarse directamente a los controles lógicos programables (PLC)

Tipo B

Sensores con salida por trenes de pulsos.

Ejemplos:

- Sensores incrementales de longitud y rotativos
- Generalmente se dispone de interfaces compatibles para PLC.

Requerimientos del PLC: que dispongan de contadores de hardware y software con posibilidad de una mayor longitud de palabra.

Tipo C

Componentes de sensores con salida analógica y sin amplificador integrado ni conversión electrónica, que proporcionan una señal de salida

analógica muy débil, no apta para una evaluación inmediata (por ejemplo, en la rama de los milivoltios) o de una señal que solamente puede ser evaluada utilizando circuitería adicional.

Ejemplo

- Componentes de sensores piezoresistivos o piezoeléctricos
- Células termoeléctricas o Pt-100
- Magneto resistores y componentes de sensores de efecto Hall
- Sondos de medida de conductividad y pH
- Potenciómetros lineales

A menudo hay aplicaciones donde, en el caso de producciones elevadas, el usuario elige sus propias soluciones electrónicas.

Tipo D

Sensores con salidas analógicas amplificador y conversión electrónica integrados, que proporcionan señales de salida que pueden evaluarse inmediatamente.

Ejemplos típicos de señales de salida:

Tabla 2.11. Ejemplos típicos de señales de salida.

0	10 V
-5 V	+ 5 V
1	5 V
0	20 mA
-10 m A	+ 10 mA
4	20 mA

Fuente: Grupo de investigación

Tipo E

Sensores y sistemas de sensores con señal de salida estandarizada, por ejemplo RS 422-A, RS 485 o con interface a buses de datos tales como bus de campo (profibus, bus-sensor-actuador).

2.13.7 Sensores binarios y analógicos.

Los sensores binarios son sensores que convierten una magnitud física en una señal binaria, principalmente en una señal eléctrica con los estados "ON" o "OFF" (conectado o desconectado), por ejemplo:

- Final de carrera
- Sensor de proximidad
- Presostato
- Sensor de nivel
- Termostato

Los sensores analógicos son sensores que convierten una magnitud física en una señal analógica, principalmente una señal eléctrica de tensión o de intensidad

- Sensores de longitud, distancia o desplazamiento
- Sensores para movimiento lineal o rotativo
- Sensores para superficies, formas y geometría
- Sensores de fuerza
- Sensores de peso
- Sensores de presión
- Sensores de par
- Sensores de flujo (para gases y fluidos)

- Sensores de caudal (para materiales sólidos)
- Sensores de nivel de llenado
- Sensores de temperatura y otros valores térmicos
- Sensores para valores ópticos
- Sensores para valores acústicos
- Sensores para valores electromagnéticos
- Sensores para radiaciones físicas
- Sensores para sustancias químicas
- Sensores para características físicas

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura.

CAPÍTULO 3

3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL

Mediante la implementación del convertidor catalítico en el vehículo ayuda a disminuir en su totalidad los elementos nocivos de los gases de escape hacia el medio ambiente producto de la combustión del motor.

3.2.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- EL técnico automotriz debe tener el conocimiento previo del funcionamiento del analizador catalítico, a fin de realizar diagnóstico en base a código de fallas.
- Es necesario contar con equipo de diagnóstico apropiado para poder supervisar el estado del convertidor catalítico.
- Un análisis adecuado de un código de falla permitirá un diagnóstico preciso del convertidor catalítico.

3.2 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Banco de comprobación de convertidores catalíticos.

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Diagnóstico de convertidores catalíticos.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable independiente:

Banco de comprobación de convertidores catalíticos

Tabla 3.1 Operacionalización de variable independiente

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTA
Equipo destinado al diagnóstico de convertidores catalíticos.	Académica	Número de módulos para el convertidor catalítico =1	¿Cuántos módulos de control utiliza el convertidor catalítico?
	Tecnológica	Número de sensores del convertidor catalítico ≤ 2	¿Cuál es el número de sensores que utiliza el analizador catalítico?
		Número de catalizadores del sistema de gases ≤ 2	¿Cuántos catalizadores tienen el sistema de gases?

Fuente: Grupo de investigación

3.3.2 Variable dependiente:

Diagnóstico en los convertidores catalíticos.

Tabla 3.2 Operacionalización de variables dependientes.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTA
Proceso de verificación del estado de funcionamiento y operación del convertidor catalítico.	Académica	Número de códigos falla que puede generar el banco de prueba =2	¿Cuántos pasos hay que realizar para poder obtener un código de fallas en el banco de pruebas de convertidor catalíticos?
	Tecnológica	Número de pasos para obtener un código de falla en el banco de prueba =6	¿Cómo determinar si hay un cortocircuito en el sensor de oxígeno o fisura en el catalizador?
		Número de instrumentos que se utiliza el banco de prueba de convertidores catalíticos =4	¿Es útil contar con varios instrumentos para el diagnóstico en el banco convertidor catalítico?

Fuente: Grupo de investigación

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes. Este diseño desglosa las estrategias básicas que se adopta para generar información exacta e interpretable y con las que se obtienen respuestas a preguntas como: medir, describir y comparar.

El tipo de investigación a utilizar es la experimental, la cual nos permite manejar una variable a condiciones establecidas por el investigador, con el propósito de describir algún acontecimiento.

Basados en objetivos e interrogantes planteados en el presente proyecto, y mediante la investigación experimental podemos determinar que el proyecto es viable para su aplicación tomando en cuenta diferentes factores que pueden afectar a dicha aplicación, mediante encuestas diseñadas por defecto.

Etapas de la investigación experimental

- Definir claramente el problema de la investigación.
- Establecer la hipótesis, tener la idea clara para que los resultados sean lo más a lo que se requiere.
- Elaboración del diseño experimental, en el cual se realice ya un experimento y se puede tener un resultado claro y si es necesario realizar ajustes en el proyecto o en los pasos realizados.

- Realización del experimento final, con el propósito de corregir algunas anomalías que pueda producir durante dicho proceso.
- Analizar los resultados obtenidos, para responder al problema del proyecto.
- Determinar conclusiones y recomendaciones para aceptar la hipótesis planteada.
- Realizar un informe escrito.

4.2 PRUEBA PILOTO

La prueba piloto se realizó con ayuda de una encuesta donde consta el problema y las variables dependientes e independientes con preguntas de fácil comprensión, dirigida a 40 Técnicos Automotrices en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua.

4.3 ENCUESTA DE FACTIBILIDAD

Sr. Técnico Automotriz, reciba un cordial saludo y a su vez solicitando su colaboración para contestar el siguiente cuestionario el cual sirve de ayuda para determinar la factibilidad en la construcción de un Banco de pruebas para Convertidores Catalíticos.

1. ¿Conoce usted sobre algún banco de pruebas para convertidores catalíticos?

SI_____ NO_____

2. ¿Tiene usted conocimiento de los códigos de falla que se generan por un mal funcionamiento de los convertidores catalíticos?

SI_____ NO_____

3. ¿Las averías del convertidor catalítico son respaldadas con algún documento teórico técnico?

SI_____ NO_____

4. ¿Para visualizar un código de falla usted utiliza un?
Téster ____ Multímetro ____ Scanner ____
5. ¿Considera de ayuda la implementación de un software para determinar códigos de falla en los vehículos?
SI ____ NO ____
6. ¿Considera que un Scanner automotriz puede diagnosticar una avería en un convertidor catalítico con un porcentaje de confiabilidad de?
0% ____ 25% ____ 50% ____ 75% ____ 100% ____
7. ¿Su conocimiento sobre el funcionamiento del sensor de oxígeno es?
Muy Bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____
8. ¿Considera usted que las herramientas informáticas aplicadas en el área automotriz contribuyen a obtener condiciones de funcionamiento óptimas en los vehículos?
SI ____ NO ____
9. ¿Conoce usted que tipos de gases son emitidos por los vehículos que no utilizan un sistema de convertidor catalítico?
SI ____ NO ____
10. ¿Cuál es la frecuencia con la que usted relaciona fallas producidas en el vehículo, por el mal funcionamiento del convertidor catalítico?
Siempre ____ Frecuentemente ____ A veces ____ Nunca ____
- 11.- ¿En función de las preguntas contestadas sugiere la implementación de un banco de pruebas para revisar códigos de fallas de convertidores catalíticos en los talleres automotrices?
SI ____ NO ____

4.4 TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El método de recolección de datos es el medio a través del cual el investigador puede valerse para acceder a los fenómenos y extraer de

ellos la información y de esta manera sintetiza toda la labor previa la investigación, relacionada con los participantes.

Para recolectar la información hay que seguir los pasos:

- Tener claro los objetivos propuesta en la investigación la hipótesis y variables.
- Haber seleccionado la población o muestra objeto del estudio.
- Definir las técnicas de recolección de información.
- Procesar la información recolectada para su respectivo, análisis y discusión.

Con los pasos a seguir se procedió a la recolección de información con el cuestionario desarrollado en la encuesta de factibilidad.

4.4.1 DISEÑO ENCUESTA PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN.

En esta parte del proceso de investigación se diseñó una encuesta de factibilidad, la cual nos permite procesar los datos obtenidos de la muestra, la cual es objeto de estudio durante el trabajo de campo, teniendo como finalidad generar resultados a partir de los cuales se realizará análisis, mediante uso de herramientas estadísticas.

4.5 ENCUESTA DE FACTIBILIDAD

Sr. Técnico Automotriz, reciba un cordial saludo y a su vez solicitando su colaboración para contestar el siguiente cuestionario.

El cual sirve de ayuda para determinar la factibilidad en la construcción de un Banco de pruebas para Convertidores Catalíticos.

1. ¿Conoce usted sobre algún banco de pruebas para convertidores catalíticos?

SI_____ NO_____

2. ¿Tiene usted conocimiento de los códigos de falla que se generan por un mal funcionamiento de los convertidores catalíticos?

SI_____ NO_____

3. ¿Las averías del convertidor catalítico son respaldadas con algún documento teórico técnico?

SI_____ NO_____

4. ¿Para visualizar un código de falla usted utiliza un?

Téster _____ Multímetro _____ Scanner _____

5. ¿Considera de ayuda la implementación de un software para determinar códigos de falla en los vehículos?

SI_____ NO_____

6. ¿Considera que un Scanner automotriz puede diagnosticar una avería en un convertidor catalítico con un porcentaje de confiabilidad de?

0%_____ 25%_____ 50%_____ 75%_____ 100%_____

7. ¿Su conocimiento sobre el funcionamiento y de sensores de oxígeno es?

Muy Bueno _____ Bueno _____ Regular _____ Malo _____

8. ¿Considera usted que las herramientas informáticas aplicadas en el área automotriz contribuyen a obtener condiciones de funcionamiento optimas en los vehículos?

SI_____ NO_____

9. ¿Conoce usted que tipos de gases son emitidos por los vehículos que no utilizan un sistema de convertidor catalítico?

SI_____ NO_____

10. ¿Cuál es la frecuencia con la que usted relaciona fallas producidas en el vehículo, por el mal funcionamiento del convertidor catalítico?

Siempre _____ Frecuentemente _____ A veces _____ Nunca _____

11. ¿En función de las preguntas contestadas sugiere la implementación de un banco de pruebas para revisar códigos de fallas de convertidores catalíticos en los talleres automotrices?

SI ____ NO ____

4.6 POBLACIÓN Y MUESTRA.

Partiendo de la información obtenida por medio de las encuestas realizadas a 40 Técnicos Automotrices de los talleres: Mecánica Núñez, Romero Hermanos, Talleres Mina, Electromecánica Muquinche, Automotores de la Sierra S.A, Ambacar, Motor Asia "AutoMaquisa". Para nuestro estudio se tomó 36 encuestas de técnicos afines a códigos de fallas.

4.7 MUESTRA.:

Partiendo de la información de la población de 40 Técnicos Automotrices los cuales tienen conocimientos de autodiagnóstico de Convertidores Catalíticos.

La muestra es un subgrupo de la población de interés que tiene la característica de ser representativa de esta, El enfoque cuantitativo establece con claridad las características de la población, la cual se determina en base a la siguiente ecuación.

$$\frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Ecuación 4.1: Muestreo

Tabla 4.1. Descripción de variables para muestra finita con datos los tomados.

N	Tamaño muestra
N	Tamaño de la población.
Zα	Nivel de confianza prefijado. Para seguridad del 95% =1.96
P	Proporción esperada del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse, (en este caso 0.5%=0.5).
Q	1-p (en este caso 1- 0.5 = 0.5)
I	Error muestral deseado (en este caso deseamos un 5%)

Fuente: Grupo de investigación

Datos para determinar la muestra.

- N= Tomaremos el valor de 40 de población.
- $Z\alpha = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%).
- p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.5).
- q = 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5).
- i = precisión (en este caso deseamos un 10%).

Tabla 4.2 Cálculo de la muestra

$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$ $n = \frac{40(0.5)^2(1.96)^2}{(40-1)(0.5)^2 + (0.5)^2(1.96)^2}$ $n = \frac{38.146}{0.0975 + 0.9604}$ $n = \frac{38.146}{1.0579}$ $n = 36$
<p>Se realizaron 40 encuestas con el fin de obtener resultados confiables ya que la muestra es menor a 200</p>

Fuente: Grupo de Investigación

4.8 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.

Las encuestas planteadas realizar serán sometidas a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. con el fin de determinar las cuestiones más relevantes de nuestra investigación.

Tabla 4.3 Tabulación pregunta N° 1

1.- ¿Conoce usted sobre algún banco de pruebas para convertidores catalíticos?	
SI	NO
12	28

Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 4.4 Tabulación pregunta N° 2

2.- ¿Tiene usted conocimiento de los códigos de falla que se generan por un mal funcionamiento de los convertidores catalíticos?	
SI	NO
26	14

Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 4.5 Tabulación pregunta N° 3.

3.- ¿Las averías del convertidor catalítico son respaldadas con algún documento teórico técnico?	
SI	NO
27	13

Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 4.6. Tabulación pregunta N° 4.

4.- ¿Para visualizar un código de falla usted utiliza un?				
TÉSTER	MULTIMETRO	SCANNER	TÉSTER+ MULTIMETRO	MULTIMETRO+ SCANNER
7	9	15	4	5

Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 4.7 Tabulación pregunta N° 5

5.- ¿Considera de ayuda la implementación de un software para determinar códigos de falla en los vehículos?	
SI	NO
28	12

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.8 Tabulación pregunta N° 6

6.- ¿Considera que un Scanner automotriz puede diagnosticar una avería en un convertidor catalítico con un porcentaje de confiabilidad de?				
0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
0	0	10	6	24

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.9 Tabulación pregunta N° 7

7. ¿Su conocimiento sobre el funcionamiento de sensor de oxígeno es optima?			
MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO
11	18	6	5

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.10 Tabulación pregunta N° 8

8. ¿Considera usted que las herramientas informáticas aplicadas en el área automotriz contribuyen a obtener condiciones de funcionamiento optimas en los vehículos?	
SI	NO
35	5

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.11 Tabulación pregunta N° 9

9. ¿Conoce usted que tipos de gases son emitidos por los vehículos que no utilizan un sistema de convertidor catalítico?	
SI	NO
22	18

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.12. Tabulación pregunta N° 10

10.- ¿Cuál es la frecuencia con la que usted relaciona fallas producidas en el vehículo, por el mal funcionamiento del convertidor catalítico?			
SIEMPRE	FRECUENTEMENTE	A VECES	NUNCA
0	7	21	12

Fuente: Grupo de investigación

Tabla 4.13.Tabulación pregunta N° 11

11.- ¿En función de las preguntas contestadas sugiere la implementación de un banco de pruebas para revisar códigos de fallas de convertidores catalíticos en los talleres automotrices?	
SI	NO
32	8

Fuente: Grupo de investigación

4.9 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.

Las 40 encuestas que fueron realizadas con relación directa a las variables, se consideran el instrumento de investigación, y el tamaño de muestra está justificada por el cálculo anteriormente y para una confiabilidad del 95%.

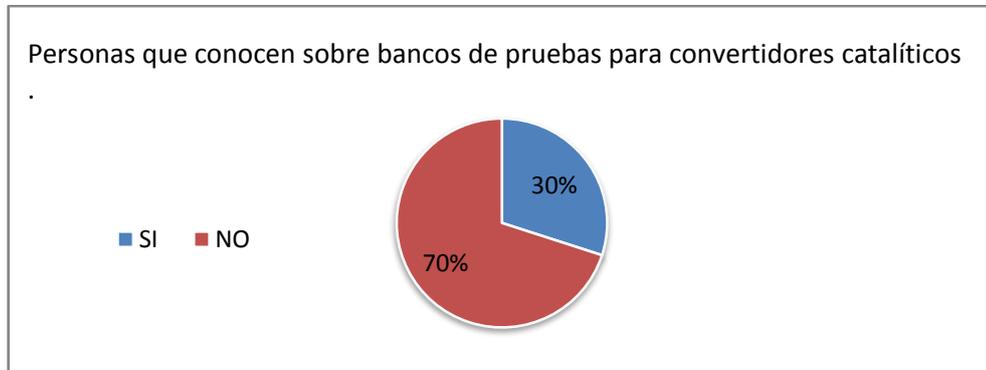
4.10 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Una vez realizada la recolección de datos a través de la encuesta de factibilidad están son tabuladas mediante el ingreso de datos manual, análisis de los cálculos automáticos mediante una hoja de Excel y graficas de control con la finalidad de obtener resultados importantes en nuestra investigación.

4.11 INFORME GERENCIAL

De las encuestas realizadas se procede a la de tabulación datos, con el propósito de determinar los hallazgos más importantes de nuestra investigación.

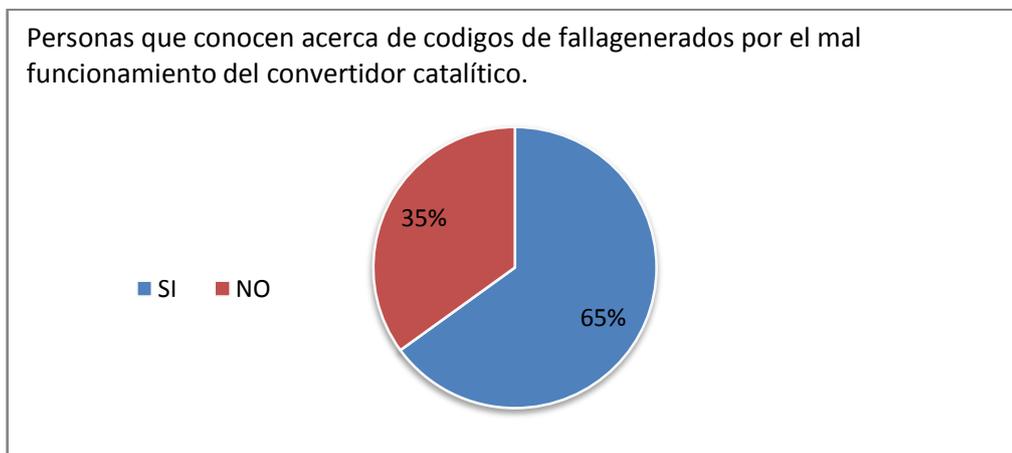
1.- ¿Conoce usted sobre algún banco de pruebas para convertidores catalíticos?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.1 Pregunta N° 1

RESPUESTA N°1. El 70% de los encuestados conoce sobre algún banco de pruebas para convertidores catalíticos, y el 30% lo desconoce.

2.- ¿Tiene usted conocimiento de los códigos de falla que se generan por un mal funcionamiento de los convertidores catalíticos?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.2 Pregunta N° 2

RESPUESTA N° 2. El 65% de los encuestados tienen conocimiento de los códigos de fallas que se generan por un mal funcionamiento de los convertidores catalíticos, el 35% lo desconoce.

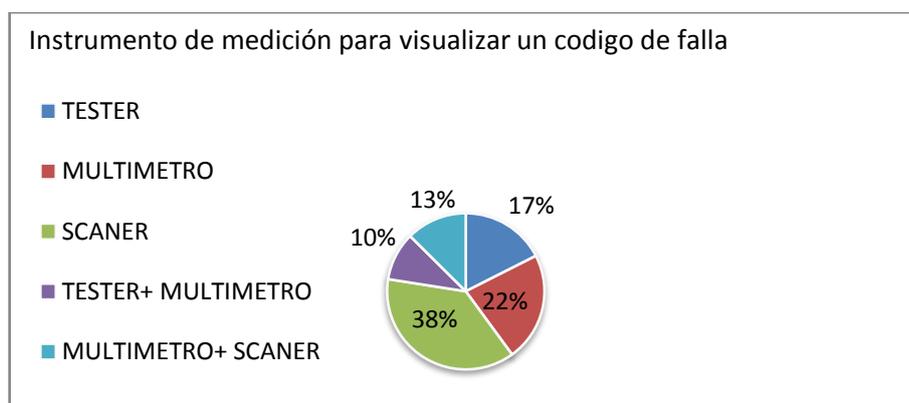
3.- ¿Las averías del convertidor catalítico son respaldadas con algún documento teórico técnico?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.3 Pregunta N° 3

RESPUESTA N° 3. El 67% de los técnicos consultados se respaldan con algún documento teórico técnico, el 33% no se respalda

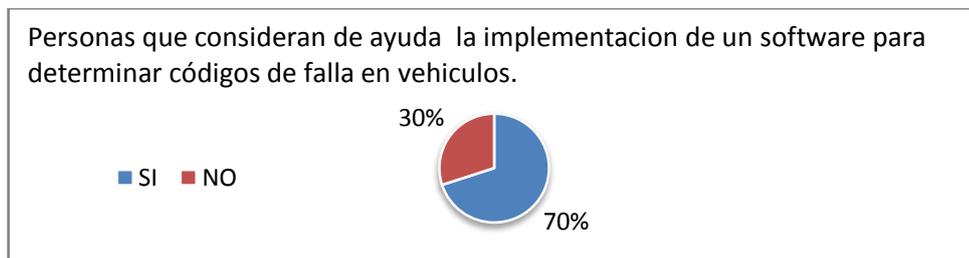
4.- ¿Para visualizar un código de falla usted utiliza un?



Fuente :Grupo de investigación
Figura 4.4 Pregunta N° 4

RESPUESTA N° 4. Para visualizar un código de falla, el 38% de los técnicos consultados utiliza un scanner, el 22% utiliza un multímetro, el 17% utiliza un téster, el 13 utiliza una combinación de multímetro y scanner y el 10% sobrante utilizan un téster y el multímetro juntos.

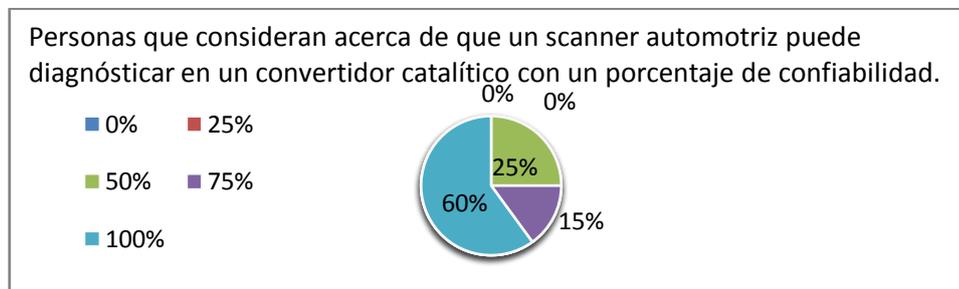
5.- ¿Considera de ayuda la implementación de un software para determinar códigos de falla en los vehículos?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.5 Pregunta N° 5

RESPUESTA N° 5. El 70% de los encuestados considera de ayuda la implementación de un Software para determinar códigos de falla en los vehículos, el 30% no lo considera.

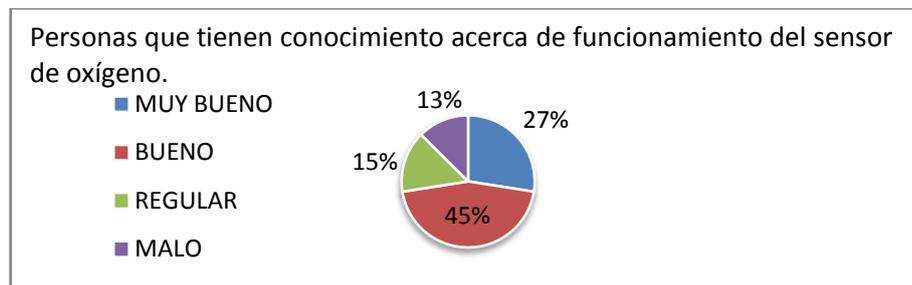
6.- ¿Considera que un Scanner automotriz puede diagnosticar una avería en un convertidor catalítico con un porcentaje de confiabilidad de?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.6 Pregunta N° 6

RESPUESTA N° 6. El 60% de los encuestados consideran que el Scanner automotriz diagnostica una falla con un grado de confiabilidad del 100%, el 25% considera que hay una confiabilidad del 50% y el 15% restante considera que se tiene una confiabilidad del 75%.

7.- ¿Su conocimiento sobre el funcionamiento de sensores de oxígeno es?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.7 Pregunta N° 7

RESPUESTA N° 7. El 45 % considera que su conocimiento sobre sensores de oxígeno es “MUY BUENO”, el 27 % “BUENO”, el 15 % “REGULAR” y el 13 % “MALO”.

8.- ¿Considera usted que las herramientas informáticas aplicadas en el área automotriz contribuyen a obtener condiciones de funcionamiento óptimas en los vehículos?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.8 Pregunta N° 8

RESPUESTA N° 8. El 29% de los encuestados consideran que las herramientas informáticas aplicadas en el área automotriz contribuyen a obtener condiciones de funcionamiento óptimas, el 8% no respalda.

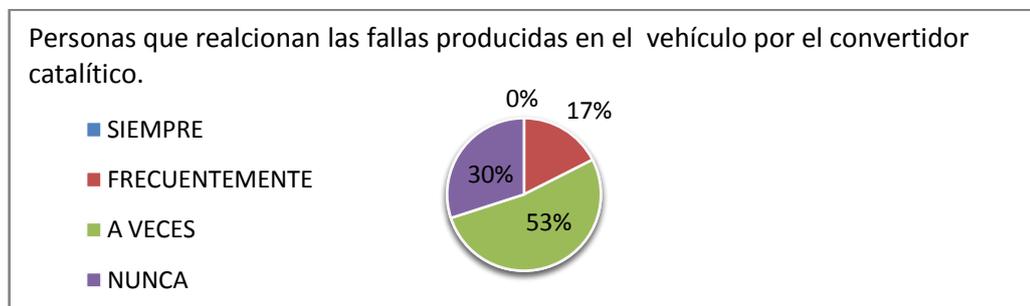
9.- ¿Conoce usted que tipos de gases son emitidos por los vehículos que no utilizan un sistema de convertidor catalítico?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.9 Pregunta N° 9

RESPUESTA N° 9. El 56% de los técnicos encuestados conocen los gases que el vehículo emite sin utilizar un convertidor catalítico y el 44% no conoce.

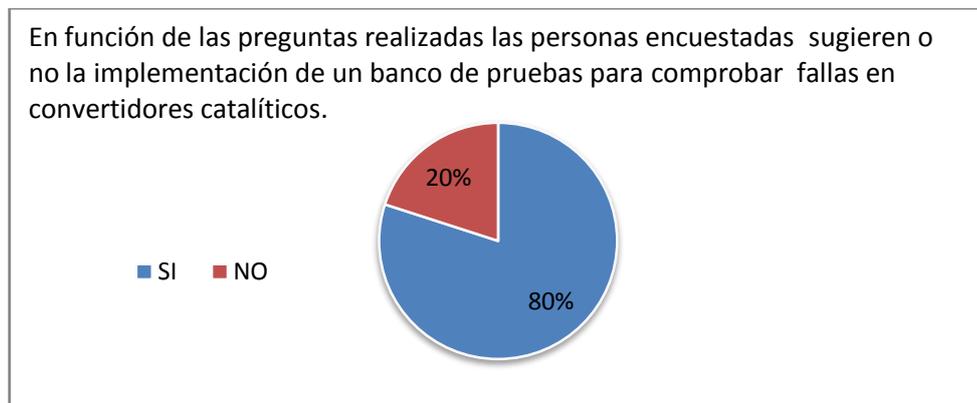
10.- ¿Cuál es la frecuencia con la que usted relaciona fallas producidas en el vehículo, por el mal funcionamiento del convertidor catalítico?



Fuente :Grupo de investigación
Figura 4.10 Pregunta N° 10

RESPUESTA N° 10. El 55% de los encuestados relaciona fallas en el vehículo por mal funcionamiento del convertidor catalítico, el 28% “NUNCA” y el 17% “A VECES”.

11.- ¿En función de las preguntas contestadas sugiere la implementación de un banco de pruebas para revisar códigos de fallas de convertidores catalíticos en los talleres automotrices?



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.11 Pregunta N° 11

RESPUESTA N° 11. El 83% de los técnicos encuestados sugieren la implementación de un banco de pruebas para revisar códigos de fallas de convertidores catalíticos en talleres automotrices y el 17% no consideran.

4.11.1 CONCLUSIONES

En relación a las encuestas podemos concluir que es muy importante mantener en buen estado el convertidor catalítico de los vehículos ya que con este se puede reducir en gran número de gases contaminantes en el aire para beneficio de nuestra salud y de la comunidad que nos rodea.

- Considerando los criterios de los técnicos encuestados, es más habitual vincular un código de fallas con el convertidor catalítico para diagnosticar una falla y su análisis.
- El Scanner y el Multímetro automotriz son muy conocidas y aplicadas para el diagnóstico de falla, en su aplicación es muy primitivo lo cual dificulta la solución.
- Los técnicos encuestados sugieren la aplicación, de un software y hardware mediante una secuencia sencilla y mínimos pasos para la solución de fallas que se presenten.

4.11.2 RECOMENDACIONES

- Se considera de gran importancia el conocimiento para interpretación de diagramas electrónicos y señales senoidales que será una herramienta muy importante para la solución de problemas.
- Consolidar el conocimiento de códigos de fallas y la utilización de manejo de software.
- Se sugiere que en la utilización del banco de pruebas de convertidores catalíticos, se sigan todos los pasos para monitorear códigos de fallas para la localización de averías.
- Es necesario indicar al propietario de los vehículos que se debe realizar un chequeo del convertidor catalítico periódicamente, con la finalidad que este cumpla su trabajo específico con la disminución de gases contaminantes al medio ambiente.

4.12. ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO

4.12.1 EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Para la ejecución del proyecto se debe de seguir una serie de procedimientos y normas de seguridad

4.13. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Con la ayuda de programas de diseño asistido por computadora para modelado mecánico como SolidWorks y Autocad se elaboran los planos de la estructura y secuencia de montaje.

En los planos se indicarán todos los elementos y detalles que proporcionarán toda la información necesaria para la ejecución de la estructura en el taller, y en los de montaje se indicará la posición de los diversos elementos que componen la estructura y se señalarán las juntas de campo entre ellos, con indicaciones precisas para su elaboración.

Tanto en los planos de fabricación y de montaje como en los dibujos y esquemas de las memorias de cálculo deben indicarse las soldaduras por medio de símbolos que representen claramente, y sin ambigüedades, su posición, dimensiones, características, preparaciones en el metal base, etc.

Cuando sea necesario, esos símbolos se complementarán con notas en el plano. En todos los casos deben indicarse, con toda claridad, los remaches, tornillos o soldaduras que se colocarán en el taller y aquellos que deben instalarse en la obra.

Los dibujos de taller se harán siguiendo la práctica más moderna y en su elaboración se tendrán en cuenta los factores de rapidez y economía en fabricación y montaje que sean significativos en cada caso.



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 4.12 Diseño definitivo de la estructura.

4.14. SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la elaboración de la estructura se utilizó los siguientes componentes:

Tabla 4.14 Componentes de la estructura.

Cantidad	Detalle	Descripción
1	Plancha de acero laminado en frío	ASTM A 366 Tipo B JIS G 3141 SPCC - SD SAE 1010
1	Tubo estructural redondo	JISG3132SPHT-1 ASTM A 569
4	Garruchas	1 ¾ " 40 Kg

Fuente: Grupo de investigación

4.15. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.

El procedimiento de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) es un documento que provee las directrices para realizar la soldadura con base en los requerimientos del código, proporciona igualmente la información necesaria para orientar al soldador u operador de soldadura y asegurar el cumplimiento de los requerimientos del código. Describe las variables esenciales, no esenciales y cuando se requiera, las variables suplementarias esenciales de cada procedimiento de soldadura. Debe estar firmado por el Inspector de Soldadura. El Código AWS tiene una serie de procedimientos precalificados, por lo cual cuando se va a soldar con base en este código es necesario únicamente cumplir con lo establecido en el código.

El Código ASME sección IX, Estándar para Calificación de Procedimientos de Soldadura, Soldadores y Operadores de Soldadura, da los lineamientos para desarrollar el procedimiento de soldadura.

Diseño de la Junta.

Ver QW-402 del ASME IX, debe indicarse el tipo de junta, las tolerancias dimensionales, material de refuerzo si aplica, y el tipo de material, si es una junta de bisel doble, el material de soldadura se considera refuerzo para el lado posterior.

4.15.1 Metal base.

El punto de la norma que rige el metal base es QW-403, y se refiere a las piezas de metal a unir, ya sea tubo o lámina, pueden ser del mismo tipo o de diferente tipo de material.

El código divide los tipos de material en Números P y Grupos .En el WPS debe detallarse como mínimo el Número P, el Grupo, el espesor o rango de espesores, el diámetro si es tubería.

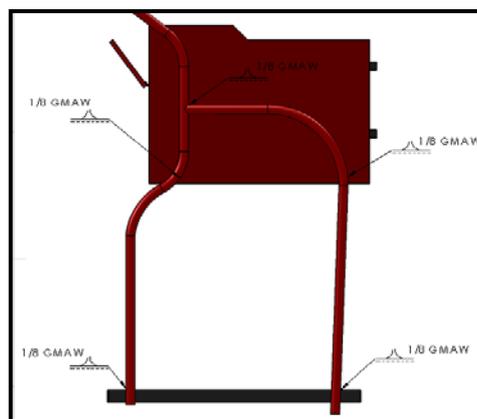
4.15.2 Posición.

Se especifica la posición en que se calificará el procedimiento, y por ende a los soldadores, especificando si es una junta en filete o a tope, y el sentido de progresión de la soldadura.

4.15.3 Variables.

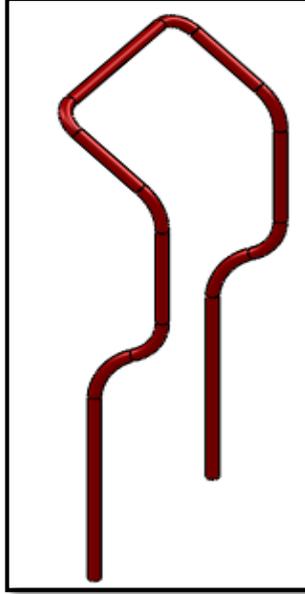
Durante el proceso de soldadura existen variables que se pueden modificar sin afectar la calificación del procedimiento estas se denominan variables no esenciales.

Las Variables esenciales son aquellas que si se modifican, el procedimiento debe ser recalificado; estas variables están directamente relacionadas con el proceso de soldadura seleccionado.

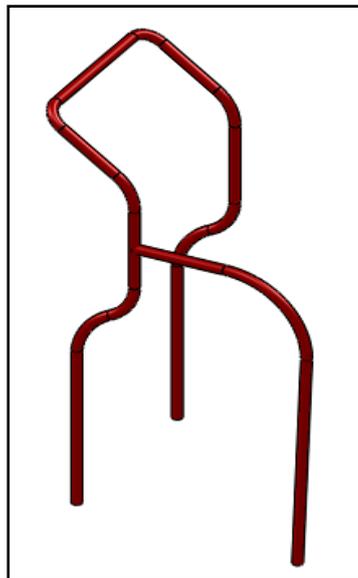


Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.13 Proceso de soldadura.

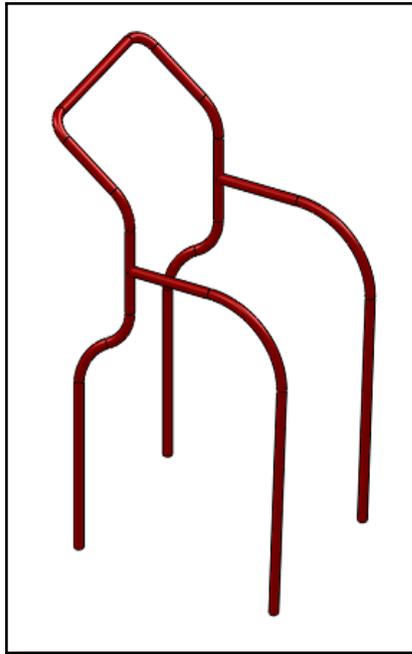
4.16. PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLAJE



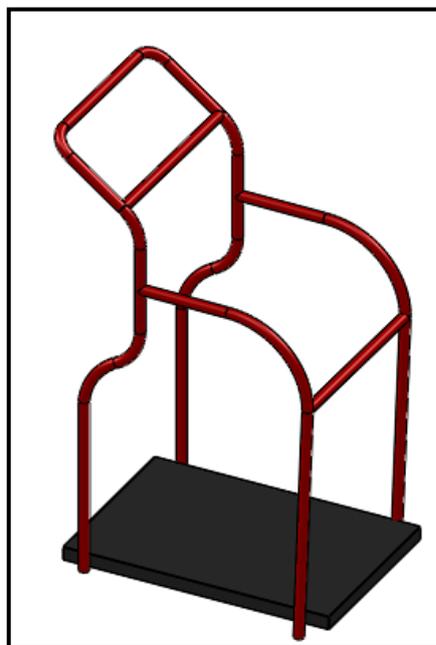
Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.14 Parte 1 estructura.



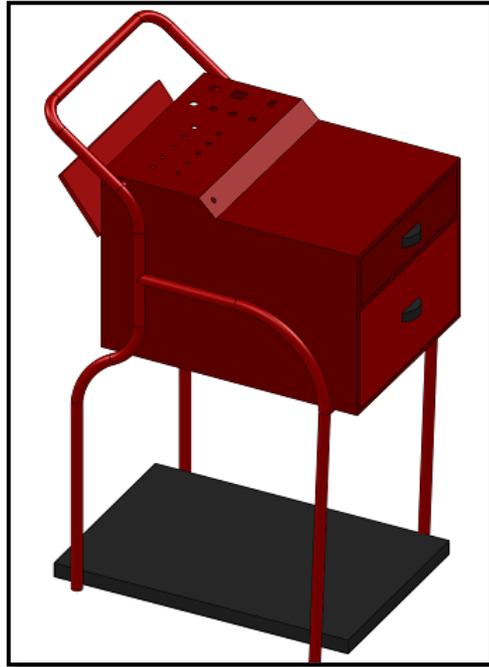
Fuente: Grupo de investigación.
Figura 4.15 Parte 2 estructura.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.16 Parte 3 estructura.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.17 Inserto del Piso de la estructura.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4.18 Ensamblaje final.

4.16. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA (WPS)

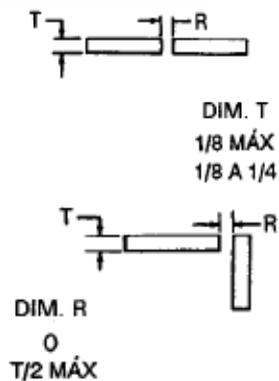
WPS N°: 01

Fecha: Viernes 25 de abril de 2013

Denominación: BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS

Proceso: GMAW

Método de Soldadura: Manual

<p>DISEÑO DE LA JUNTA</p> <p>Tipo de Sueda: Arco Metálico Protegido.</p> <p>Tipo de Junta: Uniones de surco redonda.</p> <p>Códigos: B y C.</p> <p>Tipo de Surco: Redonda</p> <p>Raíz: Abierta Apoyo(Material): No</p> <p>Material: Acero al Carbono de baja Aleación Código: ASTMA36</p> <p>Abertura de la Raíz: Ver Detalle</p>	<p>DETALLES DE LA JUNTA</p>  <p>DIM. T 1/8 MÁX 1/8 A 1/4</p> <p>DIM. R 0 T/2 MÁX</p>
<p>MATERIAL BASE</p> <p>Metal Base: ASTMA36 (Acero Baja Aleación)</p> <p>Espesor: T=1.3 mm</p>	<p>POSICIÓN</p> <p>Posición de Soldadura: Horizontal</p> <p>Progresión de Soldadura: Horizontal</p> <p>Código de la Posición de Soldadura: 2G</p>
<p>METAL DE APORTE</p> <p>Especificación: E6010A1</p> <p>Clasificación: AWSA5.1</p> <p>Composición Química: C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Va</p>	<p>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</p> <p>Corriente: DC</p> <p>Polaridad: Inversa</p> <p>Modo de Transferencia: Cortocircuito</p>
<p>Pre calentamiento material base</p> <p>Temperatura de pre calentamiento (min.): No</p> <p>Temperatura de pre calentamiento (máx.): No</p>	<p>Técnica</p> <p>Número de Pasadas: 1 pasadas</p> <p>Método de Oscilación: Pequeña Ondulación.</p> <p>Angulo: 75 grados con el eje.</p> <p>Limpieza entre pasadas: 01</p>

PROCESO DE SOLDADURA

Pasadas	Proceso	Aporte		Corriente	Voltaje	Velocidad
1	SMAW	E6010A1	A5.1	125A	100V	2mm/seg

CAPÍTULO 5

5. DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE Y TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

5.1. INTERFACES DE COMUNICACIÓN AUTOMOTRIZ.

Los sensores y actuadores forman el interface en el vehículo con sus complejas funciones de impulsión, frenado, tren de rodaje y carrocería, y las unidades electrónicas de control como unidades de procesamiento.

Ejemplo:

Sistemas de control del motor, regulación del acondicionamiento del aire

Por regla general hay en el sensor un circuito de adaptación que prepara las señales para que puedan ser leídas por la unidad de control.

El ámbito de la mecatrónica, en el que colaboran estrechamente componentes mecánicos, electrónicos y de procesamiento de datos, va ganando cada vez más importancia también en el área de los sensores. Estos se integran en módulos

Ejemplo:

Módulo de estanqueidad del cigüeñal con sensor de revoluciones

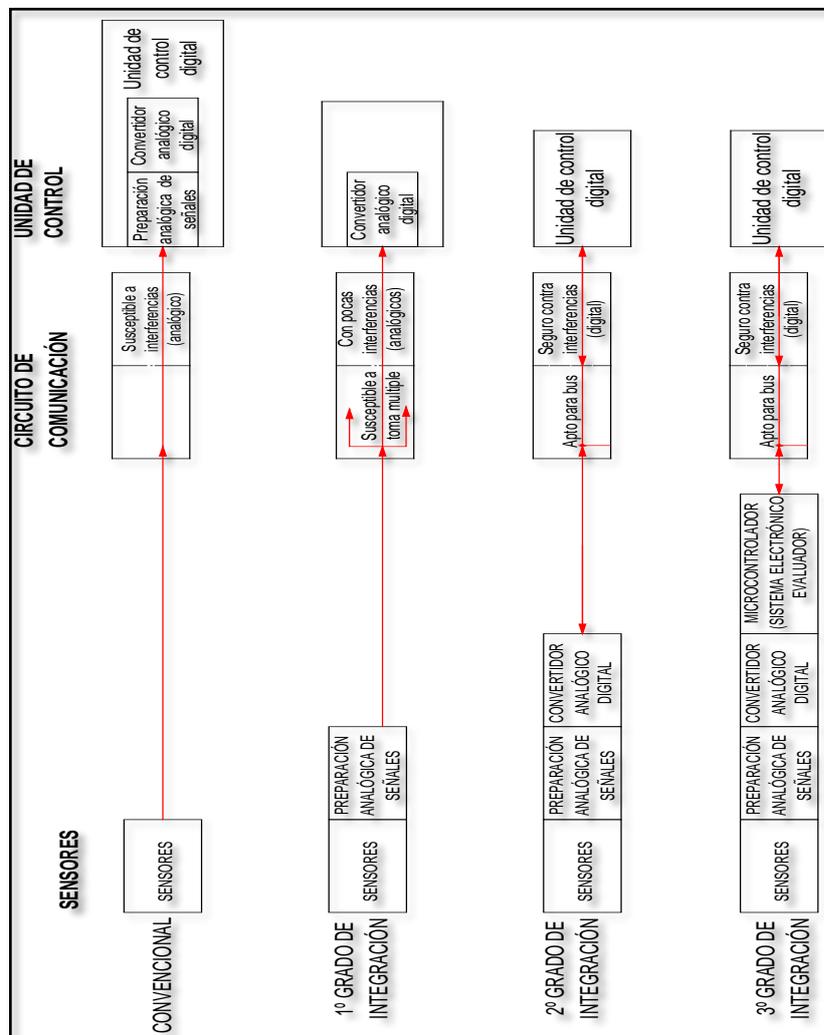
Los sensores son cada vez más pequeños. Asimismo deben ser cada vez más rápidos y precisos ya que sus señales de salida influyan

directamente en la potencia y el par motor, en las emisiones y en el comportamiento de marcha, así como en la seguridad del vehículo.

La preparación de señales.

La conversión analógico-digital.

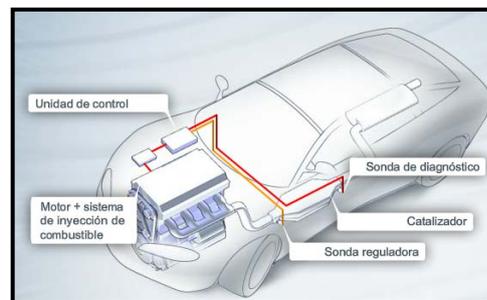
Las funciones de autocalibración y en el futuro, un microordenador para el procesamiento ulterior de las señales pueden estar ya incorporados en el sensor, según el grado de integración (figura 5.1). Eso tiene las siguientes ventajas.



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 5.1 Ubicación de la sonda lambda

Para que el convertidor catalítico funcione de un modo eficaz, es esencial que la proporción aire combustible de la cámara de combustión se controle muy rigurosamente. Es aquí donde la sonda lambda desempeña un papel fundamental.

Los vehículos actuales cuentan con al menos dos sondas lambda. Llevan una sonda reguladora de combustible delante del convertidor catalítico y desde el diagnóstico a bordo (OBD) está regulando y una sonda de diagnóstico detrás del convertidor catalítico



Fuente: www.nlc.com

Figura 5.2 Ubicación de la sonda lambda

Se requiere un menor volumen de cálculos en la unidad de control, un interface uniforme flexible y apto para bus para todos los sensores, aprovechamiento múltiple directo de un sensor a través del bus de datos, registro de efectos de medición pequeños y ajuste sencillo del sensor.

5.2. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA SONDA LAMBDA

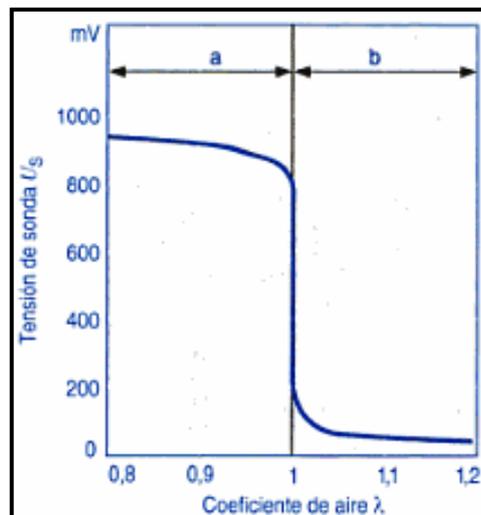
5.2.1 Sonda lambda de dos puntos

Según expresa Bosch R (2003), La sonda lambda de este tipo se utilizan en motores de gasolina dotados de una regulación lambda de dos puntos.

Las sondas están entradas en el tubo de escape y detectan simultáneamente el flujo de gases de escape de todos los cilindros.

El modo de funcionar se basa en el principio de la célula galvánica de concentración de oxígeno en combinación con un electrolito sólido.

Las sondas de dos puntos indican si los gases de escape proceden de una mezcla rica ($\lambda < 1$) o pobre ($\lambda > 1$). La curva característica de variación brusca (salto) de estas sondas permite regular la mezcla $\lambda = 1$ (figura 5.2).



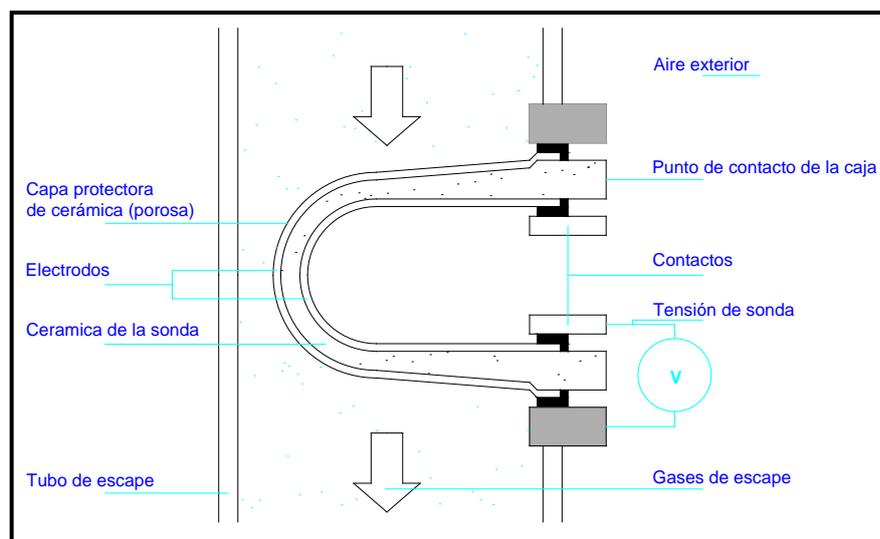
Fuente: Técnicas de gases de escape para motores a gasolina

Figura 5.3 Sonda lambda de dos puntos (curva característica de tensión para una temperatura de funcionamiento de 600° C)

5.2.2 Sonda digitiforme

El electrolito sólido está constituido por un cuerpo cerámico cerrado por un lado, estanco a los gases de dióxido de circonio estabilizado con óxido de itrio. Las superficies de la cerámica están provistas en ambos lados de electrodos realizados partiendo de una delgada capa porosa de platino.

El electrodo de platino en el lado externo, que está entrado en el tubo de escape, actúa como un pequeño catalizador: los gases de escape son objeto allí de un tratamiento ulterior catalítico y obtiene un equilibrio estequiométrico ($\lambda=1$). El lado expuesto a los gases ~~está~~ está cubierto adicionalmente de una capa de cerámica porosa (tipo espinela) que lo protege contra la suciedad. Un tubo metálico con varias ranuras protege el cuerpo cerámico contra esfuerzos mecánicos (golpes) y choques térmicos. El espacio interno abierto en el lado opuesto al de los gases de escape comunica con el aire exterior que constituye el gas de referencia (figura 5.4).

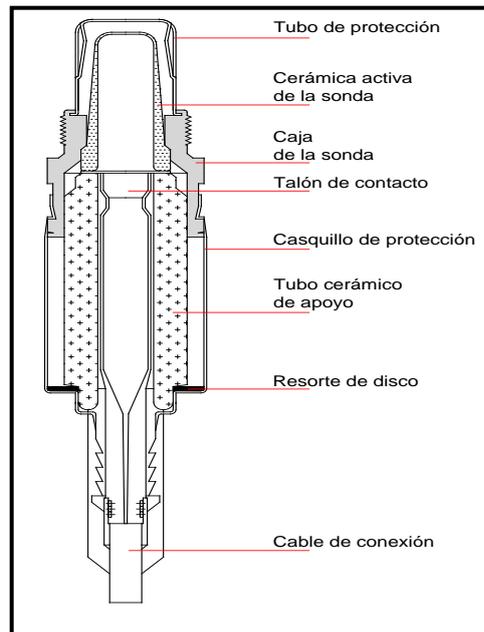


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.4 Disposición de una sonda digitiforme en el tubo de escape

5.2.3 Sonda digitiforme no calefaccionada LS21

Un tubo cerámico de apoyo y un resorte de disco sostienen el elemento cerámico activo digitiforme dentro de la caja de la sonda y aseguran su estanqueidad (figura 5.5).



Fuente: Grupo de investigación.

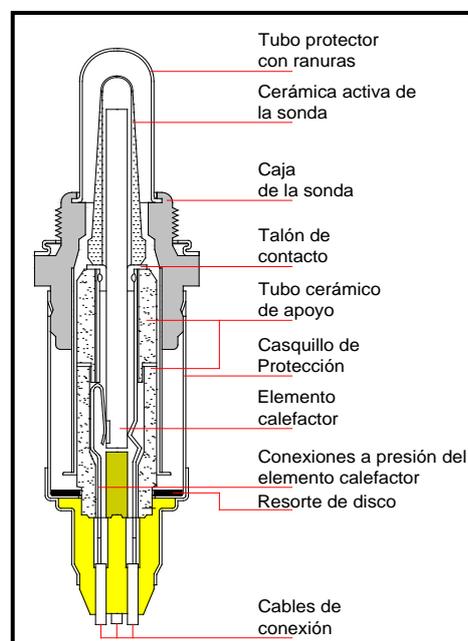
Figura 5.5 Sonda lambda digitiforme no calefaccionada

Un talón de contacto entre el tubo de apoyo y la cerámica activa de la sonda constituyen la unión eléctrica intermedia entre el electrodo interno y el cable de conexión. Un anillo metálico estanqueizante une el electrodo externo con la caja de la sonda. Un casquillo metálico de protección, que al mismo tiempo sirve de contra apoyo al resorte de disco, sostiene y fija toda la estructura interna de la sonda. Protege también el interior de la sonda contra la suciedad.

El cable de conexión está engarzado a presión en el talón de contacto que conduce al exterior y es protegido por una caperuza estable a la temperatura contra la humedad y deterioros mecánicos. Para que la cerámica de la sonda no esté expuesta a los residuos de combustión contenidos en los gases de escape, en el extremo sometido a estos la caja de la sonda está provista de un tubo de protección de forma especial. Las ranuras de este tubo están diseñadas de manera que garantizan una protección eficaz contra grandes esfuerzos térmicos y químicos.

5.2.4 Sonda digitiforme calefaccionada LSH24

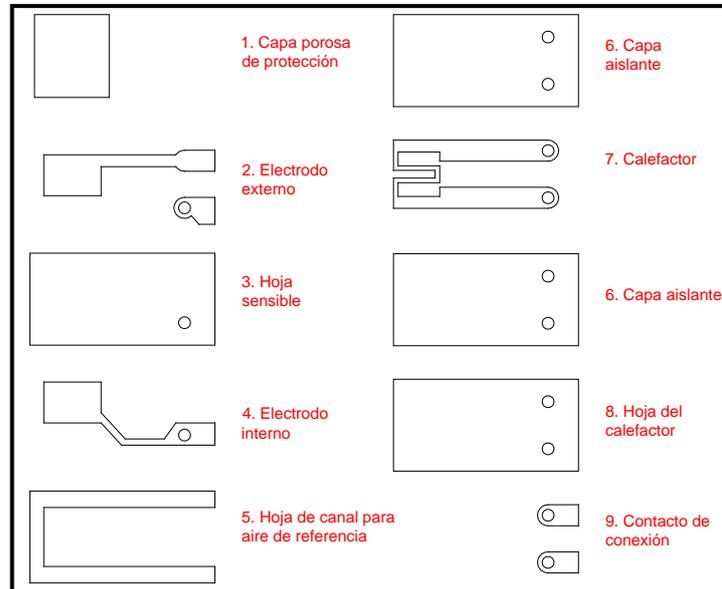
La sonda digitiforme calefaccionada posee adicionalmente un elemento calefactor. La temperatura de la cerámica es determinada por la calefacción eléctrica cuando la carga del motor es reducida (es decir, mientras la temperatura de los gases de escape es baja); a alta carga, por la temperatura de los gases de escape. La sonda digitiforme calefaccionada puede ser montada a una mayor distancia del motor, de manera que incluso un funcionamiento continuo a plena carga no plantea ningún problema. La calefacción externa proporciona un rápido calentamiento de la cerámica, alcanzándose la temperatura de servicio de ésta dentro de 20 a 30s después del arranque del motor, entonces disponible ya la regulación lambda. Por tener la sonda calefaccionada una temperatura constantemente óptima de funcionamiento, se consiguen emisiones de gases de escape bajas y estables.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.6 Sonda lambda digitiforme no calefaccionada

5.2.5 Sonda lambda planar.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.7 Sonda lambda planar (capas funcionales)

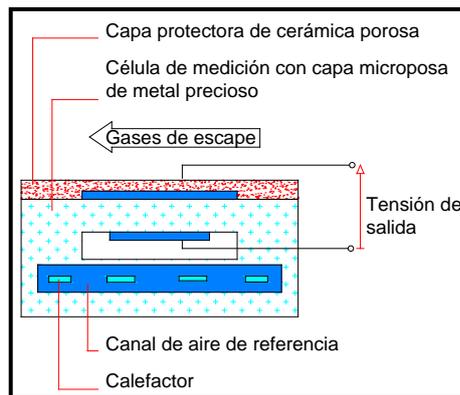
El modo de funcionamiento de las sondas planares corresponde al de las sondas digitiformes calefaccionadas con una variación brusca de la línea característica $\alpha\lambda=1$. El electrolito sólido se compone, sin embargo, de hojas de cerámica laminadas superpuestas. Un tubo de doble pared lo protege contra influencias térmicas y mecánicas.

La cerámica planar (que integra la célula de medición y el calefactor) tiene la forma de una plaquita alargada de sección rectangular. La superficie de la célula de medición está provista de una capa microporosa de metal precioso.

En el lado recorrido por los gases de escape, esta capa está recubierta adicionalmente por una capa protectora de cerámica porosa, para impedir daños por efectos por efecto de erosión causada por los residuos contenidos en los gases de escape.

El calefactor está constituido por un serpentín que contiene metal precioso; está integrado, de modo aislado, en la plaquita cerámica y asegura un calentamiento rápido de la sonda.

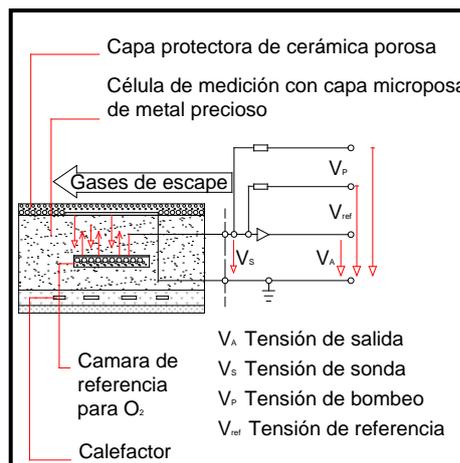
Mientras que la cámara de referencia en el interior de la sonda LSF4 (figura 5.8), comunica con el aire ambiente.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.8 Sonda lambda planar LSF4

La sonda LSF8 (figura 5.9) contienen una cámara de referencia de oxígeno hermética hacia el exterior.



Fuente: Grupo de investigación

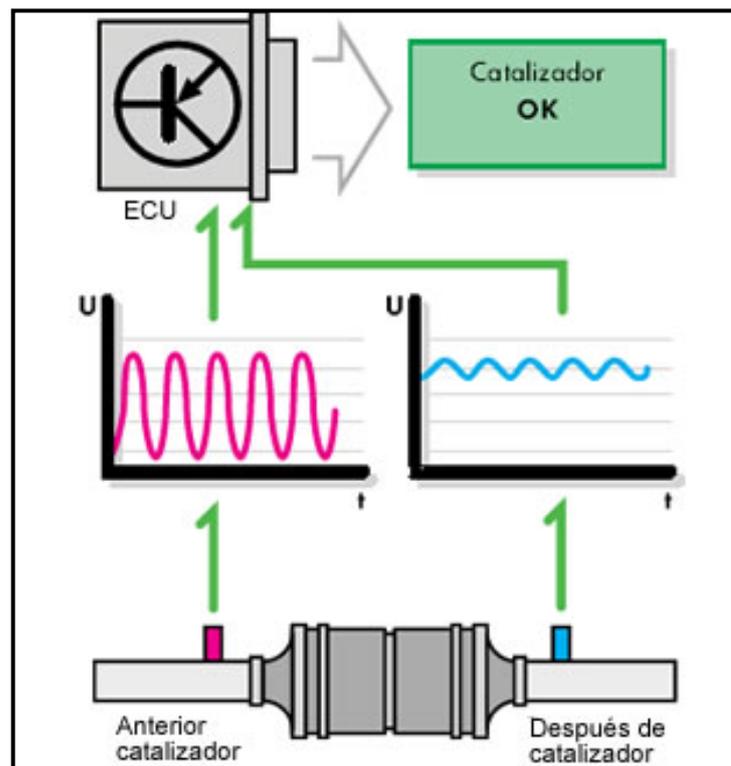
Figura 5.9 Sonda lambda planar LSF8

5.3. POSICIONAMIENTO DE LAS SONDAS LAMBDA

El posicionamiento de las sondas lambda en el sistema de escape posee una gran importancia para la regulación de los gases de escape.

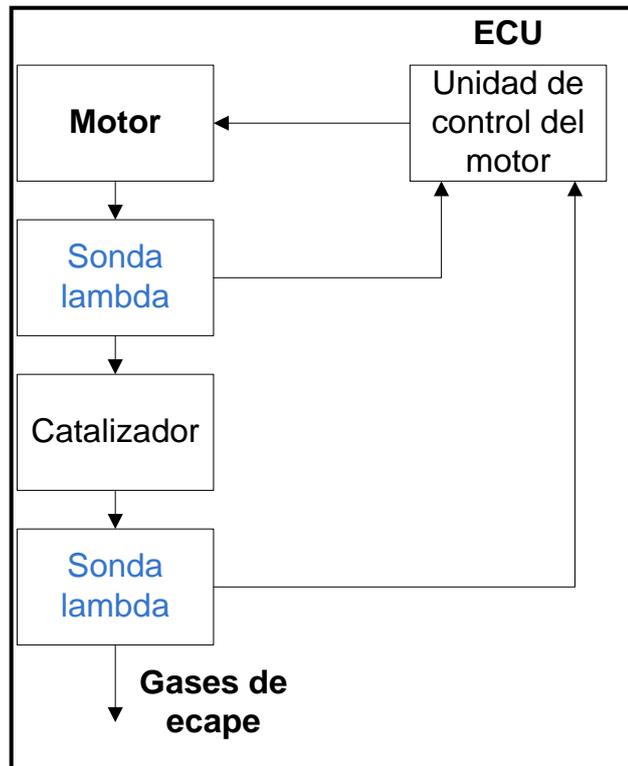
Las sondas están expuestas a altos niveles de suciedad en los gases de escape. Después del catalizador, la sonda resulta menos expuesta a suciedad.

Sin embargo, debido a los largos recorridos de los gases de escape, sería demasiado lenta la reacción de la regulación lambda si se instalara una sola sonda después del catalizador.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.10 Señales de la sonda lambda.



Fuente: Grupo de trabajo

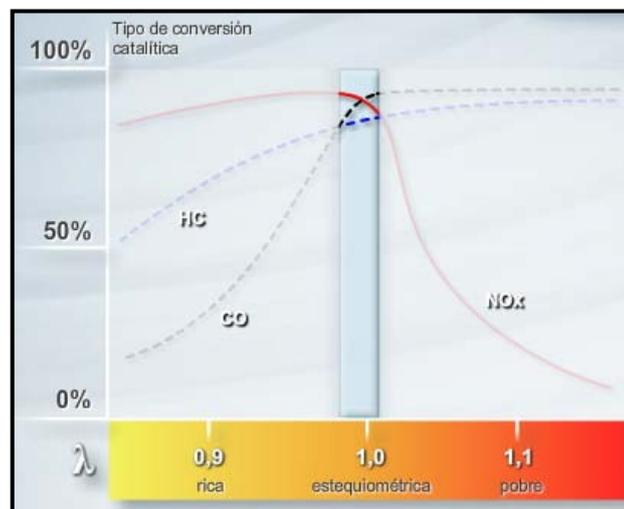
Figura 5.11 Trabajo de la sonda lambda

Si la alimentación del motor se mantiene dentro de un margen muy reducido en torno a la mezcla estequiométrica ($\lambda=1$), el catalizador de tres vías puede disminuir las emisiones nocivas de monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx) es más del 95 por ciento. Los hidrocarburos no quemados también se oxidan eficazmente y generan dióxido de carbono y vapor de agua.

Si el motor funciona con una mezcla rica ($\lambda>1$), se reduce el tipo de conversión:

En concreto, la emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos aumenta considerablemente.

Si el motor funciona con una mezcla pobre ($\lambda < 1$), el tipo de conversión de óxidos de nitrógeno se reduce en gran medida y la contaminación ambiental aumenta notablemente.



Fuente: www.ngk.com

Figura 5.12 Trabajo de la sonda lambda

5.4. ADQUISICIÓN DE DATOS.

5.4.1 Introducción

Según Muñoz D, (2010). En el presente proyecto se desea visualizar, comparar y realizar cálculos de valores inmersos en el estudio de los gases de escape, de manera que se pueda evaluar el comportamiento de un convertidor catalítico y sensores en forma didáctica.



Fuente: Grupo de investigación

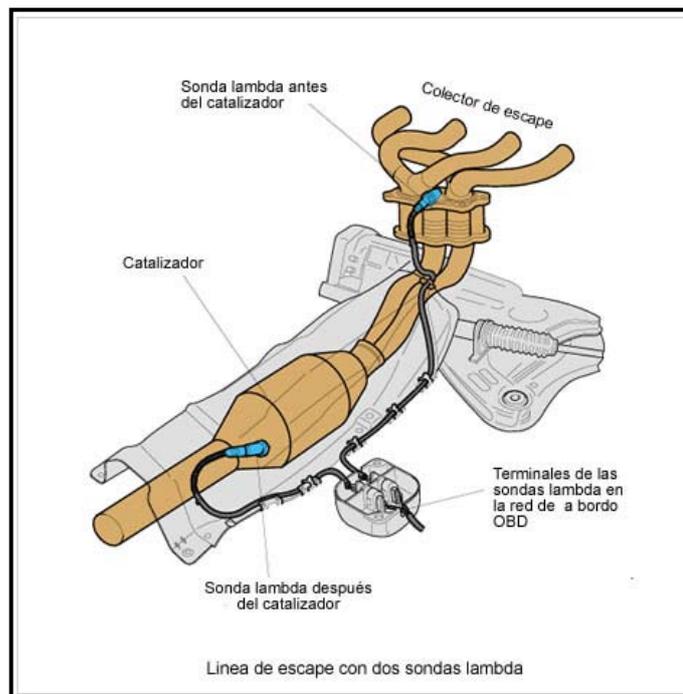
Figura 5.13 Esquema gráfico del software

“Esta etapa se refiere a la forma de como las variables manipuladas en el experimento pueden llegar a plasmarse como datos en un computador, es así que en primer lugar se debe detallar que variables se van a censar.

En primera instancia se determinara el tipo de sensor que se va a evaluar lo que incluye el número de terminales, identificación de cada uno de ellos, posición, etc.

Una vez identificado el sensor se montara sobre el banco de pruebas con la finalidad de empezar con la lectura de parámetros.

El banco de pruebas registrara tanto la lectura del sensor a evaluar como la de un sensor propio del banco que servirá como patrón comparativo.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 5.14 Esquema de conexiones sondas banco

El sistemas proporcionan la facilidad de comunicarse de manera serial con otros dispositivos al igual que lo hace una computadora con una impresora, es decir que el medio con el cual se adquirirán los datos será atreves del puerto serial del CPU.” (Pág.2)

5.4.2 Comunicación Serial.

La comunicación serial consiste en el envío de un bit de información de manera secuencial, esto es, un bit a la vez y a un ritmo acordado entre el emisor y el receptor. La comunicación serial en computadores ha seguido los estándares definidos en 1969 por el RS-232 (Recommended Standard 232) que establece niveles de voltaje, velocidad de transmisión de los datos, etc. Por ejemplo, este protocolo establece un nivel de -12V como un uno lógico y un nivel de voltaje de +12V como un cero lógico (por su parte, los microcontroladores emplean por lo general 5v como un uno lógico y 0V como un cero lógico).

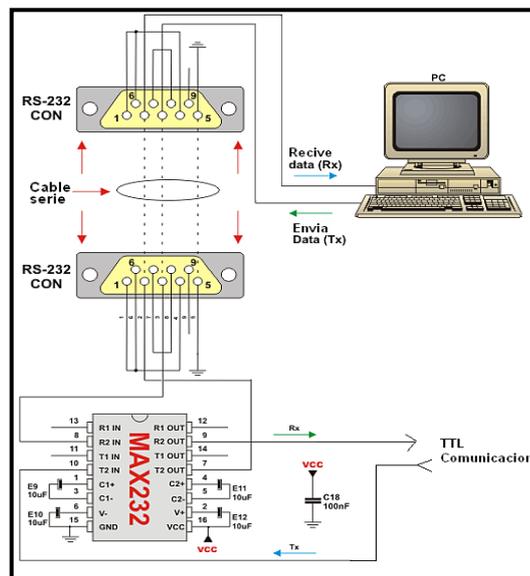


Figura 5.15 Esquema de conexiones sondas banco

Fuente: www.mikroe.com/eng/chapter/view/87/libro-de-los-microcontroladores

Según Muñoz D, (2010). Existen en la actualidad diferentes ejemplos de puertos que comunican información de manera serial (un bit a la vez). El conocido como “puerto serial” ha sido gradualmente reemplazado por el puerto USB (Universal Serial Bus) que permite mayor versatilidad en la conexión de múltiples dispositivos. Aunque en naturaleza serial, no suele referenciarse de esta manera ya que sigue sus propios estándares y no los establecidos por el RS-232.

Luego de definir el medio de comunicación entre los diferentes dispositivos y el computador es necesario establecer el lenguaje que se utilizará para ello, es decir el protocolo de comunicación.

Si bien la es cierto que como se trata de un experimento se podría elaborar una protocolo de comunicación propio, existen ya varias alternativas conocidas tanto en el mercado como industrialmente para el envío y recepción de datos tales como Modbus, Profibus, Ethernet, etc.

Es así que se ha elegido el protocolo ASCII el cual es uno de los más usados especialmente para comunicarse con dispositivos de impresión.

5.4.3 Código ASCII.

ASCII (acrónimo inglés de American Standard Code for Information Interchange) Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información, es un código de caracteres basado en el alfabeto latino, tal como se usa en inglés moderno y en otras lenguas occidentales.

El código ASCII fue creado en 1963 por el Comité Estadounidense de Estándares (ASA, conocido desde 1969 como el Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales, o ANSI) como una refundición o evolución de los conjuntos de códigos utilizados entonces en telegrafía. Más tarde, en

1967, se incluyeron las minúsculas, y se redefinieron algunos códigos de control para formar el código conocido como US-ASCII.

El código ASCII utiliza 7 bits para representar los caracteres, aunque inicialmente empleaba un bit adicional (bit de paridad) que se usaba para detectar errores en la transmisión.

En la actualidad define códigos para 33 caracteres no imprimibles, de los cuales la mayoría son caracteres de control obsoletos que tienen efecto sobre como se procesa el texto, más otros 95 caracteres imprimibles que les siguen en la numeración (empezando por el carácter espacio).

Casi todos los sistemas informáticos actuales utilizan el código ASCII o una extensión compatible para representar textos y para el control de dispositivos que manejan texto como el teclado.

No deben confundirse los códigos ALT+ número de teclado con los códigos ASCII.

De todo lo expuesto establece que se necesita de un software capaz de comunicarse de manera serial, que pueda entender el protocolo ASCII y además cuente con las herramientas necesarias para realizar las tareas requeridas.

De las diferentes opciones entre los software el que más destaca por su versatilidad y fácil manejo es LABVIEW de National Instrument , el mismo que permitirá realizar las tareas requeridas pues cuenta con herramientas gráficas, de cálculo, y de comunicación con diversos dispositivos.

5.4.4 Desarrollo del software en LabVIEW.



Figura 5.16 Icono de LabVIEW.

Fuente: www.danielmunoz.com.ar/blog/category/labview/page/2/

Según LabVIEW es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

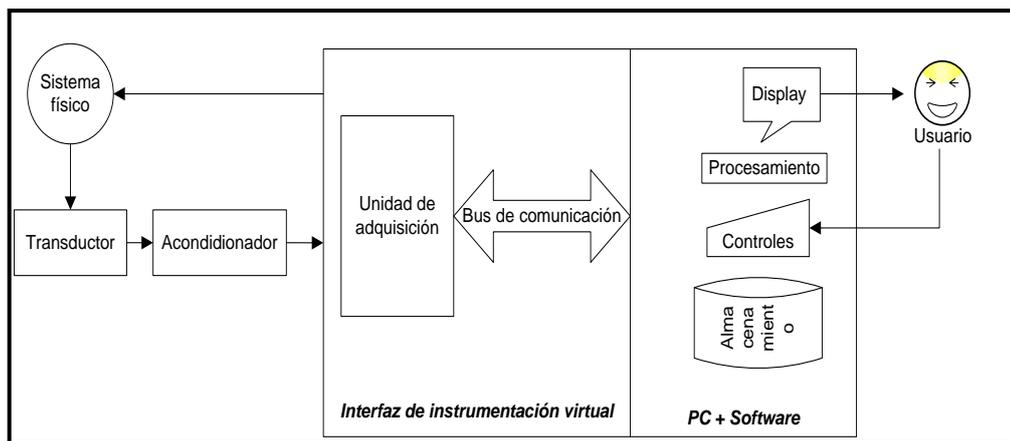
Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y GNU/Linux. La última versión es la 2011.

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida

Este programa permite realizar aplicaciones de todo tipo no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño sino orientada a la informática y a profesionales de cualquier otro campo. LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes pues maneja una amplia gama de protocolos y puertos.

Los programas desarrollados en LABVIEW son denominados instrumentos virtuales o VI's debido a su similitud con los instrumentos físicos. LABVIEW contiene un conjunto de VI's y funciones para adquirir, analizar, desplegar y almacenar datos, así como herramientas para desarrollo de código.

El instrumento virtual es definido como una capa de software y hardware que se le agrega a un PC en tal forma que permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando su propio instrumento electrónico "hecho a la medida"(Pág.2)



Fuente: www.danielmunoz.com.ar/blog/category/labview/page/2/

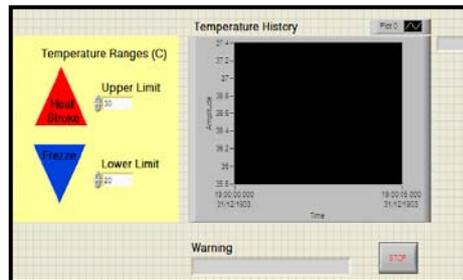
Figura 5.17 Diagrama en bloques de un instrumento virtual VI cuya función es la adquisición de datos.

5.5. INSTRUMENTOS VIRTUALES Y SUS PARTES.

Los programas desarrollados en LABVIEW son denominados instrumentos virtuales o VI's debido a su similitud con los instrumentos físicos.

LABVIEW contiene un conjunto de VI's y funciones para adquirir, analizar, desplegar y almacenar datos, así como herramientas para desarrollo de código, un VI está conformado por las siguientes partes:

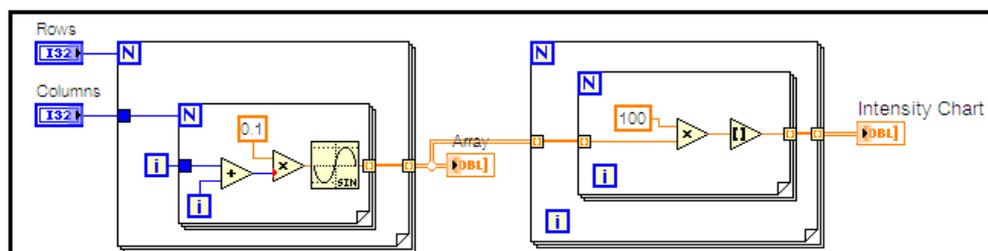
5.5.1 Panel Frontal



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.18 Panel frontal de un VI

5.5.2 Diagrama de Bloques

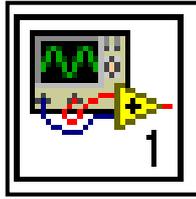
Contiene el código gráfico correspondiente a los elementos colocados en el panel frontal.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.19 Diagrama de bloques de un VI

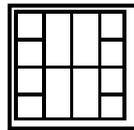
5.5.3 Panel de Ícono/Conector

Cada VI despliega un ícono mostrado tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Este ícono puede ser editado a voluntad del programador.



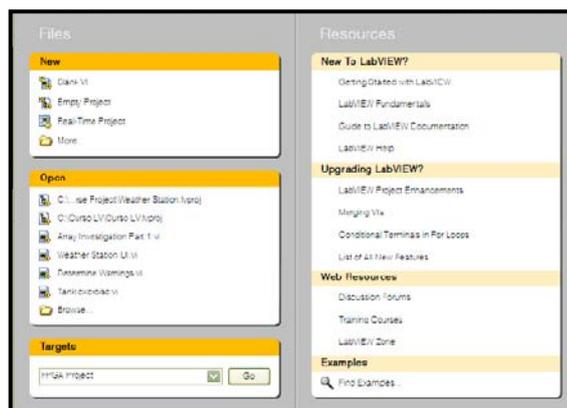
Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.20 Icono conector

Cuando usamos un VI dentro de otro VI, el primer VI es llamado SubVI, y debe tener un panel conector que especifique las entradas y salidas que necesita.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.21 Icono SubVI

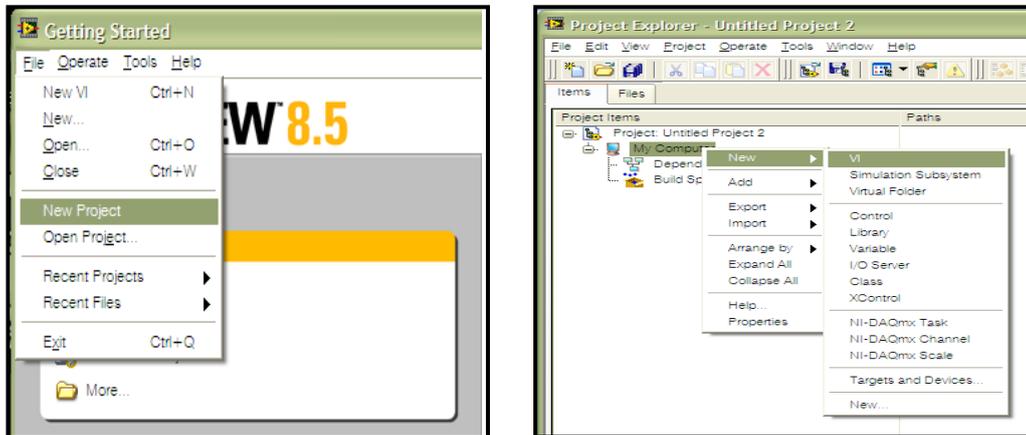
Al iniciar LABVIEW se despliega la ventana **GettingStarted**, la cual permite crear un nuevo VI, crear un proyecto, abrir VI's o proyectos existentes, etc. La ventana **GettingStarted** desaparece cuando abrimos o creamos un VI o un proyecto.



Fuente: Grupo de investigación.
Figura 5.22 Ventana GettingStarted.

5.5.4 Creación de un proyecto

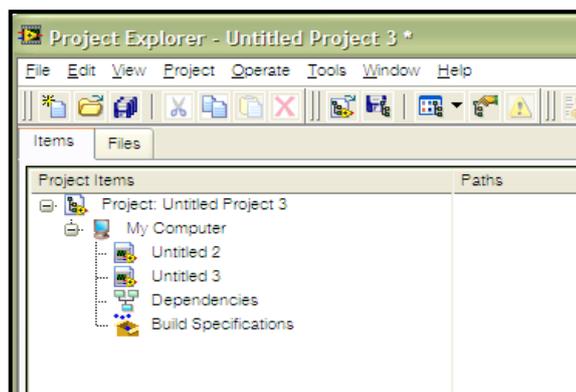
Creando y explorando un Proyecto



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.23 Iniciando un proyecto en LabVIEW

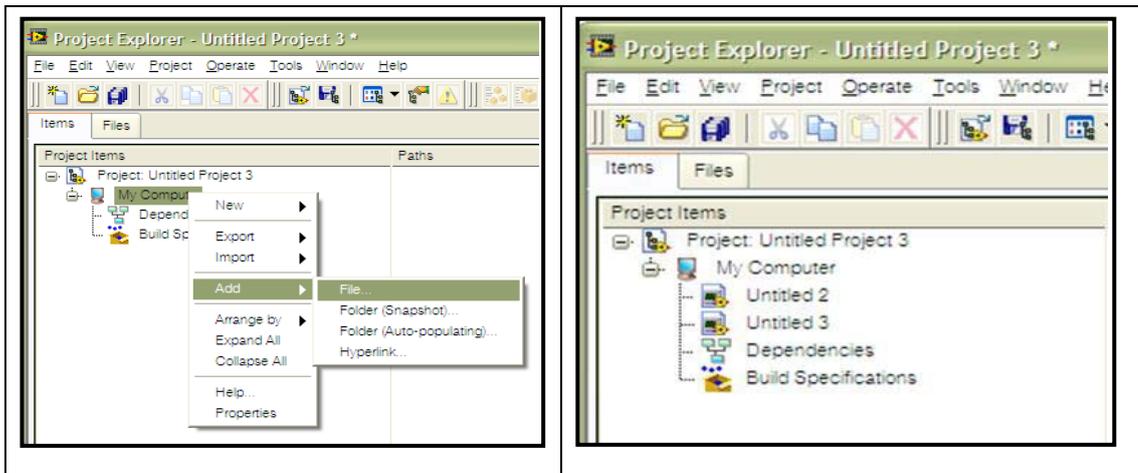
Un proyecto agrupa archivos LABVIEW, permite la creación de aplicaciones, librerías, instaladores, etc.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.24 Librerías en LabVIEW

Un proyecto puede contener archivos creados desde el explorador de proyectos añadidos desde otra ubicación.

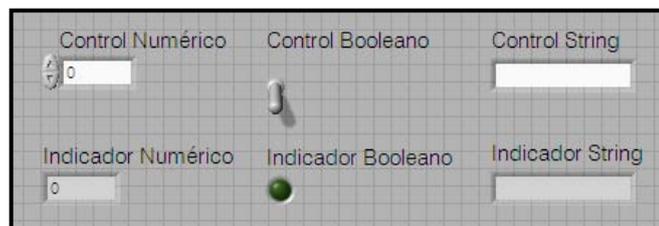


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.25 Librerías en LabVIEW

5.5.5 Panel Frontal

El panel frontal contiene controles e indicadores que sirven para desarrollar la interfaz de usuario.

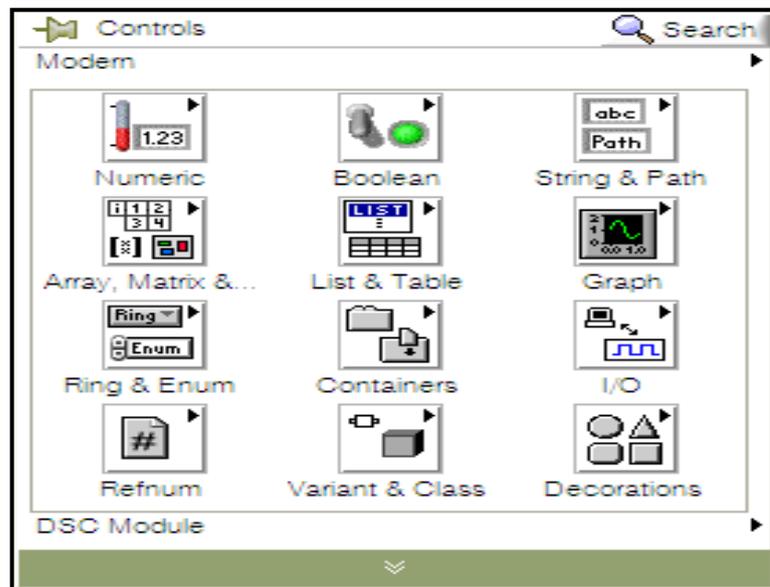


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.26 Panel frontal

5.5.6 Paleta de Controles

Contiene todos los íconos de controles e indicadores para el desarrollo de la interfaz de usuario. Los controles e indicadores más usados están en la subpaleta “**Modern**”.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.27 Paleta de controles

5.5.7 Barra de Herramientas

	Run (simulación detenida)
	Run (VI en ejecución)
	RunContinuously
	AbortExecution
	Pause
	Íconos de distribución de elementos.

Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.28 Paleta de controles

5.5.8 Diagrama de Bloques

En el diagrama de bloques no solo se muestran los íconos correspondientes a los elementos colocados en el Panel Frontal, sino también las diferentes funciones, constantes, estructuras y cables utilizados en la construcción del código o programa.

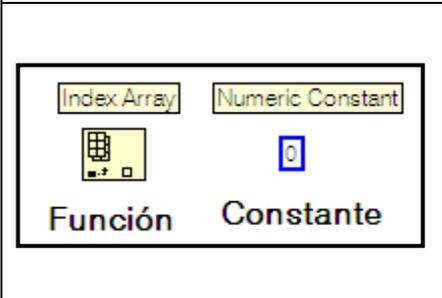
Cada elemento del diagrama de bloques tiene terminales de entrada y/o salida.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.29 Diagrama de bloques

Los elementos del Panel Frontal pueden ser vistos en el diagrama de bloques como ícono o como el tipo de dato que representan.

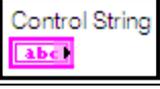
 <p>Thermometer icon and Thermometer data type (DBL) representation.</p>	<p>(Clic derecho sobre el ícono y cambiar la opción "View as Icon")</p> <p>Las funciones, constantes, SubVI's del Diagrama de Bloques, no tienen representación en el Panel Frontal.</p>
 <p>Index Array function icon and Numeric Constant representation.</p>	

Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.30 Funciones de un VI's

5.5.9 Tipos de Datos

Los datos usados en LABVIEW tienen un color y un tipo de cable característicos.

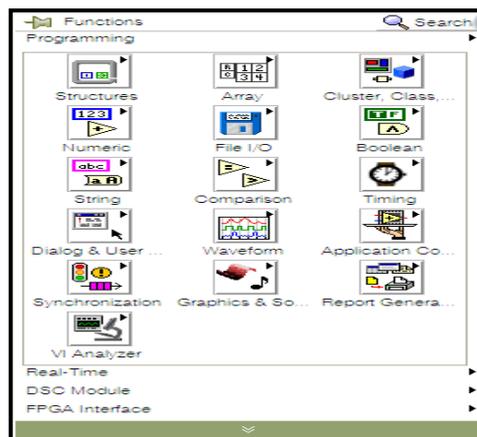
 Control Booleano	Booleanos
 Control Numérico 2	Enteros de 32 bits
 Control Numérico	Doble Precisión (punto flotante)
 Control String	Strings (cadena de caracteres)

Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.31 Funciones de un VI's

5.5.10 Paleta de Funciones

Contiene los VI's, funciones y constantes usadas para construir el código en el diagrama de bloques. Las funciones más usadas están en la subpaleta **"Programming"**.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.32 Paleta de funciones

5.5.11 Barra de Herramientas

A más de los íconos comunes al Panel Frontal, el diagrama de Bloques tiene íconos que permiten administrar la simulación del código.

	Highlight Execution
	Retain Wire Values
	Step Into / Step Over / Step Out

Fuente: Grupo de investigación.

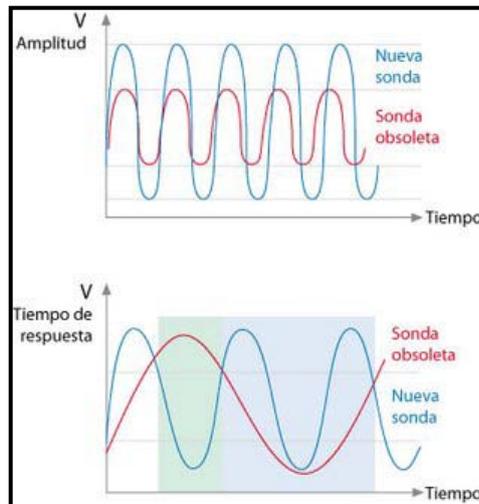
Figura 5.33 Paleta de funciones

Una vez vista la estructura que compone una aplicación en LABVIEW y de una breve reseña de la implementación de esta, el siguiente paso es definir el tipo de análisis y tratamiento que se le dará a las señales recogidas por el programa.

5.5.12 Análisis de Datos.

Visualización.

Luego de obtener un conjunto de datos es necesario mostrarlos de una forma ordenada de tal manera que guarde relación con la secuencia de la práctica. Adicionalmente para una comprensión mejor del proceso se incorporará indicadores gráficos que reaccionen de igual forma que las variables censadas, sin olvidar las gráficas comparativas de voltaje versus tiempo.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.34 Análisis de datos

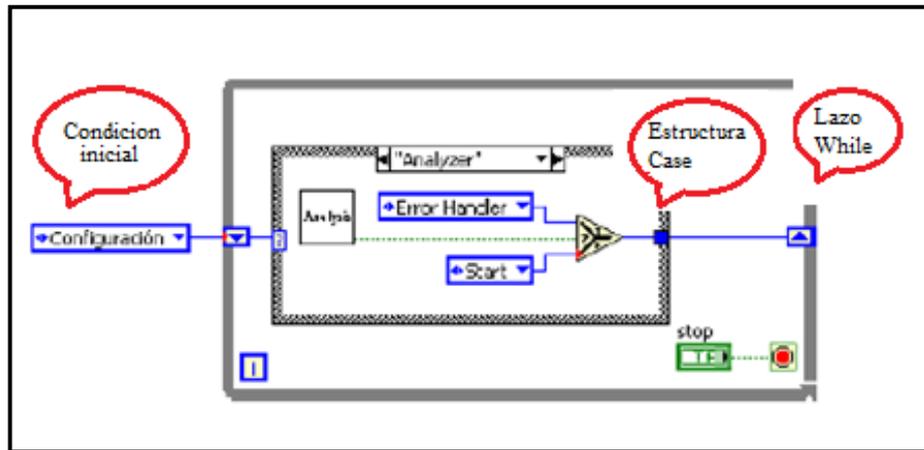
En este punto es necesario recalcar que los controles e indicadores deben formar una pantalla accesible al usuario, es decir que el programa deberá contar con el mínimo de controles posibles que permitan realizar todas las tareas concernientes al análisis.

Para lograr una dar una secuencia de ejecución ordenada del proceso se dispondrá de una serie de pantallas que aparecerán secuencialmente con el fin de ir recolectando y mostrando la información gradualmente para tener una mejor asimilación de la práctica por parte del usuario.

5.5.13 Estructura del software.

Para realizar algoritmo eficiente que cumpla con todas las funciones requeridas se ha optado por implementar una estructura de programación denominada máquina de estados la cual es una mezcla de funciones propias del programa que permitirán dividir al proceso por etapas de tal forma estas se ejecuten una tras otra en un orden pre establecido en base

a condiciones dadas por el programador en base a las necesidades del usuario.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.35 Máquina de estados

En el lenguaje de bloques usado por Labview una Máquina de Estados consiste en hacer que dentro de un lazo While que permite hacer continuo todo lo que en este se encuentre, se generen un número de casos (estructura case) que puedan ser comandados por un mando externo (enum) en base a funciones integradas en un caso previo o en condiciones iniciales.

Esta forma de programación no solo nos permite realizar el proceso por etapas sino también manejar de mejor manera los datos pues la escritura, lectura y análisis solo realizan cuando es necesario y no constante mente, lo que conlleva que los recursos del computador puedan destinarse a otras tareas, y el programa no sea muy pesado.

Una vez descrita la forma en que se va a operar, es necesario determinar las etapas que el programa va a tener dando como resultado la siguiente estructura.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.36 Diagrama de flujo del software.

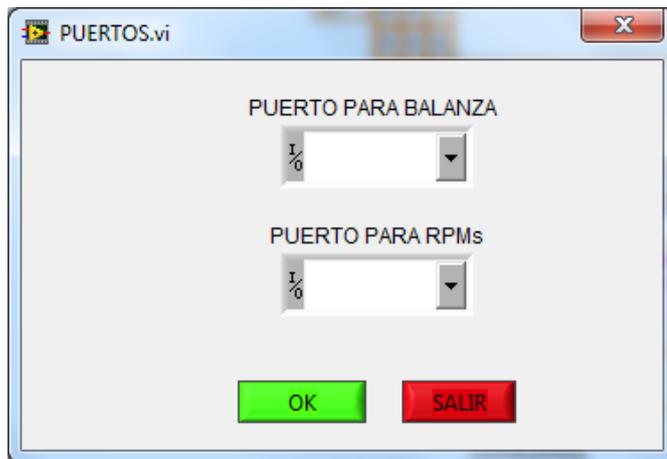
Cabe mencionar que se dejara el espacio para operaciones y pasos intermedios como tiempos de espera, confirmaciones de fin de etapa, y alarmas.

Es entonces que el programa se compone de la siguiente manera:

5.5.14 Condiciones Iniciales.

En esta parte del programa se definen los valores con los que el programa arranca, los cuales solo se leen una sola vez y que luego pueden ser cambiados según las necesidades. Entre estos tenemos:

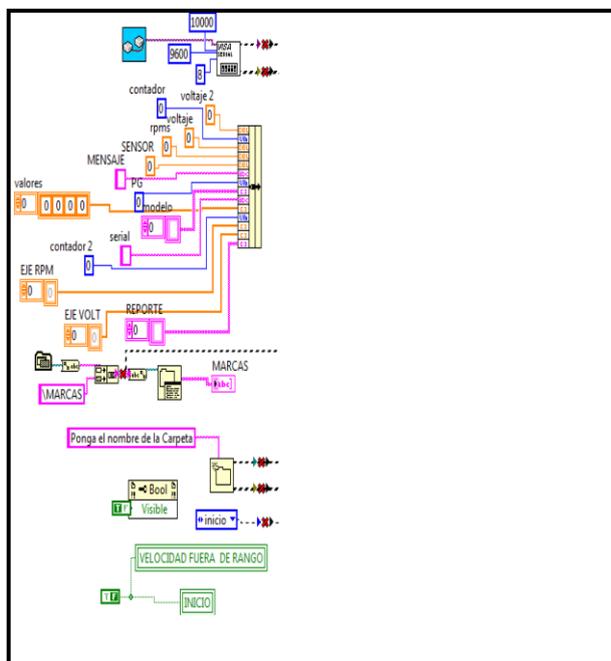
- Configuración de los puertos de comunicación serial que consiste en definir la velocidad de comunicación, la identificación del puerto y bits de parada (9600kbps; COM1, 2,3; 1, 2), Es importante destacar que para la designación de los puertos se dispondrá de una pantalla que se mostrara en el arranque del programa.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.37 Selección de puertos.

- Definición de constantes, valores por default, y espacio de memoria para variables y arreglos para cálculos posteriores.
- Creación y lectura de archivos de donde se obtendrá y se escribirá respectivamente los datos relacionados con el análisis.

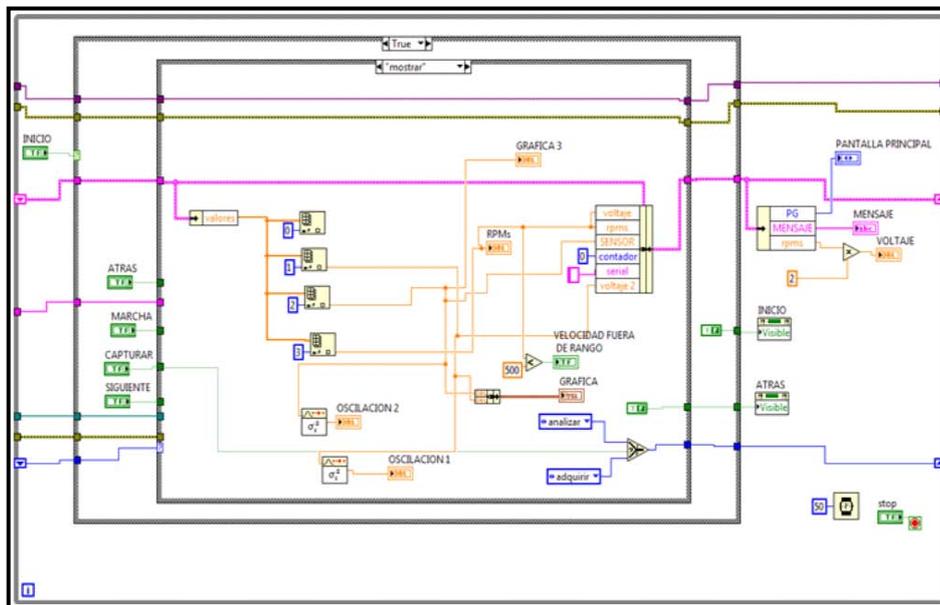


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.38 Diagrama de bloques de VI condiciones iniciales del software

5.5.15 Lazo Principal.

Esta parte del programa que se encuentra a continuación de las condiciones iniciales se encuentra constituida por un lazo principal que permitirá ejecutar el programa de manera continua, dentro de este se encuentra todas las etapas que el programa seguirá durante su funcionamiento así como subrutinas y sub VIs necesarios en ciertas partes del programa.

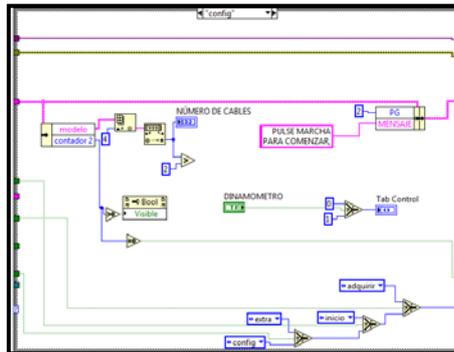


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.39 Diagrama de bloques de VI de lazo principal del software

5.6. CONFIGURACIÓN

Esta es la primera etapa perceptible al usuario pues en esta se pide introducir datos de la práctica tal como el modelo del automotor, nombres y valores que se registraran posteriormente. Adicionalmente se enceran contadores y valores inmersos en visualización

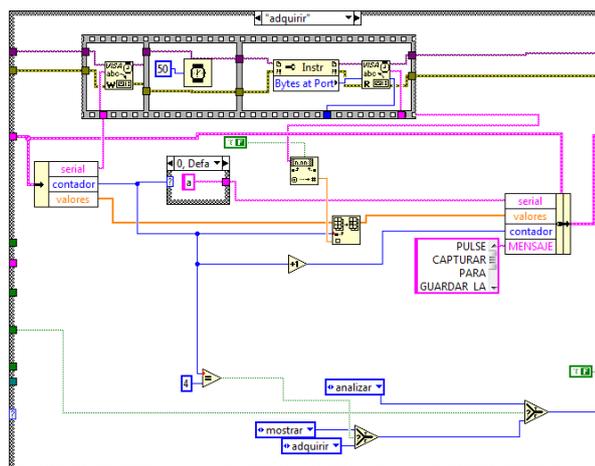


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.40 Diagrama de bloques de VI de adquisición de datos del software

5.6.1 Adquisición de datos.

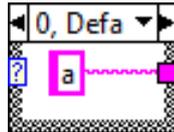
Siguiendo con la secuencia del programa luego de configurar el puerto de comunicación es necesario elaborar un arreglo tanto para la escritura como para la lectura de los datos de la tarjeta de adquisición, este arreglo se encuentra dentro del lazo principal pues debe la lectura y escritura de datos se realiza continuamente.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.41 Diagrama de bloques de VI de adquisición de datos del software

Hay que tomar en cuenta que para diferenciar los datos es necesario enviar una secuencia de caracteres hacia la tarjeta de adquisición la misma que devolverá los valores censados correspondientes a cada sensor.



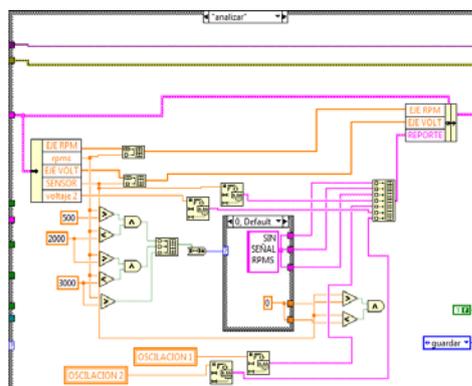
Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.42 Diagrama de bloques de VI

Nótese que es aquí que se usa los caracteres aquí de letras y números que luego son interpretados tanto por el microcontrolador como por la interface hombre máquina.

5.6.2 Análisis de datos.

Una vez que los datos son almacenados en un espacio de memoria denominado array es necesario separar las señales y transfórmalas en valores que el usuario pueda interpretar en la etapa de visualización.

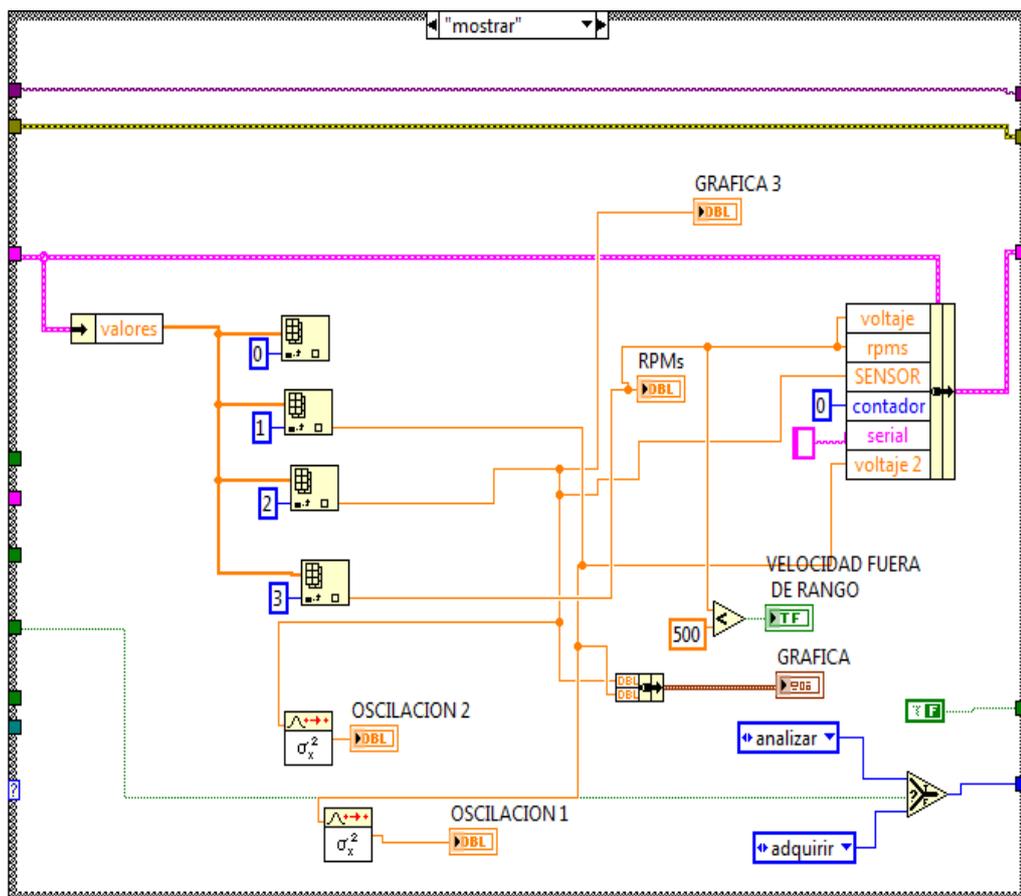


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.43 Diagrama de bloques de VI de análisis de datos del software

3.6.3 Visualización.

El resultado de las señales obtenidas debe ordenarse y calibrarse de tal forma que estos datos se muestren en indicadores gráficos y numéricos para lo cual se ha dispuesto un espacio exclusivo dentro del lazo.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.44 Diagrama de bloques de VI de visualización

En este punto es necesario recalcar que los controles e indicadores deben formar una pantalla interactiva accesible al usuario, es decir que el programa deberá contar con el mínimo de controles posibles que permitan realizar las tareas concernientes al análisis.

Para lograr una secuencia de ejecución ordenada del proceso se dispondrá de una serie de pantallas con el fin ir recolectando y mostrando la información gradualmente para tener una mejor asimilación de la práctica por parte del usuario.

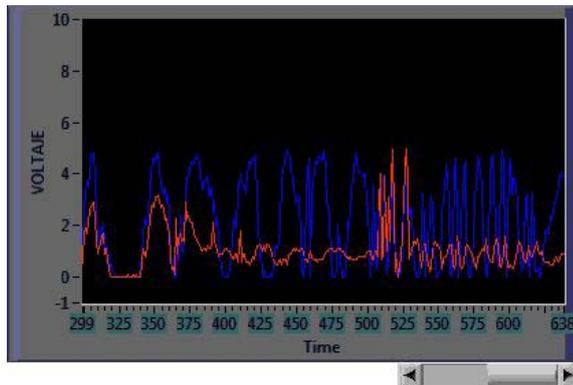


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.45 Pantalla de presentación del software

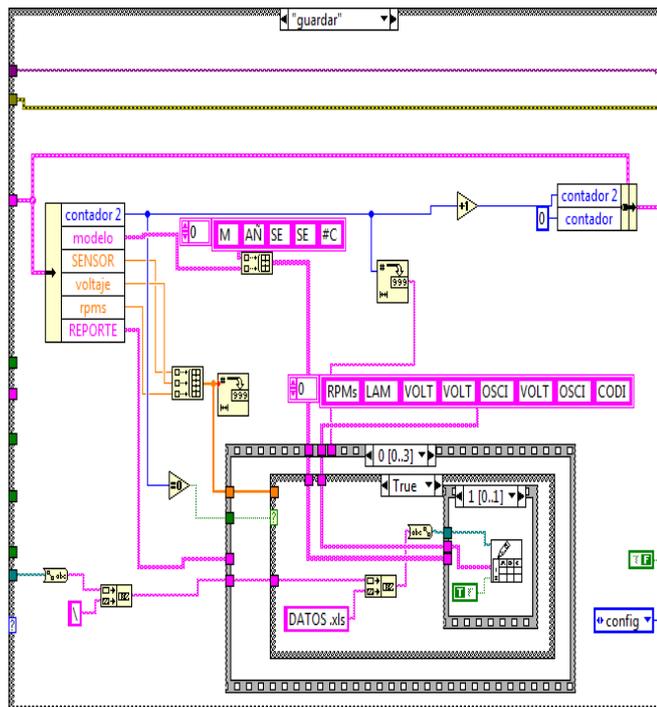
5.6.4 Guardar.

Si el usuario desea guardar los datos tanto de las graficas como los valores de las señales se ha dispuesto una sección que genera un archivo que incluye una hoja de cálculo con valores de los valores medidos y graficas de las señales de los sensores.



Fuente: Grupo de investigación.

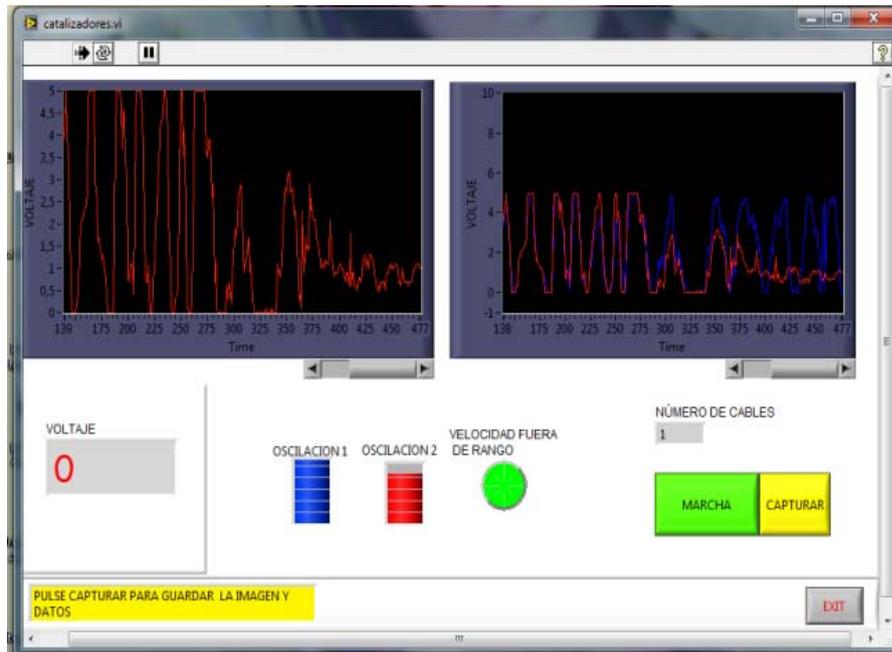
Figura 5.46 Pantalla de presentación de gráficas



Fuente: Grupo de investigación.

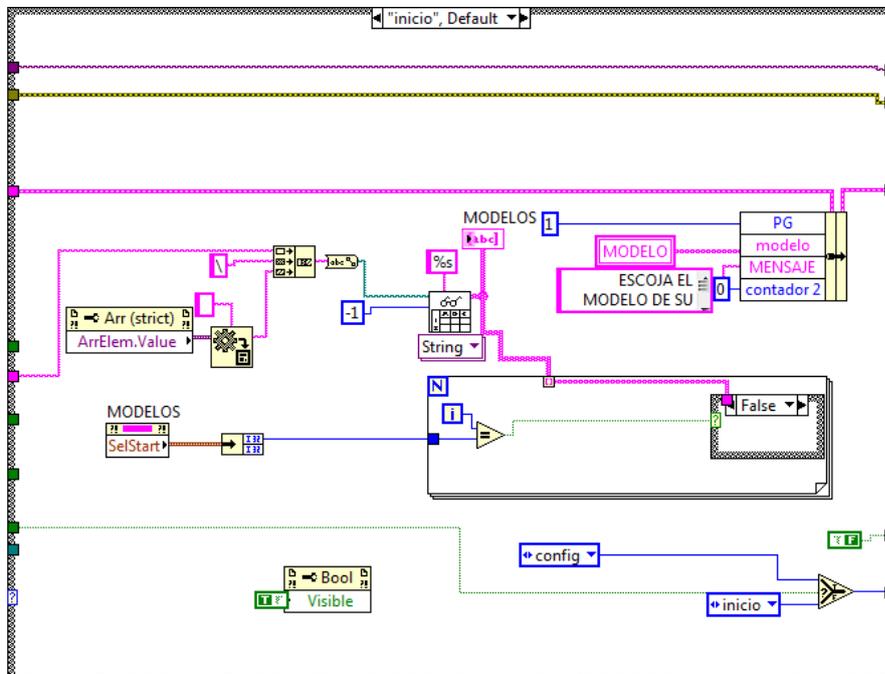
Figura 5.47 Diagrama de bloques de VI

Se implementó espacios o etapas alternativas que sirvieron de anclaje entre uno y otro paso importante como lo es la etapa de captura de datos, la selección del tipo de vehículo, la carátula, la lectura de las marcas de autos o el nombre con que se guarda la práctica, entre otros.



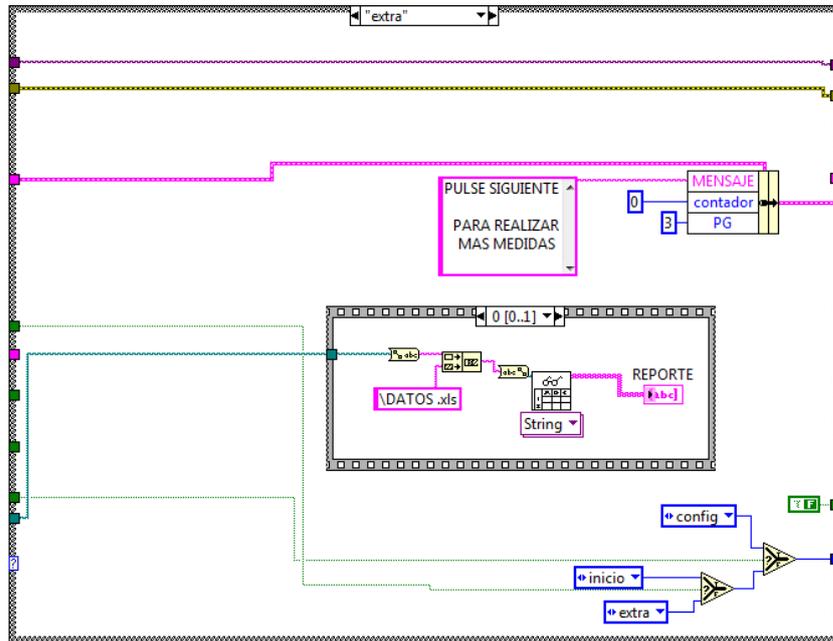
Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.48 Pantalla de captura de datos

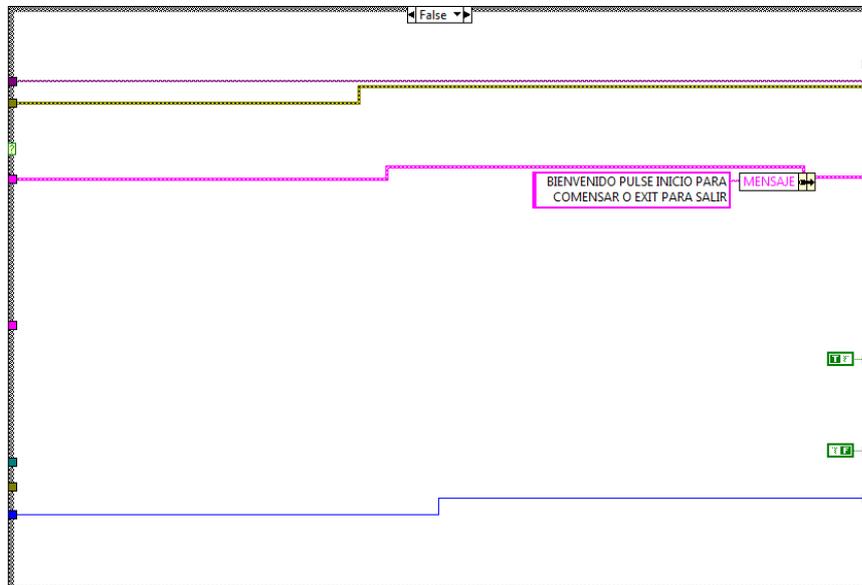


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.49 Diagrama de bloques de VI



Fuente: Grupo de investigación.
 Figura 5.50 Diagrama de bloques de VI



Fuente: Grupo de investigación.
 Figura 5.51 Diagrama de bloques de VI

5.7. TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Para la adquisición de los datos de los sensores se dispondrá de elementos electrónicos capaces de interpretar las señales y transformarlas en datos que posteriormente se enviarán al computador, todos estos interconectados en una baquelita.

Es de esta manera que primeramente se necesita establecer las etapas que compondrán el sistema.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.52 Diagrama de flujo de adquisición de datos

5.7.1 Instrumentación.

En este punto se tomara en cuenta los valores máximos y mínimos de los diferentes sensores los cuales deberían estar en un rango de 0 a 5Vdc para evitar daños en el circuito.

Debido a la diversidad de tipos, marcas, y estructuras de sensores existentes en el mercado se ha optado por incluir la opción del número de cables de cada sensor en función de la marca y modelo del automóvil, es así que en el reporte se incluirá los datos del automóvil y el número de terminales de los sensores.

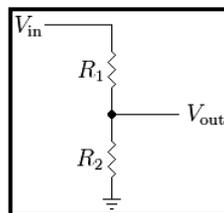
De lo expuesto se espera que los rangos de voltajes de las señales de los sensores estén dentro de 0V a 1.5V que son valores que se obtienen de sensores comunes en el mercado.

5.7.2 Acondicionamiento.

Considerando que los sensores trabajan dentro del rango aceptable no es necesario reducir el voltaje para poder censar la señal, considerando que la distancia desde la tarjeta hacia los sensores no es extensa la pérdida por caída de voltaje se puede compensar por programa haciendo una relación entre la fuente y el valor en el lado de recepción.

Analizando la entrada que originalmente se dispuso para un tacómetro que proporciona una entrada de voltaje de 0 a 10Vdc cuando la velocidad varía entre 0 a 6000 rpms, se ha optado por incluir un divisor de voltaje que baja el nivel de voltaje de 10 a 5V máximo.

Como se mencionó anteriormente la comunicación será de manera serial, para ello es necesario transformar los niveles lógicos de voltaje de TTI (5Vdc) a valores aptos para la PC, el elemento capaz de realizar esta tarea es un integrado MAX 232 propio para esta aplicación.



Fuente: Grupo de investigación.

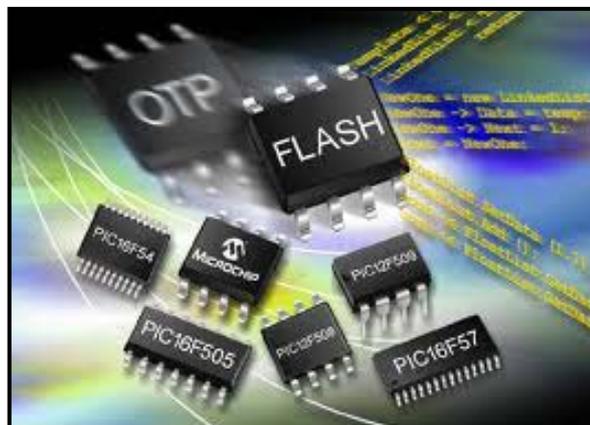
Figura 5.53 Diagrama de circuito

Para los valores de resistencias se considera que el valor de corriente para cualquier dispositivo electrónico debe estar en el orden de los mA, es

decir que el valor de las resistencias tendría que estar en el orden de los $K\Omega$ (ohmios), siendo de esta manera y considerando criterios de estabilidad se opta por incluir dos resistencias de $10K\Omega$ que aseguran reducir el voltaje de entrada a la mitad y no sobrepasar valores de corriente.

5.7.3 Procesamiento.

Con la finalidad de procesar las señales se estima conveniente no realizar un control analógico pues este haría un circuito extenso y susceptible a variaciones del medio ambiente, por lo cual la mejor opción es la utilización de un microcontroladores que transforma la señales analógicas a discretas lo que hace que no se filtren señales parasitas que comúnmente se encuentran en circuitos analógicos.



Fuente: www.jonybattery7.wordpress.com/2010/10/28/hello-world/

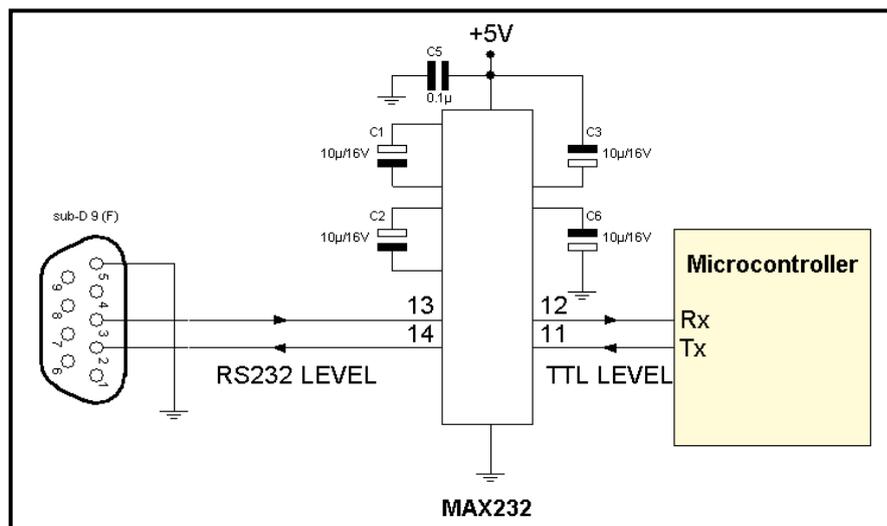
Figura 5.54 Tipos microcontroladores.

De lo expuesto anteriormente el procesamiento se realizará a través de un microcontrolador Atmega 48 el mismo que cuenta con entradas analógicas y discretas suficientes para cubrir las necesidades del proyecto, además cuenta con puertos capaces de soportar la

comunicación serial a diferentes velocidades solventando así todos los aspectos relevantes a la recolección de datos y comunicación serial.

5.7.4 Comunicación

Como se mencionó anteriormente la comunicación entre la tarjeta electrónica y el computador será de manera serial, para ello es necesario transformar los niveles lógicos de voltaje de TTI (5Vdc) proporcionados por el chip a valores aptos para la PC (-12Vdc-0Vdc- 12Vdc), el elemento capaz de realizar esta tarea es un integrado MAX 232 propio para esta aplicación que simplemente se acondiciona con un juego de capacitores 10uf con el fin de filtrar de mejor manera las señales.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.55 Diagrama de comunicación entre tarjeta y computador

5.8. HARDWARE.

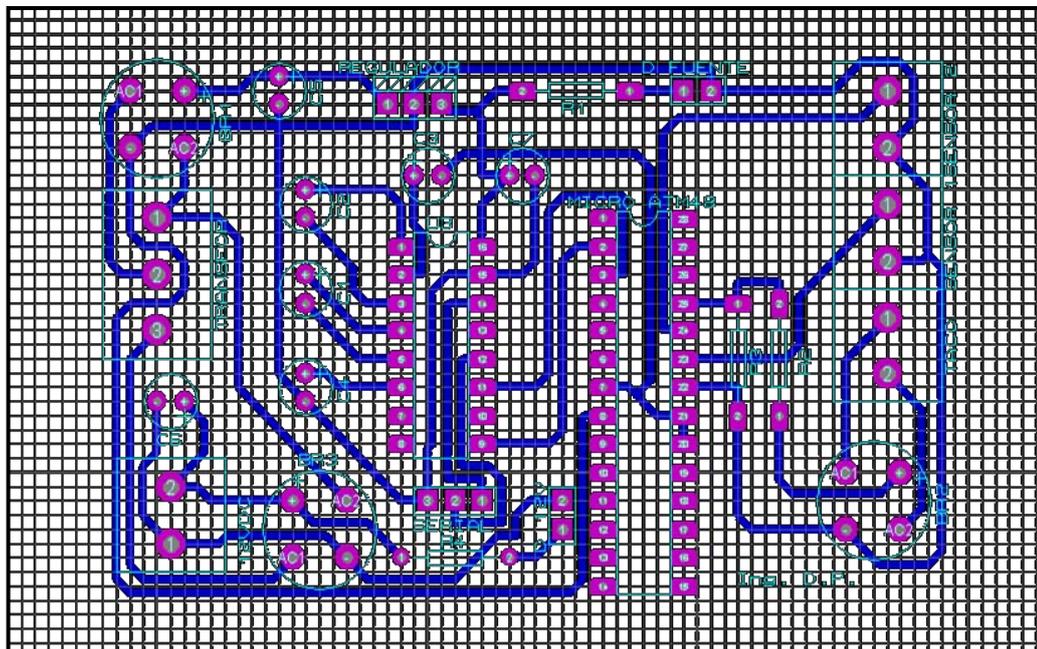
Para la elaboración del circuito se ha hecho uso de una herramienta de simulación denominada PROTEUS el cual permite realizar la interconexión de los elementos necesarios y simular su funcionamiento en

conjunto sin la necesidad de tener el circuito físicamente armado, esto con el fin de detectar posibles fallas en el diseño.



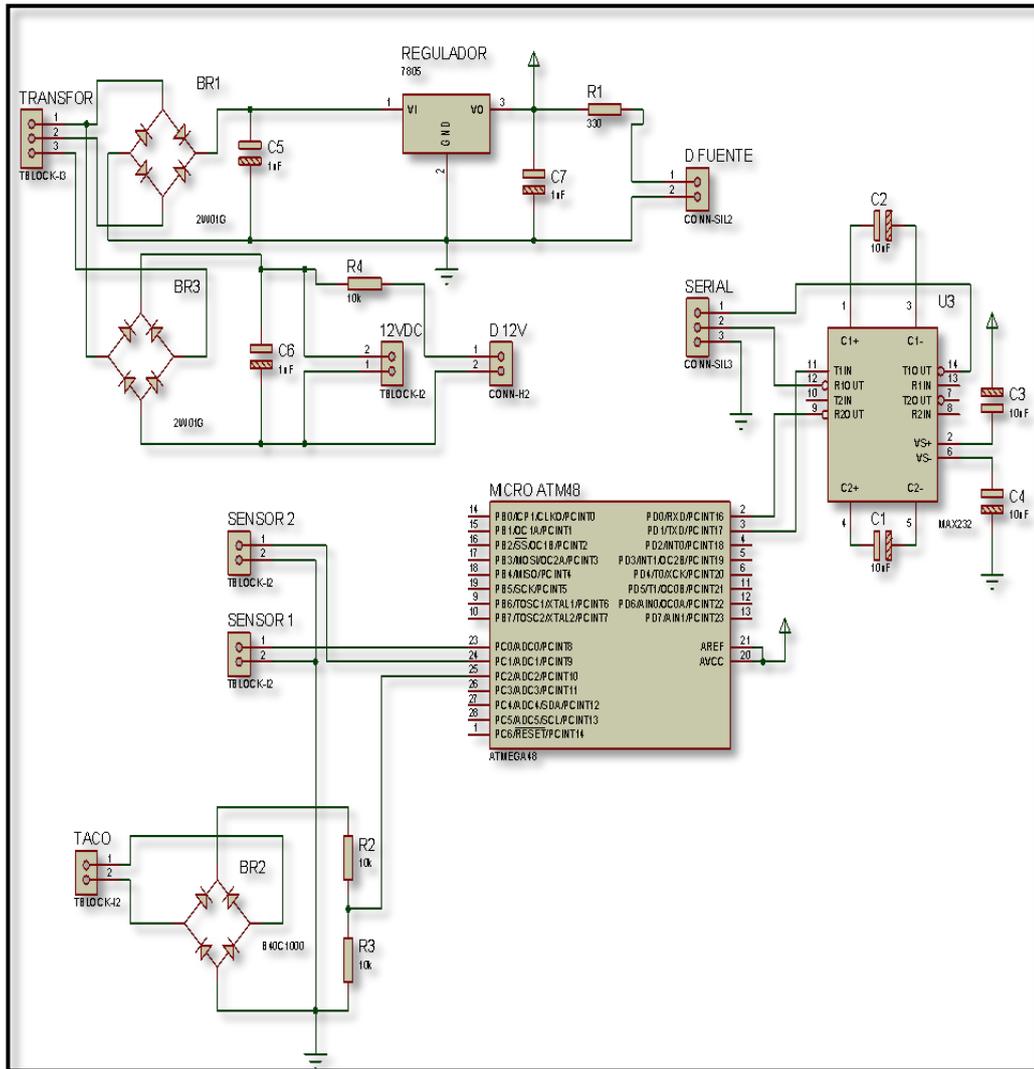
Fuente: elektronisc.blogspot.com/2012/08/programas.html

Figura 5.56 Logo del programa.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.57 Plano del circuito de adquisición de datos.

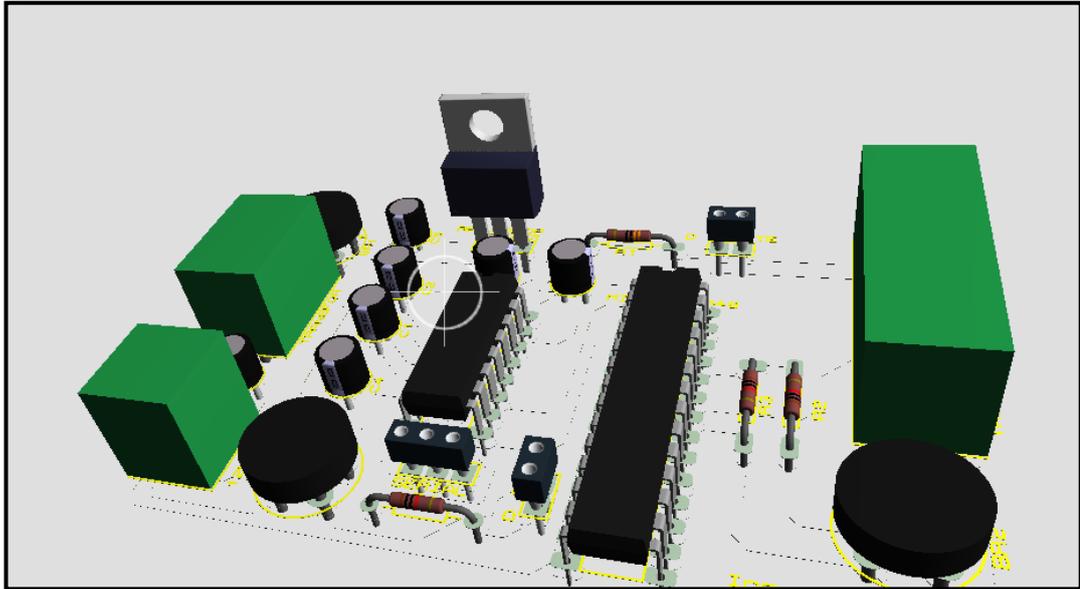


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.58 Programa de tarjeta de adquisición de datos

Adicionalmente el programa permite exportar los elementos a una aplicación que permite diseñar una placa física con todas las partes.

Y de tal forma conexiones involucradas en la implementación del circuito y programación.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.59 Vista ampliada de tarjeta para adquisición de datos

5.9. SOFTWARE.

Como parte fundamental del procesamiento está el algoritmo implementado en el microcontrolador el cual constara de partes esenciales tales como:

5.9.1 Configuración.

Parte principal donde se designa el tipo de elemento a usar, velocidad a la cual va a trabajar, parámetros de comunicación, puertos a utilizar, definición de entradas y salidas, y valores de referencia.

5.9.2 Designación de variables.

Consiste en crear y definir variables y constantes con espacios de memoria apropiados para su posterior uso.

Lazo de principal.- Involucra todas las consideraciones para los cálculos, interpretaciones y sentencias que deben intervenir en la lectura y envío de señales y datos.

5.9.3 Subrutinas.

Partes del programa que solo se ejecutan en función de un evento particular, para esta aplicación se utilizara para realizar un conteo de tiempo para establecer una relación con el número de pulsos y así determinar una velocidad aproximada.

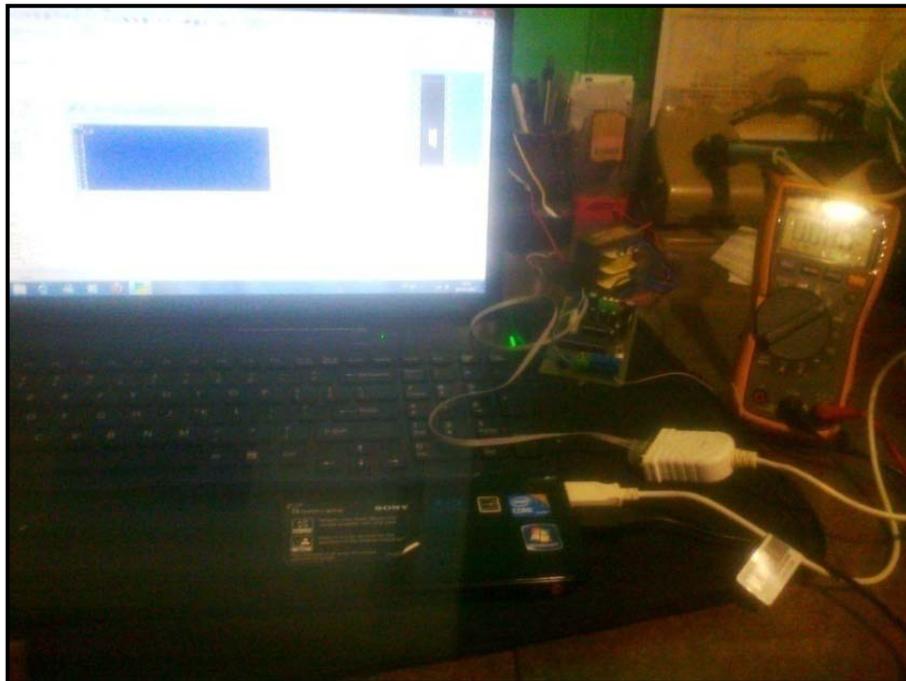
5.9.4 Interrupciones.

Parte del programa que se ejecuta cuando un evento externo se manifiesta en una entrada especial del elemento. Para esta aplicación usada para contar los pulsos sin importar el ciclo del lazo principal.

Para realizar este algoritmo se hará uso de una herramienta computacional en base a lenguaje C llamada Bascom propia para la elaboración de programas en microcontroladores AVR tal como el ATmega 48 usado en la presente aplicación.

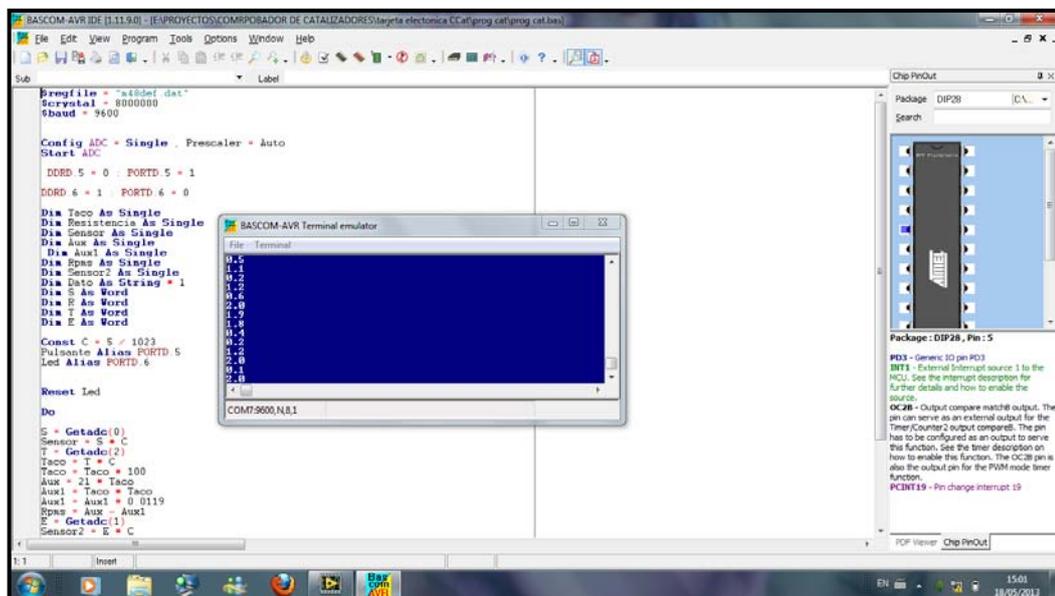


Fuente: Aplicaciones electrónicas con microcontroladores
Figura 5.60 BascomAVR



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.61 Elaboración del algoritmo para implementación en microcontroladores.



Fuente: BascomAVR

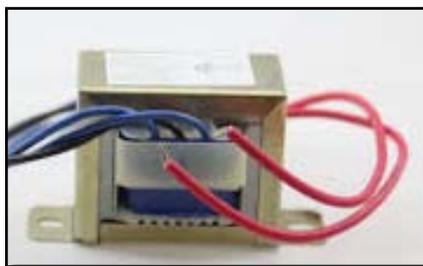
Figura 5.62 Comprobación de funcionamiento para los microcontroladores

5.9.5 SELECCIÓN DE ELEMENTOS.

Para la selección de los diferentes elementos de la tarjeta electrónica se ha tomado criterios tanto de corriente como de voltaje, y según estos valores se ha implementado un circuito con materiales fáciles de encontrar en el mercado.

5.9.6 FUENTE:

Transformador.- Elemento encargado de bajar el voltaje de 120Vac en 12Vac/6Vac. En el presente proyecto se ha utilizado un transformador de tap central es decir con la posibilidad de obtener voltajes de 12Vac y 6Vac con una capacidad de 500mA que es suficiente para alimentar el circuito de control pues los elementos de la tarjeta tienen un consumo en el orden de los mA.



Fuente: Grupo de investigación.

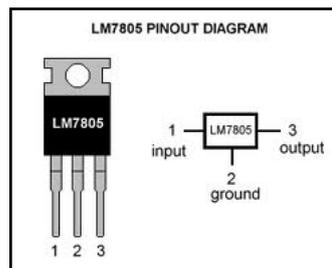
Figura 5.63 Transformador

Puente rectificador.- Se ha escogido un puente de diodos comercial de una capacidad de 1.5A siendo el más común en el mercado y solventado de sobra las necesidades de esta aplicación, este tiene la finalidad de invertir los picos negativos de la señal sinusoidal para un posterior filtrado.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.64 Puente rectificador

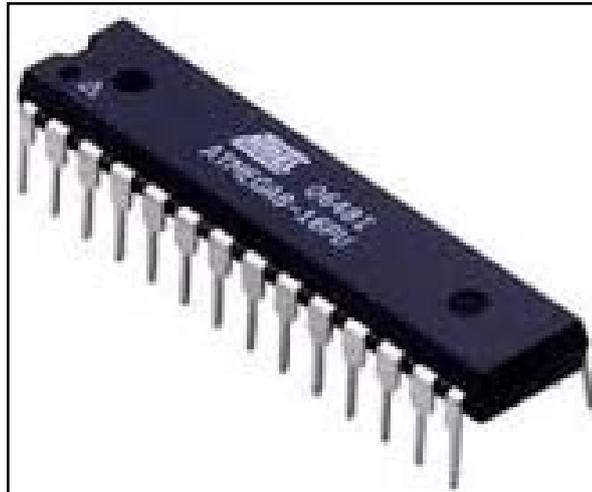
Regulador.- Este elemento es el encargado de bajar y regular el voltaje a un valor determinado, para este caso se ha escogido un elemento comercial con la numeración LM7805 el cual es un regulador a 5V de 1.5A máximo el mismo que conjuntamente con un juego de capacitores recomendado por el fabricante se encargaran de filtrar y estabilizar la señal ya continua para así utilizarla para alimentar al microprocesador y el resto de elementos.



Fuente: Grupo de investigación.
Figura 5.65 Regulador

5.9.7 CONTROLADOR:

Para el procesamiento de datos se ha escogido un micro controlador de la gama atmega, según los requerimientos del proceso se necesita un dispositivo con la capacidad de comunicarse serial mente, con más de dos puertos analógicos para recoger las señales, entradas y salidas discretas entre otras características con las que cumple el dispositivo Atmega8 que es capaz de cubrir todas las necesidades del proceso pues cuenta con 4 puertos análogos, reloj interno, comunicación RS232, i2r, 20pines con capacidad de ser configuradas como entradas y salidas, velocidad de procesamiento en tiempo real, memoria eprom.

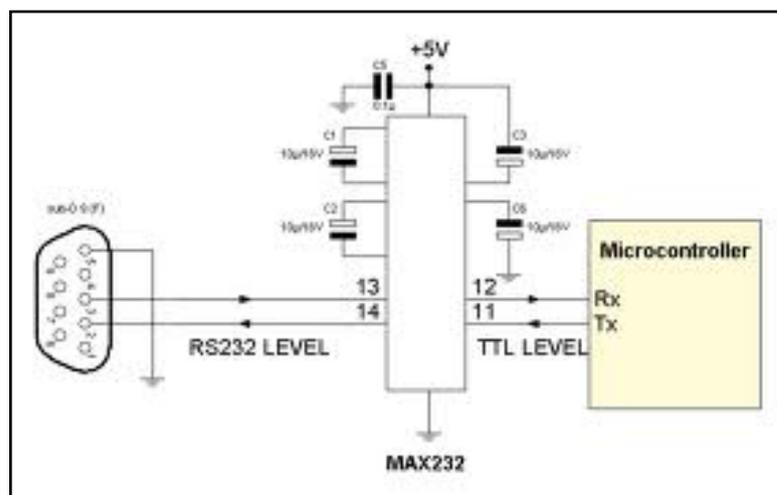


Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.66 Transformador

5.9.8 COMUNICACIÓN:

Para esta etapa se ha elegido el chip max 232 el mismo que transforma los niveles de voltaje de niveles TTL a protocolo de comunicación R232, el datasheet del fabricante del mencionado chip recomienda usar un juego de capacitores 10uf para el filtrado y estabilización de las señales.



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.67 Chip max 232

Cabe mencionar que si el computador no cuenta con una entrada serial es necesario transformar la capa física de comunicación de R232 a Usb a través de un cable propio para la aplicación.

5.9.9 ACONDICIONAMIENTO:

Como se mencionó en anteriores análisis los sensores proporcionan señales entre 0-5Vdc lo cual entra dentro del rango que maneja el microcontrolador directamente, lo que indica que el acondicionamiento es relativamente sencillo pues solo se basa en resistencias y capacitores en los casos más extremos, cabe mencionar que las distancias son menores de 10m desde el sensor a la tarjeta lo que implica que la caída de voltaje por resistencia es mínima y por ende el error de medición es menor al 10%, es decir que no se ve la necesidad amplificar las entradas.



Fuente: Grupo de investigación.
Figura 5.68 Conjunto de resistencias y capacitores

Para fines de conexión se ha utilizado diferentes borneras y jacks haciendo que la tarjeta sea versátil y de fácil conexión.

Además se ha incorporado diodos indicadores e interruptores para maniobrar la interrupción de la energía hacia la tarjeta y hacer el sistema amigable al usuario.

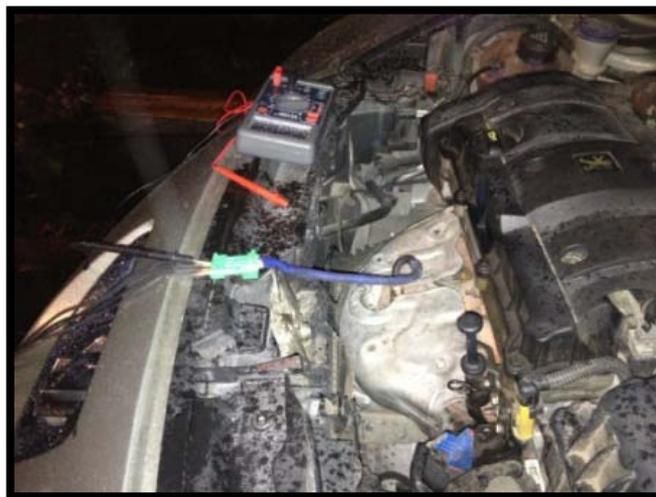
Tabla 5.1. Tabla de elementos electrónicos

CANTIDAD	COMPONENTE	DESCRIPCION
1	TRANSFORMADOR	5 V -12 V
1	REGULADOR	7805
1	FUENTE	CONN - SIL2
1	SERIAL	CONN - SIL3
1	MICROCONTROLADOR	MAX 232
1	MICROCONTROLADOR	ATMEGA 48
3	RESISTENCIA	10k
7	CONDESADOR	10uf
3	LED	
4	TBLOCK	I2
1	TBLOCK	I3

Fuente: Grupo de investigación.

5.9.10 Procedimiento para la toma de datos

Colocamos los terminales de la sonda S1 en el banco



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.69 Conexión del sensor S1

Colocamos los terminales del sensor S2



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.70 Conexión del sensor S2

Comprobamos que las conexiones se encuentren bien colocadas y debidamente instaladas con el fin de que no exista interferencia en los terminales



Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.71 Verificación de conexiones

Arrancamos el vehículo y procedemos con la visualización de graficas que se obtiene por medio de las sondas a través de la interfaz de comunicación a la computadora



Fuente: Grupo de investigación.
Figura 5.72 Inicialización del programa

Obtenemos las gráficas que nos ayudarán a analizar el estado del convertidor catalítico y a su vez de las sondas conectadas.



Fuente: Grupo de investigación.
Figura 5.73 Obtención de gráficas por medio del software

Resumen obtenido por medio del software

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO - SEDE LATACUNGA LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA ANÁLISIS DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO						
<i>MODELO</i>	<i>AÑO</i>	<i>SENSOR UNIVERSAL</i>	<i>SENSOR TRADICIONAL</i>	<i># CABLES</i>		
Peugeot 207	2010	0 258 986 507		4		
	<i>VOLTAJE S1</i>	<i>OSCILACIONES1</i>	<i>VOLTAJE S2</i>	<i>OSCILACIONES2</i>	<i>CÓDIGO ERROR</i>	
	0,1	0,002059	0,6	0	S/N	
	0,1	0,000291	0,6	0	S/N	
	0,1	0,0045	0,3	0,057451	S/N	
	0,1	0,015636	0,4	0,054344	S/N	
	0,1	0,016275	0,1	0	S/N	
Estado del catalizador.			Observaciones:			
Bueno			S/N			

Fuente: Grupo de investigación.

Figura 5.74 Obtencion de reporte por medio del software

CAPÍTULO 6

6. MARCO ADMINISTRATIVO

6.1. RECURSOS

Con el fin de realizar este proyecto de forma planificada, se propone el presente capítulo con el cual se analizará el aspecto técnico-operativo del mismo para facilitar la comprensión de todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del proyecto, de ello los recursos humanos, tecnológicos y materiales son fundamentales para la puesta en marcha.

6.2. RECURSOS HUMANOS

Para realizar el proyecto de tesis titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS”, el recurso humano fue.

Luis Chanatasi	Investigador
Juan Pullupaxi	Investigador
Germán Erazo	Director coordinador de la investigación
José Quiroz	Codirector de la investigación.

6.3. RECURSOS TECNOLÓGICOS

Cumpliendo con las metas planificadas en cada proceso se hizo necesario la utilización de recursos tecnológicos tales como software y elementos físicos como: computador, multímetro, tarjeta de datos, labview, elementos electrónicos, cámara de fotos

6.4. PRESUPUESTO MATERIALES

Corresponde a todos los elementos físicos que fueron necesario para el desarrollo del proyecto y estos son:

Tabla 6.1Detalle de elementos físicos utilizados en el proyecto

Planchas de tol
Tubo estructural
Suelda
Pintura electrostática
Cables eléctricos
Taladro
Transformador eléctrico
Sensores de oxígeno
Catalizador

Fuente: Grupo de investigación.

6.5. PRESUPUESTO

Para cumplir con el objetivo planteado, a continuación se describe los valores económicos junto con su asignación, que sirvieron como control financiero del proyecto, al mismo tiempo que generará una idea de la inversión que se realizó.

Al proponer un balance entre el gasto económico junto con los logros obtenidos, se observa que el proyecto titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS”, ha cumplido con las expectativas pues constituye como material didáctico para los estudiantes

de la ESPE-L, al mismo tiempo que sirvió como prueba de conocimientos adquiridos para los investigadores.

Tabla 6.2. Detalle del costo del proyecto

ORDEN	DETALLE	TOTAL USD
1	Estructura metálica	200
2	Tarjeta de datos	500
3	Transformador	50
4	Computadora	450
5	Impresora	120
6	Cables eléctricos y datos	30
7	Sensores de oxígeno	120
Total General		1470

Fuente: Grupo de investigación.

6.6. FINANCIAMIENTO

El financiamiento se presentó por parte de los creadores del proyecto: Luis Chanatasi y Juan Pullupaxi.

CONCLUSIONES

Al concluir con el presente proyecto de investigación ponemos en consideración las siguientes recomendaciones y conclusiones, con el propósito de facilitar el uso del documento como consulta.

- Se diseñó e implementó los componentes electrónicos para el banco de pruebas computarizado para la ejecución de pruebas.
- Se diseñó, seleccionó e instaló los sensores y elementos electrónicos para la medición de los parámetros de los convertidores catalíticos.
- Se cableó y conectó los sensores a la tarjeta de adquisición de datos, que nos permitió enviar datos al computador.
- Se desarrolló la interface gráfica y el algoritmo de cálculo para la visualización de parámetros electrónicos y formas de onda de convertidor catalítico en un computador.
- Se determinó los diferentes códigos de falla del sistema convertidor catalítico.

RECOMENDACIONES

- Se debe revisar que el banco de pruebas este energizado y sus conexiones internas en buen estado para no tener inconvenientes durante la práctica.
- Realizar las conexiones correctas en el banco de pruebas como en los sensores del vehículo.
- Tener conocimiento sobre sensores de oxígeno ya sea en material, número, color de cables y su desempeño.
- Verificar las curvas de funcionamiento de cada sensor, previamente a su ejecución con el fin de hacer una comparación, al momento del trabajo del mismo y así poder interpretar un diagnóstico.
- Realizar el control periódico del convertidor catalítico y sus componentes, con la finalidad de alargar la vida útil, y así el buen funcionamiento del motor de combustión interna.
- Archivar los informes obtenidos en cada mantenimiento y de esta forma llevar un control y facilitar el trabajo del técnico.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA LIBROS.

ALONSO, José Técnicas del automóvil, Segunda Edición, España, 1998

ALONSO PÉREZ, José Manuel, Electricidad del automóvil, Madrid, Paraninfo1984.

BOSCH, Electrónica aplicada al automóvil, Serie Amarilla, Edición 2003

CORRALES, Santiago, Electrónica práctica con microcontroladoresPIC, Imprenta Grafica, Barcelona - España, 2006.

CROUSE, William, Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Sexta Edición, Alfa Omega Marcombo, México - DF, 1992.

MOMPIM, José, Electrónica y automática industriales, MarcomboBoixareu, Barcelona – España, 2009.

M.S, Jovaj, Motores de Automóvil, Editorial Mir, España, 1982.

OBERT, E, Motores de combustión interna, análisis y aplicación. Traducido del inglés al español por Cristóbal Monsiváis, Segunda, Edición, CEGSA, México, 1997.

STUBBLEFIELD, M y **HAYNES**, J, Manual Haynes de diagnóstico de inyección de combustible, USA, Haynes Norte América, 1996.

ARTÍCULOS

Arango Luis Angel, (2005), GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR GNCV, Funcionamiento del motor de combustión interna

Moreno A. (2005), Motor de combustión interna.

López José. (2001), CEPESA, Manual de instalaciones de GLP

Llerena Enríquez. (2011), Estudio técnico y económico para la fabricación automática y flexible de tubos de escape

Muñoz David, (2010). Microcontroladores

Rios Esquivel, (2002).Escuela de Educación Técnica N° 4

Secretaria del medio Ambiente. (2007), Programa para el mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Netgrafía.

<http://www.webstatsdomain.com/domains/www.lanoticiaalinstante.com>

<http://www.Techemet Inc. Technical, Chemical & Metallurgical Group.>

<http://www.techemet.com>

<http://www.mecanicaymotores.com/>

http://apps.inen.gob.ec/normas/norma.php?COD_NORMA=2438

<http://www.ngksparkplugs.com>

<http://www.electromanuales.com/>

<http://www.walkerexhaust.com/?lang=es>

<http://www.givinglibrary.org/nonprofits>

<http://www.magnaflow.com/>

<http://www.europasobreruedas.com>

<http://www.aficionadosalamecanica.net/>

<http://www.skyscrapercity.com>

<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/>

<http://www.dcl-inc.com>

<http://www.todoautos.com.pe/>

<http://www.nlc.com.pk/>

<http://http://mikroe.com/eng/chapter/view/87/libro-de-los-microcontroladores>

<http://www.danielmunoz.com.ar/blog/category/labview/page/2>

<http://jonybattery7.wordpress.com/2010/10/28/hello-world/>

<http://elektronisc.blogspot.com/2012/08/progarmas.html>

[http:](http://)

<http://www.unrobotica.com/.../Aplicaciones%20electronicas%20con%20micro>

ANEXO 1
ENCUESTA DE FACTIBILIDAD

ENCUESTA DE FACTIBILIDAD

Sr. Técnico Automotriz, reciba un cordial saludo y a su vez solicitando su colaboración en la contestación del siguiente cuestionario que nos sirve de ayuda para determinar la factibilidad en la construcción de un Banco de Pruebas para Convertidores Catalíticos.

1. ¿Conoce usted sobre algún banco de pruebas para convertidores catalíticos?

SI ___ NO

2. ¿Tiene usted conocimiento de los códigos de falla que se generan por un mal funcionamiento de los convertidores catalíticos?

SI NO ___

3. ¿Las averías del convertidor catalítico son respaldadas con algún documento teórico técnico?

SI NO ___

4. ¿Para visualizar un código de falla usted utiliza un?

Tester ___ Multímetro Scanner

5. ¿Considera de ayuda la implementación de un software para determinar códigos de falla en los vehículos?

SI NO ___

6. ¿Considera que un Scanner automotriz puede diagnosticar una avería en un convertidor catalítico con un porcentaje de confiabilidad de?

0% ___ 25% ___ 50% ___ 75% ___ 100%

7. ¿Su conocimiento sobre el funcionamiento y de sensores de oxígeno es?

Muy Bueno Bueno ___ Regular ___ Malo ___

8. ¿Considera usted que las herramientas informáticas aplicadas en el área automotriz contribuyen a obtener condiciones de funcionamiento optimas en los vehículos?

SI NO

9. ¿Conoce usted que tipos de gases son emitidos por los vehículos que no utilizan un sistema de convertidor catalítico?

SI NO

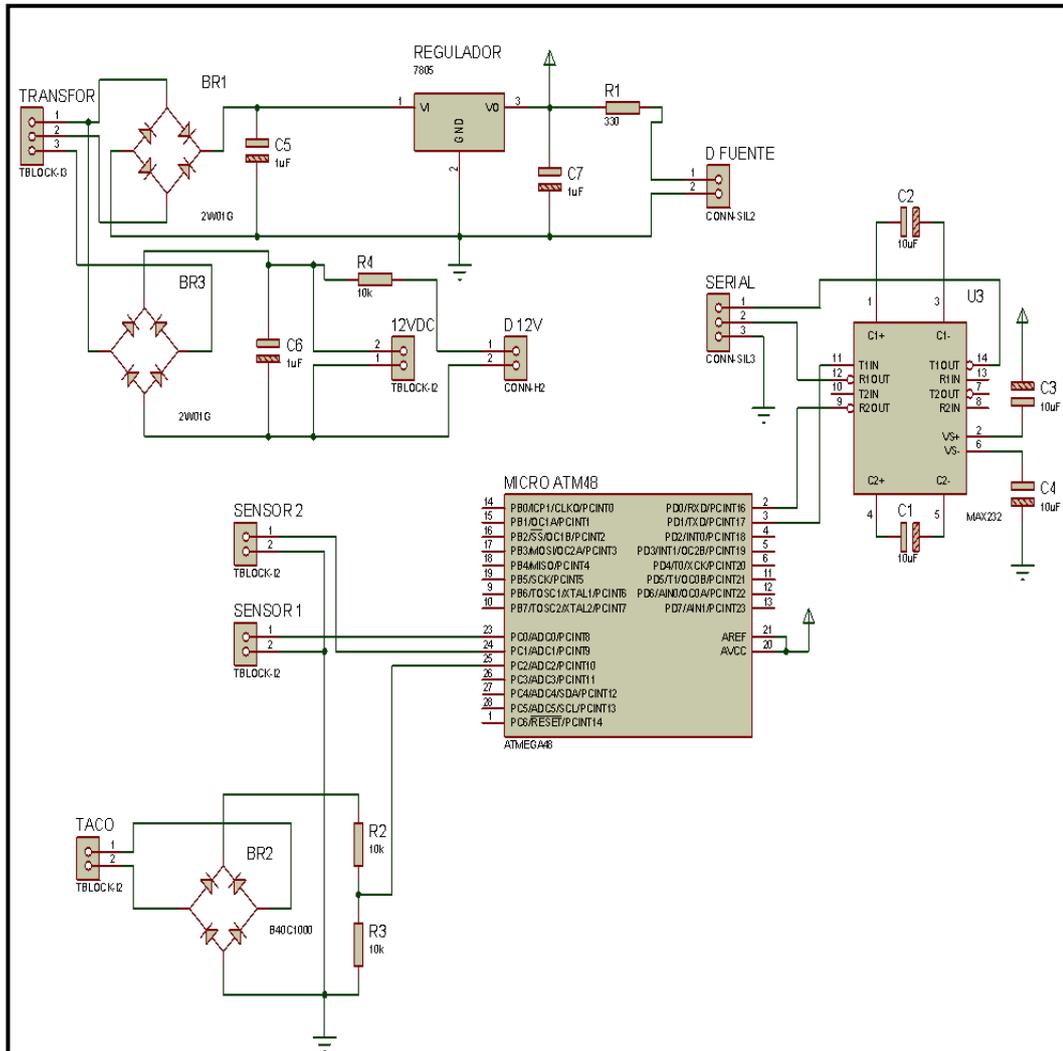
10. ¿Cuál es la frecuencia con la que usted relaciona fallas producidas en el vehículo, por el mal funcionamiento del convertidor catalítico?

Siempre Frecuentemente A veces Nunca

11. ¿En función de las preguntas contestadas sugiere la implementación de un banco de pruebas para revisar códigos de fallas de convertidores catalíticos en los talleres automotrices?

SI NO

ANEXO 2
DIAGRAMA ELECTRÓNICO
TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS



TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

ANEXO 3

ENSAMBLAJE BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO

1. DISEÑO DEL SOFTWARE

Una vez elegido el programa **LabVIEW** (acrónimo de Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) procedemos al diseño del software que será utilizado en el banco de pruebas de convertidores catalíticos.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 1.1 Logo de software

2. ENSAMBLE Y PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA DE DATOS

Ya definido el diseño del software procedemos a la programación de la tarjeta de datos previamente con las pruebas

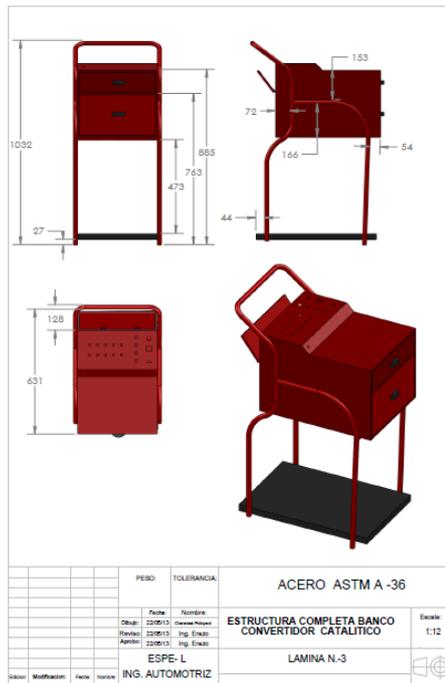
realizadas en el protoboard, ya definido los elementos y comprobados procedemos a imprimir el circuito y al ensamble de la tarjeta de datos.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 2.1 Programación de tarjeta de adquisición de datos

3. DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS

Con SolidWorks (programa de diseño asistido por computadora) realizamos los planos, selección de material y pruebas técnicas de seguridad



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 3.1 Planos de estructura

4. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

Con los planos impresos y el material seleccionado procedemos a la construcción del banco de pruebas de convertidor catalítico.

Tubos

Se realiza el corte de los tubos con ayuda de una prensa, con el propósito de fijarlos para efectuar

el corte, el corte se lo realiza manualmente con sierra de arco.

Los tubos son doblados, a para darle la forma que se debe adquirir para la construcción del banco de pruebas, para realizar este trabajo se necesita dobladora de tubo.

Se realiza perforaciones para la implementación de los elementos electrónicos.

Panchas

Las planchas son utilizadas para el cuerpo y cajones, se cortan y se doblan.

Unión

La unión de los elementos se lo realizo a tope con planchas de acero ASTM A-36.

Tubos

La soldadura de los elementos tubulares se realiza en posición vertical con proceso MIG.

Planchas

El soldado de las planchas se realiza con soldadura con acetileno generado y MIG.

Pintura

Para el pintado de toda la estructura metálica se utiliza el proceso electrostático de pintura.

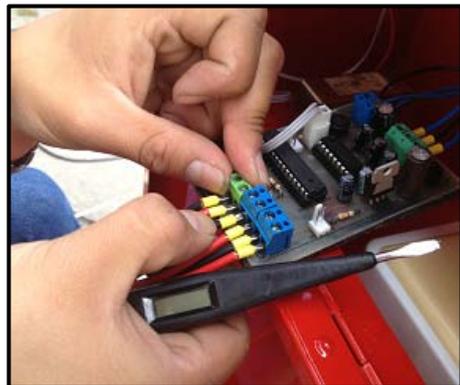


Fuente: Grupo de investigación
Figura 4 1 Construcción de prototipo

4. ADAPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS EN EL BANCO DE PRUEBA

Ya con el banco elaborado en su totalidad procedemos a la

adaptación de los elementos electrónicos con sus respectivas posiciones.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5.1 instalación del sistema electrónico en estructura

5. CALIBRACIÓN DEL BANCO

Una vez ya ensamblado el banco en su totalidad procedemos a calibrar el sistema operativo para obtener resultados reales.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 6.1 Calibración de componentes

6. PRUEBAS REALIZADAS CON EL CONVERTIDOR CATALÍTICO.

Con el banco puesto a punto podemos realizar el respectivo trabajo en los catalizadores y dar un diagnostico sobre el estado del los sensores y del catalizador analizando los códigos de falla.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 7.1 Realización de
pruebas con el banco

ANEXO 4

NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DEL BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO

SEGURIDAD DURANTE LA PRÁCTICA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

No existen dudas de que los combustibles (gasolina, diesel) contienen una gran concentración de compuestos tóxicos, convirtiéndose en el único factor de peligro al momento de realizar la práctica, por lo cual debe manejársela con mucha precaución.

Visión General Sobre las Emergencias: ¡Peligro! Gases tóxicos. Perjudicial si se inhala. Afecta el sistema nervioso central. Elimina la grasa de la piel. Puede causar irritación a los ojos y al tracto respiratorio.



Fuente: www.ahb.es/senaletica/senaletica_advertencia/1/ficha1241.htm

Figura. Precaución líquido inflamable

EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

Inhalación:

Depresión del sistema nervioso central. En baja concentración produce sed y opresión en el pecho. En alta concentración produce dolor de cabeza, irritación de los ojos, nariz, garganta y pulmones, fatiga, descoordinación, somnolencia, náuseas, vómito, convulsiones, shock.

Ingestión:

Irritación gastrointestinal, fatiga, pérdida de la conciencia. Puede causar neumonía.

Piel:

Elimina la grasa de la piel produciendo resequedad y fisuras.

Ojos:

Posible irritación e inflamación, no causa daños permanentes.

Efectos crónicos:

El contacto repetido o prolongado con la piel puede causar dermatitis. Estudios de laboratorio con ratas y ratones muestran que la inhalación crónica puede causar daños al hígado y a los riñones. Este producto puede contener benceno que es cancerígeno. Estudios de salud en humanos, muestran que el benceno puede causar daños en el sistema de producción de sangre como serios desordenes que pueden incluir leucemia.

Evite exposición. Obtenga instrucción especial antes de su uso. En caso de accidente o malestar obtenga ayuda médica.

Altamente inflamable. Puede ser encendido por chispas, llamas o calor intenso. Puede acumular cargas estáticas por agitación o movimiento. El vapor puede causar dolor de cabeza, náuseas, vértigo, somnolencia, inconsciencia. Irritante leve o medio para piel y ojos.

MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación:

Tome precauciones para su propia seguridad (utilice equipo de protección adecuado, trasladar la víctima al aire fresco lo más pronto posible. Solo personal profesionalmente entrenado debe suministrar ayuda médica como la resucitación cardiopulmonar y/o el oxígeno suplementario, si es necesario, retire la fuente de contaminación o mueva a la víctima al aire fresco).

Evite el contacto directo boca a boca. Obtenga atención médica de inmediato.

Contacto con los ojos:

Abrir los ojos de la víctima bajo agua corriente. Usar fuerza suficiente para mantener los ojos abiertos. Decir a la víctima que dé vuelta a los ojos. Enjuagar mínimo por 15 minutos. Buscar asistencia médica inmediatamente, preferiblemente de un oftalmólogo.

CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de Ingeniería:

Ventilación (a prueba de explosión) local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas, estaciones lavaojos y extintores.

Equipo de protección Personal

En el transcurso de las intervenciones que se realicen en el equipo y en si a un sistema de alimentación de combustible, deben llevarse siempre la siguiente protección personal por lo anteriormente expuesto.

Protección de los ojos y rostro: Gafas de seguridad



Fuente: www.flickr.com/photos/raineriopl/4180784650/

Figura 5.10 Protección de la vista

Protección de la piel: Guantes de caucho, si hay riesgo de contacto con la piel use ropa de protección química.



Fuente: www.flickr.com/photos/raineriopl/4180784650/

Figura 5.11 Protección de la piel

Protección respiratoria: Respirador con filtro para vapores orgánicos si la concentración de los vapores es alta o si la ventilación es insuficiente.



USE RESPIRADOR

Fuente: www.flickr.com/photos/raineriopl/4180784650/

Figura 5.12 Protección respiratoria

ANEXO 5

MANUAL DEL USUARIO BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO

MANUAL DEL USUARIO

La sonda lambda proporciona una tensión continua variable, de cero a 1V, que es útil para que banco de pruebas automatizado para convertidores catalíticos genere la salida de tensión en forma de ondas senoidales.

Desconectar el cable de conexión de la Sonda Lambda con la Computadora (ECU) del vehículo. El primer paso consiste en identificar la SONDA LAMBDA del vehículo.

Tener en cuenta que los cables que aparecen corresponden a la sonda lambda, por lo tanto sirve para inferir la polaridad del cableado de la computadora (ECU) del auto.

Para llevar a cabo la prueba poner el vehículo en marcha y ejecutar el software.

Escoger el nombre y la ubicación de la carpeta donde estarán incluidos todos los archivos que se genere en la práctica.

Seleccionar un puerto de comunicación que nos ayuda a entrelazar a la computadora con la tarjeta (en la barra de desplazamiento escogemos **REFRESH** y actualizamos los puertos.

Damos clic en **INICIO** y a continuación escogemos marca del vehículo, luego damos clic en el **MODELO** de la marca, en caso de no encontrar el modelo seleccionamos un modelo genérico y pulsamos **SIGUIENTE**.

Para estar seguros, antes de conectar al banco, deberíamos verificar e identificar con el voltímetro en el cableado, la posición de positivo y negativo.

La conexión será:

Negativo del cableado Borne del banco +12V

Positivo del cableado Borne del banco -12V

Una vez ubicado los cables puenteamos los cables y presionamos el botón **MARCHA**.

Para obtener una instantánea de un instante de la curva y datos presionamos **CAPTURAR** y a continuación **MARCHA**.

Una vez realizada las comparaciones, capturado las gráficas y almacenado los datos necesarias presionamos **SIGUIENTE**.

A continuación se desplegara una información completa de: **LAMBDA, VOLTAJE DEL SENSOR 1, OSCILACIÓN 1, VOLTAJE DEL SENSOR 2, OSCILACIÓN 2** y por ultimo si está o no generando un **CÓDIGO DE FALLA** (Data Trouble).

Presionamos **SIGUIENTE** si deseamos regresar o **EXIT**.

ANEXO 6

GUÍA DE LABORATORIO BANCO CONVERTIDOR CATALÍTICO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
Guía de Laboratorio de Autotrónica

TEMA: Comprobación de funcionamiento y fallas de Sensor de Oxígeno

1. OBJETIVOS

Comprobar el funcionamiento y monitoreo de un convertidor catalítico a través de sensores de oxígeno montados en un banco de pruebas.

Generar las curvas comparativas que emiten los sensores de oxígeno para que el estudiante emita un criterio técnico del estado del catalizador de manera práctica.

Comprender el funcionamiento del convertidor catalítico así como también de los sensores de oxígeno.

Aumentar la destreza de los estudiantes en el uso del equipo de comprobación.

2. MATERIALES

- Vehículo con sensor de oxígeno (sonda lambda)
- Banco de pruebas automatizado para convertidores catalíticos
- Diagramas de Conexión de sensor de oxígeno, convertidores catalíticos y valores referenciales.

3. MARCO TEÓRICO

Sensor de Oxígeno: Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida de la sonda Lambda es una señal de voltaje de entre 0 y 1 V.

La sonda Lambda está formada interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa.

Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape.

Además la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

Su localización es en el tubo de escape, puede también estar en el colector de escape, o cualquier lugar en donde pueda tener un contacto directo con los gases de la combustión.

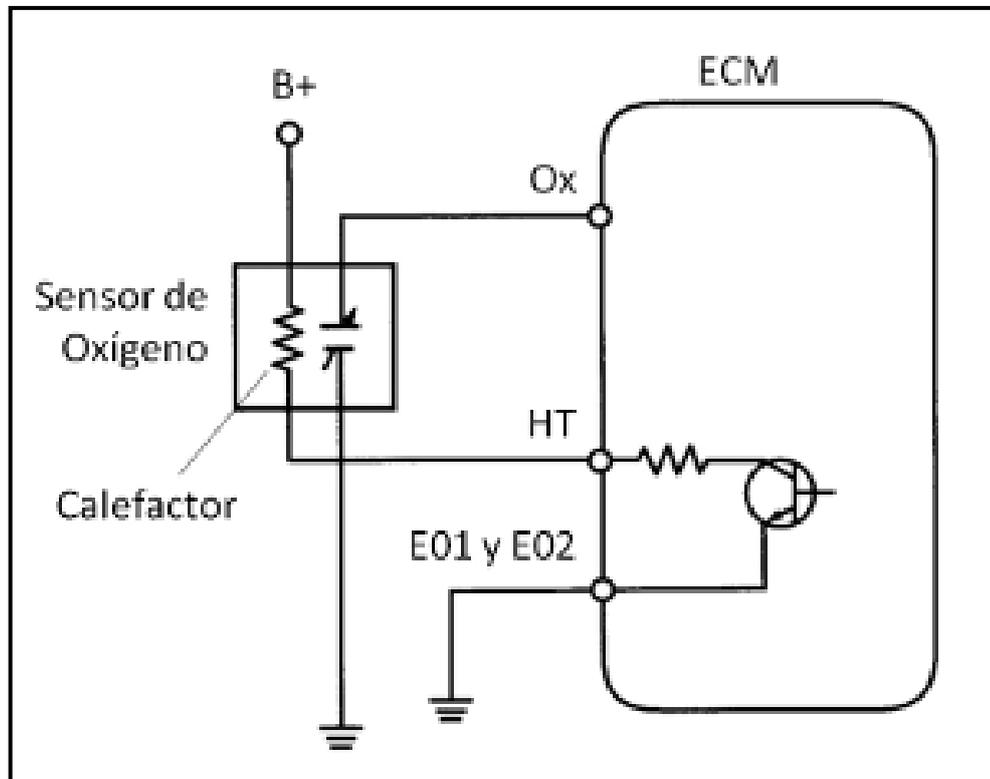
La sonda está constantemente expuesta a las peores condiciones de funcionamiento, y recibe golpes, variaciones de temperatura, hollín, gases perjudiciales, quema de aceite, gasolina con plomo y otras cosas más que podrán acortar su vida útil.

Función:

La sonda Lambda se encarga de la regulación correcta del suministro de aire y combustible al motor.

- Mide cantidad de oxígeno en gases de escape.
- Sirve para mantener en lo posible en estequiometria al motor (14,7: 1)
- Empieza a generar voltaje a partir de 250°C a 300°C.
- No necesita voltaje de referencia, debido a que es un generador de CC.
- Necesita voltaje de alimentación (12V), si es una sonda lambda con resistencia calefactora.

4. GRÁFICOS



5. PROCEDIMIENTO

1. Desconectar el sensor de oxígeno
2. Verificar la polaridad de los cables
3. Una vez determinado la función de cada cable conectamos en los bornes del banco.
4. Encendemos el vehículo y a su vez iniciamos el software.
5. Monitoreamos los valores, capturamos las curvas en el software.
6. Recogemos los datos y realizamos el análisis.
7. Identificamos la situación del convertidor catalítico y sensores de oxígeno.

6. TOMA DE DATOS

VOLTAJES REFERENCIALES SENSOR DE OXIGENO		
CONDICIÓN	VOLTAJE S1 (mV)	VOLTAJES2 (mV)
Apagado (0rpm)		
Ralentí (800rpm)		
Aceleración (3000rpm)		

7. CUESTIONARIO

1. Cuál es función del convertidor catalítico.-
2. Qué indica el número de vías en un convertidor catalítico.
3. Por qué falla el convertidor catalítico.
4. Qué función cumple el sensor de oxigeno dentro del vehículo.
5. Cuál es uno de los síntomas de falla del sensor de oxígeno.
6. Cómo envía informa el sensor de oxígeno al módulo de control electrónico (MCE).
7. Cuál es el voltaje de transición emitido por el sensor de oxigeno como información para la computadora.
8. Los catalizadores son sustancias que se utilizan para acelerar o frenar reacciones químicas.
9. La sonda Lambda se encarga de la regulación correcta de.
10. La sonda Lambda empieza a generar voltaje a partir de la temperatura comprendida entre:

8. CONCLUSIONES

9. RECOMENDACIONES

ANEXO 7

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Nombre de tarea	Duración	re	4º trimestre				1er trimestre			2º trimestre			3er trimestre				4º trimestre				1er trimestre			2º trimestre			3er		
			sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ene	feb	mar	abr	may
1	[-] Diseño e implementación de un banco para	231 día:	[Barra horizontal que cubre todo el periodo]																											
2	[-] Selección y delimitación del tema	20 día:	[Barra horizontal que cubre desde sep hasta oct]																											
3	Recolección de información	15 día:	Ing Erazo, Ing Quiroz, Pullupaxi Chanatasi																											
4	Revisión e informe	4 día:	Ing. Erazo, Ing Quiroz																											
5	Revisión en Consejo de Carrera	1 día:	Consejo Académico																											
6	[-] Revisión de fuentes primarias y secundarias	60 día:	[Barra horizontal que cubre desde oct hasta ene]																											
7	Busqueda de información	60 día:	Pullupaxi, Chanatasi																											
8	[-] Desarrollo del primer Capitulo	30 día:	[Barra horizontal que cubre desde ene hasta feb]																											
9	Marco teórico	28 día:	Pullupaxi, Chanatasi																											
10	Revisión y Tutoría	2 día:	Ing. Erazo, Ing Quiroz																											
11	[-] Desarrollo del Segundo Capitulo	30 día:	[Barra horizontal que cubre desde feb hasta mar]																											
12	Análisis y diseño	28 día:	Pullupaxi, Chanatasi																											
13	Revisión y tutoría	2 día:	Ing. Erazo, Ing Quiroz																											
14	[-] Desarrollo del tercer Capitulo	45 día:	[Barra horizontal que cubre desde mar hasta jun]																											
15	Implementación	43 día:	Pullupaxi, Chanatasi																											
16	Revisión y tutoría	2 día:	Ing. Erazo, Ing Quiroz																											
17	[-] Pruebas y análisis	30 día:	[Barra horizontal que cubre desde jun hasta ago]																											
18	Conclusiones y recomendaciones	28 día:	Pullupaxi, Chanatasi																											
19	Revisión y tutoría	2 día:	Ing. Erazo, Ing Quiroz																											
20	[-] Fase final	16 día:	[Barra horizontal que cubre desde ago hasta sep]																											
21	Evaluación oral y escrita	2 día:	Ing Erazo, Ing Quiroz, Pullupaxi Chanatasi																											
22	Entrega de documentación para graduación	12 día:	Pullupaxi, Chanatasi, Unidad de admisión y registro																											
23		2 día:	Tribunal de Graduación																											

ANEXO 8

ARTÍCULO

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS”.

Luis Chanatasi¹Juan Pullupaxi²Germán Erazo³ José Quiroz⁴

^{1, 2, 3, 4} Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.

Email:

lui_al2005@yahoo.es, juanitoferozteconecta@gmail.com, wgerazo@espe.edu.ec, jquiroz@espe.edu.ec

RESUMEN

El proyecto permite obtener los datos necesarios para graficar la curva que genera la sonda lambda de cualquier vehículo que funcione en un motor de combustión interna. Para lo cual se ha construido un sistema operacional, aplicado para comprobar características específicas de los convertidores catalíticos y sensores.

Es una guía completamente descriptiva del convertidor catalítico, aplicado para vehículos a gasolina.

Por medio de la comprensión del funcionamiento del convertidor catalítico, utilizado en el sistema de escape se logrará la integración de la parte mecánica con la parte electrónica de manera más eficaz.

Para el análisis gráfico se ha diseñado un software de fácil aplicación y manejo para los usuarios, capaz de interpretar

los datos obtenidos, agilizando el diagnóstico en los elementos de estudio.

Refiriéndose a un análisis teórico del funcionamiento del sistema de convertidores catalíticos, seguido de un estudio de las sondas lambda, normativas sobre gases de escape, además del modelo para el análisis de fallas mediante el sistema OBD II (On Board Diagnostics), diseño e implementación de un software para la obtención de datos con la ayuda de un paquete informático, y por último la ejecución del proyecto

ABSTRACT

The project allows to obtain the data necessary to plot the curve that generates the lambda of any vehicle that runs on internal combustion engines. To which has built an operational system, applied to test specific characteristics of catalytic converters and sensors.

A guide fully descriptive of the catalytic converter, applied to gasoline vehicles. Through understanding the operation of the catalytic converter used in the exhaust system was achieved integrating the mechanical part with the electronic part more effectively.

For graphic analysis software is designed for easy application and management for users, able to interpret the data obtained, the diagnosis study elements.

Referring to a theoretical analysis of the operation of catalytic converters, followed by a study of the oxygen sensors, exhaust gas regulations, as well as model for failure analysis using the OBD II system (On Board Diagnostics), design and implementation of a software for data collection with the aid of a software package, and finally the execution of the project

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la política de gestión de la calidad del aire se ha orientado al mejoramiento ambiental de vehículos automotores, a través de acciones como: mejorar el transporte público, reforzar el programa de verificación vehicular e iniciar el programa de reducción a contaminantes. Por otra parte, también

se ha orientado al monitoreo continuo y permanente de la calidad del aire.

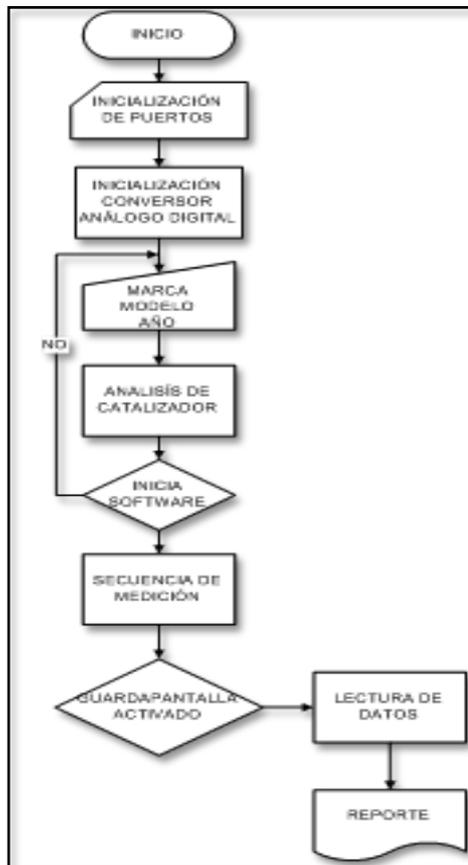
Estas acciones han permitido que se mantenga el cumplimiento de las normas oficiales Ecuatorianas en el caso de la mayoría de los contaminantes del aire y, en particular, que continúe la tendencia a la baja en los indicadores de ozono y partículas suspendidas. Grandes esfuerzos se han realizado para disminuir la cantidad de gases contaminantes que emiten vehículos automotores, sin embargo, no ha sido posible los tres contaminantes principales: CO, HC y NOx. Desde 1975 se utilizan los convertidores catalíticos, que actualmente es lo único que logra reducir dichos contaminantes hasta valores aceptables.

II. DESARROLLO

Mediante los diagramas de flujo se aprecia el funcionamiento del sistema paso a paso, como complemento se explica cada pantalla que se despliegan.

A. Programa Principal

El programa empieza con la inicialización de los puertos, con el conversor análogo digital y además con el establecimiento de ciertos valores de voltaje por defecto y la conexión de los cables del banco de pruebas a los sensores de oxígeno del vehículo.



Fuente: Grupo de investigación

Fig. 1: Diagrama de flujo del programa principal.

Una vez inicializado el programa se procede a encender el vehículo.

El primer punto de visualización es un mensaje de bienvenida que se despliega en la pantalla el cual nos índice que el sistema ha iniciado su trabajo en lo que se refiere a la adquisición de señales.



Fuente: Grupo de investigación

Fig. 2: Pantalla de bienvenida.

Después de unos segundos el mensaje de bienvenida va a desaparecer y en su lugar aparecerá la imagen de la pantalla principal del sistema, sobre la cual se despliegan los menús de comandos virtuales, parámetros de selección de la marca, modelo, año y número de vehículo.

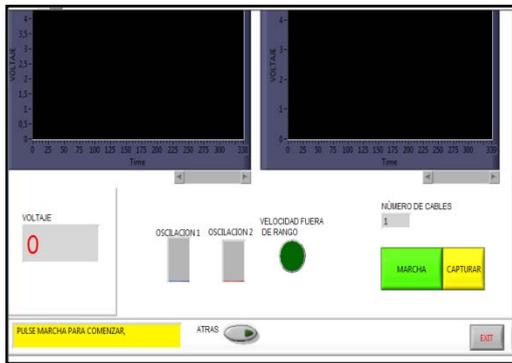
MODELOS		AÑO	SENSOR DE OXIGENO		NÚMERO DE CAL
			UNIVERSAL	TRADICIONAL	
CHEVROLET	ASTRA 2.0 16V	1999...	0 258 986 501		4
AUDAS	ASTRA 2.0 MPFI	1998..._04	0 258 986 501		1
BMW	BLAZER 2.2, 2.4i	1995...	0 258 986 501		1
CHEVROLET	CORSA 1.4, 1.6	1994...	0 258 986 501		1
CHEVROLET	CORSA 1.4, 1.6	1994...	0 258 986 504	0 258 003 744	3
CITROEN	CORSA EVOLUTION 1.6	2002...	0 258 986 501		1
DAEWOO	BLAZER 4.3	1994	0 250 23005		3
DAEWOO	CHEVETTE 1.6	1980	250 21001		1
DAEWOO	LANCIA 2.0 MPFI	1991..._03	0 258 986 501		1
BMW	BMW 4.3	2000...	0 258 005 732		4
BMW	BMW 2.5	2000...	0 258 986 501		4

Fuente: Grupo de investigación

Fig. 3: Selección de datos del vehículo

La pantalla que se visualiza por default son dos sub pantallas donde se genera las señales de oscilación senoidal de cada sensor las revoluciones y los voltajes.

Mediante la activación de los diferentes comandos podemos monitorear las señales



Fuente: Grupo de investigación
Fig.4. pantalla de visualización de la señal

Una vez finalizado el proceso de testeo de las señales de cada sensor, y sus voltajes el programa reproduce una hoja de datos en la cual señala todos los datos que se obtuvo en el paso anterior la cual se puede imprimir y así archivar para sus futuros mantenimientos

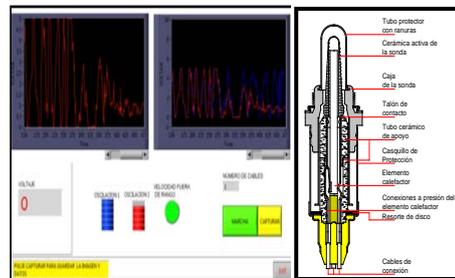
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO - SEDE LATACUNGA						
LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA						
ANÁLISIS DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO						
MODELO	AÑO	SENSOR UNIVERSAL	SENSOR TRADICIONAL	# CABLES		
	2010	0 258 986 507		4		
Peugeot 207		VOLTAJE S1	OSCILACION S1	VOLTAJE S2	OSCILACION S2	CODIGO ERROR
		0,1	0,0002099	0,6	0	S/N
		0,1	0,0002291	0,6	0	S/N
		0,1	0,00045	0,3	0,057451	S/N
		0,1	0,015636	0,4	0,054344	S/N
	0,1	0,016275	0,1	0	S/N	

Fuente: Grupo de investigación
Figura 5: Obtencion de reporte por medio del software

III. PROCEDIMIENTO

A. Comandos de Monitoreo.

Sonda lambda: La sonda lambda de este tipo se utilizan en motores de gasolina dotados de una regulación lambda de dos puntos. Las sondas están entradas en el tubo de escape y detectan simultáneamente el flujo de gases de escape de todos los cilindros.

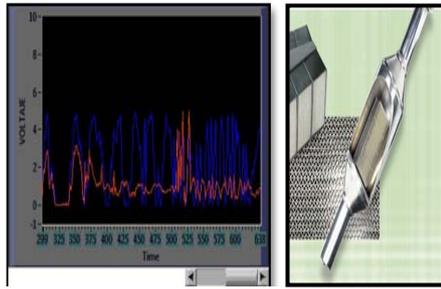


Fuente: Grupo de investigación
Fig.6 .Monitoreo del sensor lambda

La sonda mide la cantidad de oxígeno que existe en los gases de escape del motor y de esta forma envía una señal a la ECU indicando si la mezcla es rica o pobre.

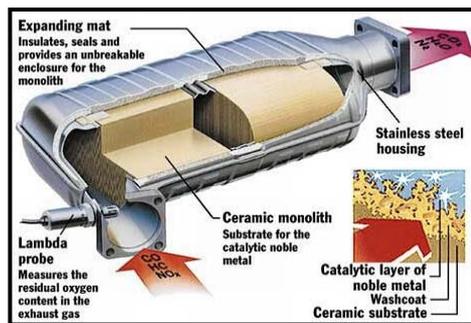
CATALIZADOR

Convierte los hidrocarburos y el monóxido de carbono en vapor de agua y dióxido de carbono, en su interior contiene celdas son sumamente delgadas y dispuestas de tal forma que conforman una superficie de contacto con el gas



Fuente: electromanuales.com
 Fig.7. Monitoreo del catalizador

La capa catalítica activa en catalizadores de oxidación contiene los metales preciosos de platino y/o paladio; en catalizadores de tres vías, adicionalmente contienen rodio. El platino y el paladio aceleran la oxidación de los hidrocarburos y monóxido de carbono; el rodio, la reducción de los óxidos de nitrógeno. El contenido de metales preciosos en un catalizador es de aproximadamente de 1, 2, 3 gr.



Fuente: skyscrapercity.com
 Fig. 8. Estructura interna del convertidor catalítico.

PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA

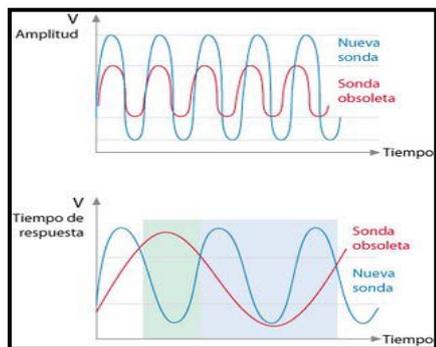
Para configurar el sistema, debemos encender el vehículo, y el banco de

pruebas para catalizadores catalíticos, encender la tarjeta de datos y conectar correctamente los cables al los sensores y a tierra para evitar señales erróneas y escogemos los datos del vehículo por medio de cada botón que se encuentra en las pantallas que se despliegan según se avanza en el proceso.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos de la presente investigación son:

- Señales emitidas por los sensores y visualización en referencia a la frecuencia de muestreo.
- Obtención de datos a tiempo real de captura y comparación, procesamiento y visualización de los datos.
- Calibración adecuada del voltaje y el tiempo, y así mismo de sus canales y elementos ajustables.
- Correcto funcionamiento de las interfaces utilizada, así como la interacción adecuada y pertinente de estas con los microcontroladores.
- Entrega exacta de voltaje desde los reguladores lineales hacia los dispositivos electrónicos que intervienen en el sistema.



Fuente: Grupo de investigación
Fig. 9. Análisis de datos

VI. CONCLUSIONES.

- Se diseñó, construyó e implementó un banco de pruebas para convertidores catalíticos para el monitoreo grafico en tiempo real se las señales emitidas por sensores lambda
- Se desarrolló una programación apta para el manejo en cuanto a señales analógicas, mediante lo cual fue posible intervenir parámetros de referencia tal voltaje.
- Se elaboró un hardware basado en micro electrónica automotriz para el monitoreo de catalizadores.
- El sistema presenta un desarrollo eficiente, debido a la calidad de herramientas que se utilizaron durante su construcción.
- El software labVIEW facilita el diseño y programación de los diagramas electrónicos.

- Se desarrollaron pruebas determinantes en el vehículo mediante el uso del sistema.
- Las pruebas realizadas arrojaron resultados exactos y positivos indicando que el banco de pruebas es un éxito

• BIBLIOGRAFÍA

BATES Martin (2006), Interfacing PIC Microcontrollers: Embedded Design by Interactive Simulation, Burlington MA 01803, USA: Elsevier.

CROUSE William (1992), Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, México: Alfaomega.

IBRAHIM Dogan (2008), Advanced PIC Microcontroller Projects in C, Burlington MA 01803, USA: Elsevier.

IBRAHIM Dogan (2006), Microcontroller Based Applied Digital Control, England: John Wiley & Sons.

BIOGRAFÍA.

Luis Chanatasi, nació en Ambato, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices.



Juan Pullupaxi, nació en Ambato



Ecuador Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices

Germán Erazo nació en Latacunga,



Ecuador, Es ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovables y Administración de Empresas, Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.

Jose Quiroz, nació en Latacunga,



Ecuador, es Ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, Julio del 2013

LOS AUTORES

Chanatasi Basantes Luis Javier

Pullupaxi Chuquirima Juan Carlos

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

Ing. Juan Castro

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE ADMISION Y REGISTRO

Dr. Rodrigo Vaca

*INGENIERIA
AUTOMOTRIZ*

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
AUTOMATIZADO PARA CONVERTIDORES CATALÍTICOS”**

ESPE
2013