

Título del Proyecto de Investigación  
al que corresponde el Reporte Técnico:

**Desarrollo de una máquina automática para validar sensores de nivel de gasolina**

Tipo de financiamiento

Sin financiamiento

Fecha de Inicio: 25/03/2021  
Fecha de Término: 25/03/2022

Tipo de Reporte

Parcial

Final

Autor (es) del reporte técnico:

Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro  
Elva Lilia Reynoso Jardón  
Osslan Osiris Vergara Villegas  
Quirino Estrada Barbosa  
Oscar Tenango Pirin  
Vianey Guadalupe Cruz Sánchez

# Desarrollo de una máquina automática para validar sensores de nivel de gasolina

## Resumen del reporte técnico en español

En este documento se presenta el reporte final correspondiente al desarrollo de una máquina automática para validar sensores de nivel de gasolina. El propósito de la máquina es reducir tiempo y aumentar el desempeño en el proceso de validación de sensores de nivel de gasolina. También, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas antes y después de automatizar la máquina. Los errores de medición entre prueba y prueba son de hasta 0.3%.

## Resumen del reporte técnico en inglés

This document presents the final report corresponding to the development of an automatic machine to validate gasoline level sensors. The purpose of the machine is to reduce time and increase performance in the gasoline level sensor validation process. Also, the results obtained from the tests before and after automating the machine are presented. The measurement errors between test and test are up to 0.3%.

### Palabras clave:

Sensor de gasolina, automatización, módulo de gasolina

### Usuarios potenciales (del proyecto de investigación)

Son aquellas empresas que trabajan en la línea automotriz, principalmente DELPHI Automotive Center

### Reconocimientos

Agradecemos a la empresa DELPHI Automotive Center, en Ciudad Juárez, al alumno Cesar Sánchez Gutiérrez, Ing. Luis Carlos Bencomo Bencomo, por el apoyo otorgado.

## 1. Introducción

Las mediciones en la instrumentación integran en los vehículos conllevan a obtener mejor calidad en los productos fabricados. Además, la automatización de los procesos de producción genera una producción más ágil y con mejor precisión. Las pruebas realizadas a los sensores de gasolina se realizan con la finalidad de verificar el correcto funcionamiento, ya que es un requisito solicitado por el cliente dada su importancia en la seguridad del usuario. Los resultados de las pruebas son compartidos con el cliente y se espera que sean uniformes, es decir, que todos los resultados se observen similares, independientemente de la persona que haya realizado las pruebas.

## 2. Planteamiento

Los errores en la medición de cualquier variable medible se pueden deber a diversos factores. Los errores de medición generados por las personas que llevan a cabo la medición suelen ser frecuentes, y esto involucra el desarrollo de una máquina automática para validar sensores de nivel de gasolina al sector automotriz. En la industria automotriz, la instrumentación que cada día se incrementa en los vehículos es cada vez mayor. Para la verificación del buen funcionamiento de los sensores de gasolina se realiza una prueba denominada altura contra resistencia. Actualmente, el patrón de medición se lleva a cabo por medio de un operador de forma manual. En cada turno de trabajo un operador diferente realiza la medición de los sensores de gasolina dando como resultado discrepancias entre los valores que presentan en sus reportes. Los reportes que cada uno de los operadores realizan son enviados para ser inspeccionados por un ingeniero de validación. Durante estas revisiones las diferencias entre los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a cierto número de piezas son bastante notorias. Ocasionando incertidumbre sobre el desarrollo de la prueba o bien del funcionamiento de las piezas mismas. El principal enfoque se tuvo hacia este problema, son los elementos que afectan en el rendimiento y confiabilidad de resultados de esta prueba, ya que como se mencionó

anteriormente no existe un patrón a seguir y por lo tanto cada uno imprime la velocidad que cree que es conveniente para obtener un buen resultado.

## 2.1 Antecedentes

Los módulos de gasolina llevan aproximadamente un siglo en constante desarrollo desde haber sido descubiertos. Su principal aparición fue marcada con el comienzo de la bomba mecánica, esta no tuvo muchas innovaciones significativas sino fue hasta la bomba eléctrica cuando se registraron todas las actualizaciones que hoy día conocemos. Uno de los inicios de todo el desarrollo fue con el físico holandés Christian Huygens quien diseñó un motor de combustión interna pero la principal idea era que sería alimentado con pólvora ("La evolución del automóvil se remonta al siglo XVII", 2019).

Después en 1854 el presbítero Eugenio Brasantu y Felipe Mauttecci, presentaron como un invento propio el primer motor de combustión interna. El cual tenía la capacidad de operar de forma permanente y más practica en la historia (Gaviria Ríos, Mora Guzmán, Ramiro Agudelo, 2001). Dicho acontecimiento no fue patentado ni reconocido sino hasta aproximadamente 5 años después cual corresponde al francés Joseph Etienne Lenoir la fabricación del conocido primer motor de combustión interna que fue patentado en 1860, se menciona que su eficiencia no era favorable ya que rondaba en el 5% pero incluía una bujía que encendía la mezcla, este motor era de un solo pistón y tiempo, para regresar el pistón había que hacer otra combustión del otro lado se necesitaban dos sistemas de ignición. (Gaviria Ríos, et al., 2001). Gracias a los descubrimientos de Lenoir futuros ingenieros e inventores lograron expandir e investigar más a fondo los futuros motores. En 1864 el ingeniero austriaco Siegfried Marcus construyó un motor de un cilindro con un carburador crudo y conectó su motor a un carro para un viaje rocoso de 500 pies. (La evolución del automóvil se remonta al siglo XVII, 2019). Pudieron habersele atribuido muchos descubrimientos en el rango automovilístico con la construcción de su motor, pero no se han descubierto patentes de este y la única prueba de su construcción indica que era demasiado tarde en la historia de los automóviles. Para continuar y resaltar una fecha importante en la invención de los motores de combustión interna se remota el año 1876 con la patente de Nicolaus Otto del ciclo de cuatro tiempos. Aunque no fue el

primero en desarrollar la idea, fue el primero en patentarla logrando un cambio significativo con la aplicación del conocido "ciclo otto". La máquina de Nikolaus disponía de encendido por chispa externa y accionamiento por pistones alternativos, y pese a que era demasiado grande y pesado para ser utilizado en automóviles, pronto se empezó a fabricar en grandes cantidades para aplicaciones estacionarias (Llamas, 2017).

## 2.2 Marco teórico

En el laboratorio de gasolina de DELPHI Automotive Center, en Ciudad Juárez Chihuahua, se realizan distintas pruebas a módulos de gasolina. La finalidad es asegurar su correcto funcionamiento en los diferentes escenarios a los que podrían estar expuestos durante su vida útil buscando siempre la seguridad del usuario final.

### **Módulo de Gasolina**

El módulo de combustible es un componente del sistema de suministro de combustible que controla la cuantificación y extracción del combustible dentro del tanque de combustible que todo vehículo posee, Figura 1. Algunos vehículos poseen varios módulos de combustible en sus tanques de combustible. Algunas características de estos módulos son:

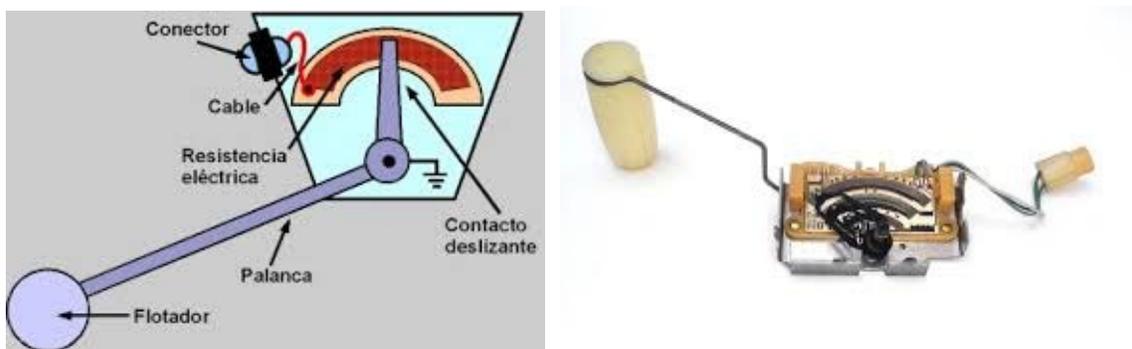
- Están fabricados con plástico POM (polioximetileno) para evitar que los tubos se rompan durante la instalación se suministran arnés de cables y piezas de instalación si es necesario.
- La mayoría de los modelos incluye cedazos de combustible para un proceso de instalación más sencillo. Algunas bombas de combustible poseen conmutadores de carbón, que generan menos calor y ofrecen una mayor durabilidad.
- El sensor de nivel de combustible utiliza una aleación de paladio-plata para mayor durabilidad, siguen las especificaciones del fabricante en materia de voltaje, amperaje, resistencia, presión y volumen.



*Figura 1. Módulo de Combustible.*

### **Sensor de nivel de Gasolina**

La función de este dispositivo es la de medir la cantidad de combustible restante en el tanque. La manera en llevar a cabo esta labor es que a cierta altura del flotador, este arroje un valor de resistencia, dando como resultado una señal eléctrica. Esta señal es conducida directamente hacia la aguja que muestra la lectura en el tablero de los automóviles y notifica al conductor el combustible existente en el tanque.



*Figura 2. Sensor de Nivel de Gasolina*

La de altura contra resistencia es una de las pruebas con la cual se valida el correcto funcionamiento del sensor de nivel. Esta prueba consiste en indicar al usuario el nivel de combustible dentro del tanque para evitar que el vehículo se quede sin gasolina.

Actualmente, la prueba de altura contra resistencia se realiza de manera manual utilizando una herramienta llamada pie de rey. Esta herramienta se encarga de medir la altura en milímetros y con un multímetro se mide la resistencia que el sensor de nivel ha registrado desde la posición de vacío a lleno.

El sensor de nivel de combustible exacto es utilizado por los conductores para medir el nivel y el volumen de diésel o gasolina en los depósitos de los automóviles, autobuses y otros vehículos. Este dispositivo se monta directamente en el depósito de combustible y está conectado a la terminal de navegación, la cual registra las lecturas del medidor del nivel de combustible.

Hoy en día hay muchos sensores que van desde el flotador más popular al ultrasonido. Se diferencian unos de otros en el principio de funcionamiento, la estructura y el tipo de señal de salida. Básicamente, en los sensores de flotador de nivel nominal de combustible existe una señal analógica en la salida. Además, el sensor supone la codificación de valores en algunas magnitudes físicas, generalmente la de voltaje o corriente. Sus principales ventajas son la versatilidad y simplicidad.

### **Software LabVIEW**

LabVIEW es un sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición de control, análisis y presentación de datos. LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques, (Tutorial LabVIEW (s.f)).

### 3. Objetivos general

Desarrollar una máquina automática para validar sensores de nivel de gasolina para reducir errores de medición y tiempos de pruebas.

#### 3.1 Objetivos específicos

- Seleccionar materiales y componentes para la construcción del prototipo de la máquina.
- Desarrollar un código mediante el software comercial LabVIEW para el control de la máquina.
- Construir el equipo de manera versátil para probar sensores de diferentes clientes y dimensiones.
- Analizar resultados y validación del equipo con base a los requerimientos del cliente.
- Implementar el equipo en la línea de trabajo en la empresa DELPHI.

### 4. Metodología

**1. Análisis y planeación.** Se realizará el análisis detallado del desarrollo del sistema como son: revisión de la literatura relacionada con sensores de nivel de gasolina y su proceso de medición.

**2. Diseño.** Etapa en donde se desarrollan los planos de construcción de la máquina de medición del sensor de gasolina en un software CAD como son: la estructura o esqueleto de la máquina. En esta etapa se logrará adquirir todos los planos para la creación de la máquina de medición de sensores de gasolina.

**3. Implementación.** En esta etapa se integra la etapa del diseño. Al tener definido el diseño de la máquina de medición de sensores se procede a realizar las siguientes actividades: desarrollar código de funcionamiento de la máquina mediante un software comercial LabVIEW. Instrumentar y poner en operación en la línea de trabajo de la empresa DELPHI y adquirir datos de las diferentes mediciones de los sensores de gasolina.

**4. Validación.** Se realiza la validación de la máquina de medición de sensores. Se comparan los resultados obtenidos entre un grupo de muestras obtenidas por cada operador. En esta etapa al realizar la validación se determina si la máquina es confiable en su funcionamiento.

**5.Documentación.** Se realiza la documentación de la máquina de medición de sensores. La documentación incluye el manual de usuario cuyas partes son: el manual técnico que describe el funcionamiento y desarrollo del proyecto, y el manual de mantenimiento. El acervo tecnológico quedará descrito en un documento donde se encuentran los detalles y características particulares del desarrollo, así como los procesos y procedimiento necesarios para su uso.

## 5. Instituciones, organismos o empresas de los sectores social, público o productivos participantes.

Delphi Automotive Systems, S.A De C.V.

## 6. Resultados

En la Figura 3 se puede apreciar el comportamiento de 4 pruebas realizadas por diferentes operadores. Cada uno de los operadores realizaba la medición de forma manual de la mejor manera posible. Como se puede observar el comportamiento de la resistencia en cada una de las mediciones resulta ser diferente en cada medición. Comparando cada resultado de manera cualitativa es claro observar cada una de las curvas tiene una diferencia notable entre cada una de ellas. Al calcular el error relativo porcentual entre cada medición de la prueba 1 identificada como (*resistencia*) contra la prueba 2 (*resistencia2*) el porcentaje de error fue de hasta 35%. Con respecto a las pruebas 2 (*resistencia2*) y 3 (*resistencia3*) el error determinado fue de 60% y entre la prueba 3 (*resistencia3*) y 4(*resistencia5*) la variación del error es de 20%. De acuerdo con los cálculos encontrados la variación es muy alta y poco confiables.

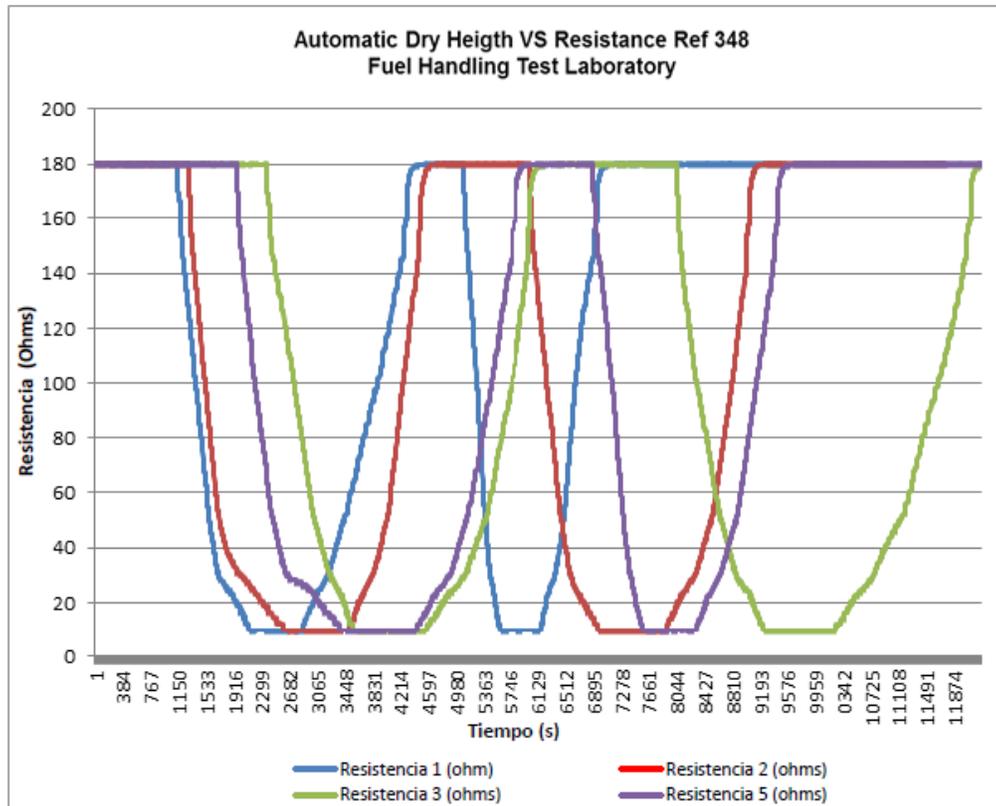


Figura 3. Resultados altura vs resistencia obtenidos de forma manual.

En la Figura 4.2 se puede observar el comportamiento de las 4 pruebas realizadas, pero ahora con la maquina automatizada. Comparando los resultados de forma cualitativa es claro observa que la tendencia entre cada resultado no presenta diferencia entre ellas como en el caso anterior. Al calcular el error relativo porcentual entre cada medición de la prueba 1 identificada como (*resistencia 1*) contra la prueba 2 (*resistencia2*) el porcentaje de error fue de 0.5%. Con respecto a las pruebas 2 (*resistencia2*) y 3 (*resistencia3*) el error determinado fue de 0.3% y entre la prueba 3 (*resistencia3*) y 4(*resistencia5*) la variación del error es de 1.14%. De acuerdo con los cálculos encontrados las variaciones entre cada prueba resultan confiables.

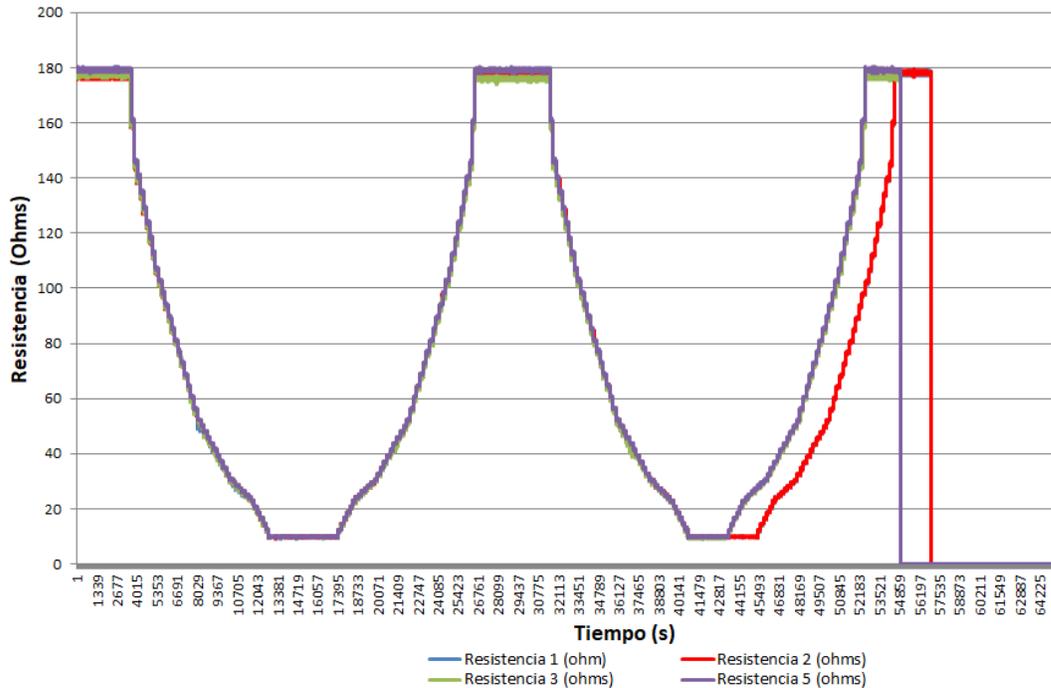


Figura 4. Resultados obtenidos con la máquina de altura vs resistencia automática

## 7. Productos generados

Reporte técnico y el desarrollo de la máquina automatizada para la medición de sensores de gasolina.

## 8. Conclusiones

Dentro de las conclusiones, se automatizó una máquina para validar sensores de nivel de gasolina y reducir errores de medición en altura contra resistencia, así como los tiempos de prueba.

Basados en los datos obtenidos podemos confirmar que, utilizando la máquina de altura vs resistencia automatizada, los resultados de las 4 muestras tienden a tener un comportamiento similar. La reducción de la variación entre cada prueba redujo notablemente con un valor de error entre 0.3% como mínimo y hasta 1.14% como máximo.

De esta manera se pueden obtener los puntos en Ohm. requeridos; al tener una velocidad igual al subir que al bajar el brazo del sensor también se registra una mayor cantidad de datos que ayudan al cliente a conocer mejor el funcionamiento de cada pieza. En la última etapa se llevó a cabo una serie de validaciones concernientes a los estándares de la empresa los cuales son de uso exclusivo.

## 9. Mecanismos de transferencia

El mecanismo de transferencia consiste en capacitación para los empleados de la empresa por medio de la máquina automática.

## 10. Contribución e impacto del proyecto

El desarrollo de tecnología propia de la empresa Delphi ayudará al crecimiento tanto de la empresa como de los empleados involucrados. Además, el proyecto dará reconocimiento a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez como creadora del proyecto. Por otro lado, la máquina de medición de sensores de gasolina servirá para disminuir los tiempos de medición. También ayudará a estudiantes a familiarizarse con proyectos relacionados con metrología. Otro de los puntos importantes es generar la metodología de medición de los sensores de gasolina.

## 11. Impacto económico, social y/o ambiental en la región

Con este proyecto se planea reducir o eliminar la variación entre prueba y prueba, independientemente del recurso humano que la lleve a cabo.

## 12. Referencias (bibliografía)

Areny, R. P. (2001). *Sensores y Acondicionadores de Señal*. México: Marcombo.

Vizcaino, J. P. (2007). *LabView: entorno gráfico de programación*. Barcelona: Marcombo.

Mileaf, H. (1999). *Electricidad*. México: Limusa.

Rubió, S. (1986). *Tratado de Electricidad. 1 Corriente Continua*. México: GG.

Rubió, S. (1994). *Tratado de Electricidad 2. Corriente Alterna*. México: GG.

Tutorial de Labview. Recuperado de [https://woody.us.es/ASIGN/IE\\_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf](https://woody.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf)

## 13.Anexos

Ciudad Juárez a 25 de marzo de 2022

**A QUIEN CORRESPONDA  
P R E S E N T E.-**

Por medio de la presente informo a ustedes la conclusión del proyecto **Desarrollo de una máquina automática para validar sensores de nivel de gasolina**, trabajo que se ha validado en nuestra empresa Delphi de México, S.A. de C.V., en el laboratorio de pruebas *Fuel Handling* en colaboración con investigadores de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Las pruebas de medición a sensores de gasolina se realizan de forma manual lo que con lleva a errores en la medición que suelen ser frecuentes. Con base en las necesidades de dar una mejor calidad en la medición en sensores de gasolina a los clientes, así como por el conocimiento de la industria, se identificó que la mayoría de los errores en la medición consistía en cada cambio de operador. Además, las pruebas de validación tomaban largos tiempos de validación. Por lo que operadores, técnicos e ingenieros tome largos tiempos en validar los sensores de nivel gasolina. La solución aplicada para incrementar la producción es contratar más mano de obra, lo que implica incremento de gastos en la empresa.

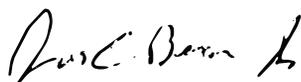
Para el caso particular de la máquina desarrollada por Delphi en conjunto con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la validación de pruebas funcionales es llevada a cabo de manera automática, por lo tanto, el cambio de personal provoca que las mediciones no se alteren y los tiempos se acorten. El producto desarrollado tiene también una línea de implementación académica, ya que los estudiantes de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez podrán asistir a la empresa y realizar prácticas con el equipo y aprender su uso. Parte importante del proyecto corresponde al diseño de un módulo de pruebas, incrementar el número de pruebas que se pueden realizar en un solo módulo y reducir el tiempo de producción.

Las actividades mencionadas en el párrafo anterior fueron realizadas por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, específicamente por el equipo integrado por: Ing. Cesar Sánchez Gutiérrez, Dr. Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro, Dra. Elva Lilia Reynoso Jardón y Dr. Oscar Tenangó Pirin, quienes concluyeron de manera exitosa.

Sin otro particular por el momento quedamos de ustedes para cualquier aclaración al respecto.

DELPHI DIESEL SYSTEMS, S. DE R.L. DE C.V.  
RFC: DDS8907011C3  
Av. Hermanos Escobar No. 5756 - B  
Col. Frayssste Chamizal C.P. 32310

Atentamente



Ing. Luis Carlos Bencomo Bencomo  
Encargado de proyecto en el  
laboratorio de pruebas Fuel Handling

## 14. Taxonomía de los Roles de Colaborador (con las actividades logradas)

| Roles  | Definición de los roles   | Nombre de él(la) investigador(a)                                      | Figura                      | Grado de contribución | Actividades logradas durante el proyecto   | Tiempo promedio semanal (en horas) dedicado al proyecto |
|--|---|---|-----------------------------|-----------------------|--|---|
| Responsabilidad de la dirección del proyecto                             | Coordinar la planificación y ejecución de la actividad de investigación. Organiza los roles de cada colaborador, tiene la habilidad de identificar potenciales de cada individuo para generar una sinergia de equipo colaborativo.  | Dra. Elva Lilia Reynoso Jardón  | Director(a) del proyecto    | - Principal           | Desarrollo del proyecto mediante la coordinación y asignación de tareas a los colaboradores.   | 10  |
| Responsabilidad de supervisión   | Elaborar la planificación de las actividades de la investigación (cronogramas y controles de seguimiento), describe los roles identificados por el director del proyecto y facilita el apoyo constante a todos los roles para conseguir un trabajo integral, coherente y que llegue a buen término. | Dr. Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro                                  | Supervisor del proyecto     | - Principal o         | El Dr. Nandayapa fue el encargado de la supervisión de documentos y de que cada una de las actividades se desarrollaran de forma correcta.               | 6   |
| 3. Realización y redacción de la propuesta                               | Preparación, creación y redacción de la propuesta de investigación, específicamente la redacción, revisión de coherencia del texto, presentación de los datos y la normatividad aplicable para garantizar el cumplimiento de los requisitos.  | Dr. Osslán Osiris Vergara Villegas                                    | Redactor de la propuesta    | - De apoyo            | En base a la experiencia del doctor ayudo al diseño del equipo   | 10  |
| 4. Desarrollo o diseño de la metodología                                 | Contribuir con el diseño de la metodología, modelos a implementar y el sustento teórico, empírico y científico para la aplicabilidad de los instrumentos en la ejecución del proyecto.  | Dr. Oscar Tenango Pirin   | Diseñador de la metodología | -<br>- De apoyo       | El Dr. Oscar Pirin ayudo con la propuesta de la metodología a seguir del proyecto.   | 10  |
| 5. Recopilación / recolección de datos e información                     | Ejecuta las estrategias propuestas en acciones encaminadas a obtener la información, haciendo la recopilación de datos y la inclusión de la evidencia en el proceso.  | Dr. Quirino Estrada Barbosa   | Recopilador de datos        | - De apoyo            | El Dr. Quirino Estrada Barbosa en base al análisis de elemento finito fue el encargado de obtener los datos necesarios para la estructura de la máquina. | 6   |
| 6. Elaboración del análisis formal de la investigación                   | Aplicar métodos estadísticos, matemáticos, computacionales, teóricos u otras técnicas formales para analizar o sintetizar los datos del estudio. Verifica los resultados preliminares de cada etapa del análisis, los experimentos implementados y otros productos comprometidos en el proyecto.    | Dr. Vianey Cruz Sánchez   | Analista de datos           | - Principal           | Durante la obtención de resultados se analizaron para presentarlos y reportarlos para la validación del equipo   | 10  |
| 7. Preparación, creación y/o presentación de los productos o entregables | Preparar la redacción del reporté técnico de avance parcial y el reporte técnico final. Se hace la revisión crítica, la recopilación de las observaciones y comentarios del grupo de investigación. Y finalmente se procede a la edición del documento a entregar.                                  | Dra. Elva Lilia Reynoso Jardón y Dr. Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro | Editor de reportes técnicos | - Principal           | Los doctores se dedicaron a la redacción de los documentos, así como complementar la investigación.  | 10  |

## 15. Estudiantes participantes en el proyecto

| <b>Nombre de estudiante(s)</b> | <b>Matrícula</b> | <b>Tiempo promedio semanal (en horas) dedicado al proyecto</b> | <b>Actividades logradas en la ejecución del proyecto</b> |
|--------------------------------|------------------|--|--|
| Cesar Sánchez Gutiérrez        | al162742         | 20   | Armado y verificación del funcionamiento de máquina.     |