

**SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA LOS VEHICULOS X90 DE LA  
PLANTA DE RENAULT-SOFASA**

**CAMILO ANDRÉS CÁRDENAS ESCOBAR**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA DE ENVIGADO  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA INGENIERIA ELECTRONICA  
ENVIGADO  
2011**

**SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA LOS VEHICULOS X90 DE LA  
PLANTA DE RENAULT-SOFASA**

**CAMILO ANDRÉS CÁRDENAS ESCOBAR**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico**

**Asesor  
HÉCTOR FERNANDO VARGAS MONTOYA  
Ingeniero de Sistemas y Tecnólogo en Sistemas**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA DE ENVIGADO  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA INGENIERIA ELECTRONICA  
ENVIGADO  
2011**

**SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA LOS VEHICULOS X90 DE LA  
PLANTA DE RENAULT-SOFASA**

**NOTA DE ACEPTACION:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Firma del Presidente del Jurado**

\_\_\_\_\_  
**Firma del Jurado**

\_\_\_\_\_  
**Firma del Jurado**

## **DEDICATORIA**

**Primero que todo a Dios por darme la fortaleza necesaria para continuar mi camino después de caer y saber que siempre me mostro la luz cuando todo era oscuridad.**

**A los dos pilares más importante que he tenido en mi vida mi padre Manuel José Cárdenas y mi madre Soledad Escobar Castaño, quienes siempre tuvieron una palabra de apoyo y de aliento en los momentos mas difíciles de mi vida.**

**A mis hermanos por su apoyo e incondicionalidad en todo momento.**

**A mi amigo Rolando Agudelo por estar siempre en todo momento apoyándome y dándome una voz de aliento para superar todos los obstáculos. Y a quien fue un soporte importante para terminar mi carrera.**

**A la mujer a quien en algún momento fue la razón por la que continúe mis estudios, siendo esta uno de los motivos por el cual nunca desistí.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi familia y todas las personas que hicieron su aporte, brindándome su apoyo en todo momento y aportando a mi crecimiento personal, espiritual y profesional.**

**Durlandy Chaverra, por su orientación y colaboración para la culminación de este proyecto.**

**Germán Forero, por su ayuda y orientación en el desarrollo del prototipo, a quien gracias a sus conocimientos se facilitó la ejecución de este.**

## CONTENIDO

		<b>Pág.</b>
	INTRODUCCION	18
1.	INFORME ASPECTOS GENERALES LA DE PRÁCTICA EMPRESARIAL En la Sociedad De Fabricación Automotores SOFASA.	19
1.1	ASPECTOS GENERALES DE LA PRÁCTICA	19
1.2	CENTRO DE PRÁCTICA	19
1.3	FILOSOFIA CORPORATIVA	19
1.4	OBJETIVO DE PRÁCTICA	20
1.5	JUSTIFICACION	21
2.	ESPECIFICACIONES DE ACUERDO CON LA MODALIDAD (ÁMBITO) DE PRÁCTICA	22
2.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	22
2.2	EQUIPO DE TRABAJO.	23
2.3	METODOLOGÍA DE TRABAJO	24
2.3.1	Primera Etapa, Formaciones:	24
2.3.2	Segunda etapa, Análisis de la competencia	24
2.3.3	Tercera Etapa, Apoyo en todos los temas relacionados a las prestaciones de los vehículos:	24
2.4	RESULTADOS ESPERADOS	24
3.	SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE ACUERDO CON LA MODALIDAD DE LA PRÁCTICA.	26
3.1	Análisis de la Competencia.	26
3.2	Apoyo en el maquetaje de Piezas.	27
3.3	Implementación de Dispositivo Controlador de Ciclado.	28
3.4	Desarrollo de Piezas	30
3.5	Misiones	32

		<b>Pág.</b>
4.	PROYECTO DE PRÁCTICA PARA LA AGENCIA O CENTRO DE PRÁCTICAS	33
4.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DEL PROYECTO DE PRÁCTICA	33
4.2	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.	35
4.3	OBJETIVOS DEL PROYECTO DE PRACTICA	35
4.3.1	OBJETIVO GENERAL	35
4.3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	35
4.4	DISEÑO METODOLÓGICO DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.	36
4.4.1	Etapa de Recopilación de la información	36
4.4.2	Diseño del prototipo	36
4.4.3	Evaluación del prototipo	37
4.5	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.	38
4.6	PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.	39
5.	DESARROLLO DEL PROYECTO DE PRÁCTICA	43
5.1	REFERENTE TEORICO	44
5.1.1	METROLOGIA	44
5.2.1	¿Qué es LabVIEW?	45
5.2.2	Características de <i>LabVIEW</i> .	45
5.2.3	Requerimientos de LabVIEW.	46
5.2.4	Instrumentos virtuales VI.	47
5.2.5	Paletas.	48
5.2.6	Programación En LabVIEW.	54
5.2.7	Estructuras.	56
5.3	DISEÑO DEL PROTOTIPO	63
5.3.1	SINTESIS PROGRAMA LABVIEW	68



## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
<b>TABLA 1.</b>	Cargo y funciones del Equipo de trabajo.	<b>23</b>
<b>TABLA 2.</b>	Cronograma de actividades del proyecto de práctica.	<b>38</b>
<b>TABLA 3.</b>	Presupuesto Global del Proyecto.	<b>39</b>
<b>TABLA 4.</b>	Presupuesto del Personal.	<b>39</b>
<b>TABLA 5.</b>	Presupuesto de materiales y suministros.	<b>40</b>
<b>TABLA 6.</b>	Presupuesto Salidas de campo.	<b>41</b>
<b>TABLA 7.</b>	Presupuesto bibliografía.	<b>42</b>
<b>TABLA 8.</b>	Presupuesto de equipos.	<b>42</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 1.</b> Organigrama del departamento ingeniería.	<b>20</b>
<b>FIGURA 2.</b> Esquema Dispositivo Controlador de Ciclado.	<b>29</b>
<b>FIGURA 3.</b> Esquema Implementado en SOFASA.	<b>30</b>
<b>FIGURA 4.</b> Traviesa Puesto de Conducción.	<b>31</b>
<b>FIGURA 5.</b> Monograma Renault	<b>31</b>
<b>FIGURA 6.</b> Soporte placa	<b>31</b>
<b>FIGURA 7.</b> Prueba de frenado.	<b>34</b>
<b>FIGURA 8.</b> Panel Frontal con los Tipos de Indicadores.	<b>47</b>
<b>FIGURA 9.</b> Diagrama De Bloques DE CODIGO Gráfico G	<b>48</b>
<b>FIGURA 10.</b> Paleta de Herramientas.	<b>49</b>
<b>FIGURA 11.</b> Paleta de Controles.	<b>50</b>
<b>FIGURA 12.</b> Paleta de Funciones.	<b>52</b>
<b>FIGURA 13.</b> Barra de Herramientas LabVIEW.	<b>55</b>
<b>FIGURA 14.</b> Barra de Herramientas LabVIEW. Boton Run	<b>55</b>
<b>FIGURA 15.</b> Barra de Herramientas LabVIEW. Botón <i>Continuous</i> Run	<b>55</b>
<b>FIGURA16.</b> Barra de Herramientas LabVIEW. Botones de Parada.	<b>56</b>
<b>FIGURA 17.</b> Estructuras.	<b>56</b>
<b>FIGURA 18.</b> Case structure.	<b>57</b>
<b>FIGURA 19.</b> Sequence Structure.	<b>57</b>
<b>FIGURA 20.</b> Sequence Structure. Paso de un dato.	<b>58</b>

	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 21.</b> Structure For	<b>58</b>
<b>FIGURA 22.</b> Shift Register with for	<b>59</b>
<b>FIGURA 23.</b> Shift register	<b>59</b>
<b>FIGURA 24.</b> While loop	<b>60</b>
<b>FIGURA 25.</b> Diagrama de Bloques de la ecuación anterior.	<b>60</b>
<b>FIGURA 26.</b> Ecuación con Formula node.	<b>61</b>
<b>FIGURA 27.</b> Operadores y Funciones Para definir una función.	<b>61</b>
<b>FIGURA 28.</b> Expresión Incondicional.	<b>62</b>
<b>FIGURA 29.</b> Expresión Incondicional True y False.	<b>62</b>
<b>FIGURA 30.</b> Expresión Incondicional True y False en un nodo.	<b>62</b>
<b>FIGURA 31.</b> Modulo de LabVIEW.	<b>63</b>
<b>FIGURA 32.</b> Sistema típico DAQ	<b>64</b>
<b>FIGURA 33.</b> Bloque terminal.	<b>65</b>
<b>FIGURA 34.</b> Diagrama de Bloques de LabVIEW	<b>66</b>
<b>FIGURA 35.</b> Panel Frontal	<b>67</b>
<b>FIGURA 36.</b> Explicación Programa Diagrama de Bloques.	<b>67</b>
<b>FIGURA 37.</b> Captador de velocidad.	<b>68</b>
<b>FIGURA 38.</b> Captador de velocidad.	<b>68</b>
<b>FIGURA 39.</b> Convertidor de Frecuencia a Voltaje.	<b>69</b>
<b>FIGURA 40.</b> Convertidor de Frecuencia a Voltaje.	<b>69</b>
<b>FIGURA 41.</b> Ventilador	<b>69</b>
<b>FIGURA 42.</b> Termocupla	<b>71</b>
<b>FIGURA 43.</b> Termocupla	<b>71</b>

<b>FIGURA 44.</b>	<b>Galga extensiométrica</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 45.</b>	<b>Sensor de presión</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 46.</b>	<b>Sensor de presión</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 47.</b>	<b>Inversor.</b>	<b>75</b>

## LISTA DE ANEXOS

		<b>Pág.</b>
<b>ANEXO A.</b>	Análisis De La Competencia.	<b>82</b>
<b>ANEXO B.</b>	Informe Misiones.	<b>85</b>
<b>ANEXO C.</b>	Tabla De Termocupla Tipo K.	<b>88</b>
<b>ANEXO D.</b>	Articulo Científico.	<b>91</b>
<b>ANEXO E.</b>	Carta De Conformidad Del Proyecto.	<b>101</b>

## GLOSARIO

**AC:** Aire Acondicionado.

**CALCULADOR:** Parte que se refiere al computador del vehículo o dispositivo que almacena la información de todas las señales de este.

**DA:** Dirección Asistida.

**DIEC:** División de Ingeniería de Equipamiento de la Carrocería.

**DPC:** Dirección Prestación Cliente.

**FRECUENCIA:** Numero de veces que se repite un proceso periódico o señal por unidad de tiempo.

**HERRAMENTALES:** Molde donde se hará la inyección o troquelado de una pieza.

**H79:** Se refiere a un nuevo proyecto, Información confidencial.

**INTERFAZ:** Es el punto, el  $A = \pi r^2$  o la superficie a lo largo de la cual dos cosas de naturaleza distinta convergen. Por extensión, se denomina interfaz a cualquier medio que permita la interconexión de dos procesos diferenciados con un único propósito común.

**MISION:** Se refiere a un viaje ya sea de proyectos, de intervención o de formación.

**ODOMETRO:** es un dispositivo que indica la distancia recorrida en un viaje por un vehículo.

**PERTURBACION:** Señal indeseada que entra en el proceso y afecta adversamente el valor de la salida, estas pueden ser internas o externas.

**PLANNING:** Cronograma de actividades a seguir por el proveedor.

**PROGRAMA:** Conjunto de ordenes, palabras y símbolos producto de un análisis efectuado, creado expresamente para ordenar de modo racional los pasos que una computadora ha de dar para realizar un trabajo.

**QAS:** Encuesta de satisfacción de los clientes realizada en Colombia.

**RECOLECCION DE DATOS:** Suministra la información de todos los datos de entrada y salida que se obtienen de cualquier sistema mediante una prueba o una aplicación.

**SENSOR:** Dispositivo que detecta, o sensa manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, temperatura, etc.

**SEÑAL:** Información que proviene de algún instrumento medible. Información que representa un valor cuantificado.

**SOFTWARE:** Elemento intangible (programas), sin el cual la computadora no podría funcionar.

**SOPORTE DE ENSAYO:** Se refiere a los vehículos disponibles para la realización de ensayos, maquetajes y pruebas del área de la DPC.

**VEHICULO X90:** Se refiere a la gama ensamblada en la Planta de envigado que comprende L90=Logan y B90 = Sandero.

**VI:** Instrumentos Virtuales del ambiente LabVIEW.

**VELOCIMETRO:** es un instrumento que mide el valor de la rapidez media de un vehículo.

**VOLTIO:** unidad de medición de la diferencia de potencial o tensión eléctrica.

## **RESUMEN**

RENAULT-Sofasa con sus 40 años de vida, es una Empresa reconocida por sus altos estándares de calidad y considerada como una de las mejores en la región América, en cuanto a indicadores de calidad, costo, plazo y productividad. Con el modelo que se plantea, se contribuirá al posicionamiento de la empresa en cuanto a Calidad y servicios prestados, esto mediante un prototipo que automatizará el proceso de pruebas y ensayos en el área de la DPC, visualizando y almacenando las variables emitidas por el vehículo en una base de datos, las cuales podrán ser analizadas y comparadas posteriormente por las personas calificadas. Contribuyendo a diagnosticar y detectar los posibles inconvenientes que podría tener un cliente con el vehículo en un futuro.

En este documento se presenta la información de la practica realizada en la empresa RENAULT-Sofasa cuyo contenido comprende información general de la empresa junto con los objetivos planteados en concordancia con el centro de prácticas, las funciones desarrolladas durante el proceso, análisis de dichos procesos e identificación de aspectos para mejorar, metodología planteada con respecto a las funciones especificadas y los resultados esperados tanto por la empresa como por la institución.

En el transcurso de la practica se llevo a cabo la ejecución del proyecto Sistema de adquisición de datos para los vehículos X90 de la planta de RENAULT-Sofasa, con el fin de participar en el mejoramiento tecnológico y en la automatización de uno de los procesos de la empresa proporcionando una herramienta que posibilita la metrología y la administración de datos de las variables principales probadas en este tipo de vehículos. Se describe todo el desarrollo que involucra la evolución del proyecto y finalmente se presenta el producto realizado junto con las conclusiones y recomendaciones del desarrollo de la práctica en general.

## **ABSTRACT**

RENAULT-Sofasa With 40 years of life, is a company known for its high quality standards and considered the best Renault plant in America in terms of indicators of quality, cost, time and productivity. With the prototype raised will contribute to positioning the company in terms of quality and services provided, and that through this project will be able to view and store variables that must be taken in the field (vehicle testing), which can be analyzed and compared with standards required for the dynamic tests. This will contribute to detect potential problems that could have a customer with the vehicle in the future.

This document presents the information in the undertaking practice Sofasa whose content includes an overview of the company with the objectives in line with the practice center, the functions performed during the process, analysis of these processes and identifying aspects for improvement, proposed methodology based on the specified functions and expected results by both the company and for the institution.

During the practice was carried out project implementation metrological system for vehicles plant X90 RENAULT-SOFASA in LabVIEW, in order to participate in technological improvement and automation of the processes of company by providing a tool that enables metrology and data management of the main variables tested in this type of vehicle. It describes the whole development project involves the development and finally presents the product and in conjunction with the conclusions and recommendations for the development of general practice

## **INTRODUCCION**

En los procesos de formación y capacitación de los ingenieros de la Institución Universitaria de Envigado siempre está presente la comunicación y el acompañamiento de las empresas tecnológicas del sector productivo. Esta relación de universidad y empresa proporciona una formación integral donde el

estudiante pone en práctica el conocimiento adquirido y reconoce la demanda y la responsabilidad del mundo laboral.

En el presente documento se realiza un informe acerca del desarrollo de la práctica profesional en la Sociedad De Fabricación Automotores SOFASA donde se evidencia la vinculación del estudiante al mundo laboral en aplicaciones afines con el área de electrónica, en un ambiente real, donde pueda aplicar su conocimiento y analizar sus fortalezas y debilidades.

La Metrología tiene por objeto el estudio de los sistemas de medida en cualquier campo de la ciencia. También tiene como objetivo indirecto que se cumpla con la calidad, dada esta condición y con el objetivo de verificar diferentes medidas y realizar los ajustes necesarios en los vehículos, SOFASA debe inspeccionarlos periódicamente a través de recorridos.

De tal manera se puede observar de forma general las actividades realizadas durante el transcurso de la practica y el desarrollo del proyecto SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA LOS VEHICULOS X90 DE LA PLANTA DE RENAULT-SOFASA, ejecutado con el objetivo de desarrollar el prototipo de una herramienta, que permita de forma automática la medición, monitoreo y almacenamiento en tiempo real de las variables de temperatura, velocidad, distancia, desaceleración y presión al frenar.

## **1. INFORME ASPECTOS GENERALES LA DE PRÁCTICA EMPRESARIAL en RENAULT-Sofasa.**

### **1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA PRÁCTICA**

**Tabla 1.** Aspectos generales de la práctica

<b>Nombre de Estudiante</b>	Camilo Andrés Cárdenas Escobar
-----------------------------	--------------------------------

<b>Programa Académico</b>	Ingeniería Electrónica
<b>Nombre de la AGENCIA O CENTRO DE PRÁCTICA</b>	RENAULT-Sofasa
<b>NIT.</b>	890900118-1
<b>Dirección</b>	Calle 39 Sur # 48-180
<b>Teléfono</b>	276 00 22
<b>Dependencia o Área</b>	Ingeniería – Dirección Prestación Cliente
<b>Nombre Completo del Jefe del estudiante</b>	Samuel Alberto Gómez Soto
<b>Cargo</b>	Gerente Grupo DIESE – DIMAT - DPC
<b>Labor que desempeña el estudiante</b>	<p>Analisis de la competencia.</p> <p>Apoyo en el Area de la DPC.</p> <p>Desarrollo de Piezas.</p>
<b>Nombre del Asesor de práctica</b>	Héctor Fernando Vargas Montoya
<b>Fecha de inicio de la práctica</b>	Julio 18 de 2010
<b>Fecha de finalización de la práctica</b>	Diciembre 19 de 2010

## 1.2 CENTRO DE PRÁCTICA

**RENAULT-Sofasa.**

## 1.3 FILOSOFIA CORPORATIVA

“La Sociedad de Fabricación de Automotores S.A., SOFASA, tiene como objetivo, ensamblar, importar y comercializar vehículos del grupo Renault en los mercados latinoamericanos y del Caribe, a través de distribuidores y concesionarios, con respaldo de posventa”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> INTRANET, RENAULT-Sofasa, Septiembre 7 de 2010, Medellín.

“La organización pretende consolidarse como actor en la estrategia comercial e industrial de la marca Renault, además, tiene como propósito generar riqueza y bienestar en Colombia, siendo excelentes ensambladores y comercializadores del sector automotor en América. Entre sus valores corporativos se destacan, la estimulación de un ambiente de trabajo cálido, y retador, en el que se asumen riesgos; la honestidad y la integridad; el respeto a los trabajadores, asociados y al medio ambiente; consideran la calidad una obsesión; valorando además el trabajo en equipo y la firme decisión de ser cada vez mejores”.<sup>2</sup>

**VISION:** “RENAULT-Sofasa es una empresa innovadora, líder en el mercado Colombiano y plataforma exportadora de la Alianza, cercana a la gente y que ofrece soluciones de movilidad sostenible, asequibles a todos.”<sup>3</sup>

**MISION:** “RENAULT-Sofasa ofrece a sus clientes, en los mercados de la región, una amplia gama de productos (locales e importados) y servicios de excelente calidad, competitivos e innovadores”.<sup>4</sup>

#### **1.4 OBJETIVO DE PRÁCTICA**

- a) Contribuir a la preparación del estudiante para lo que corresponde a su desempeño en el campo laboral.
- b) Integrar la formación del estudiante como profesional, con la adquisición de conocimientos en un ambiente real, donde permita la aplicación y la ejecución del aprendizaje adquirido en las aulas de clase.
- c) Reconocer las fortalezas y debilidades que el estudiante ha adquirido a lo largo de su formación profesional, teórica y personal.
- d) Adquirir formación profesional metódica y completa.
- e) Realizar el Análisis de la Competencia, Apoyo en las funciones del área y Trabajos afines con Electrónica.

#### **1.5 JUSTIFICACION**

---

<sup>2</sup> Ibíd.

<sup>3</sup> Ibíd.

<sup>4</sup> Ibíd.

La empresa representa actualmente para la sociedad un conjunto importante en el campo del desarrollo de la tecnología, donde el practicante puede aportar con su formación integral y cualidades para el progreso de proyectos.

Por esto se hace necesaria la inserción de jóvenes practicantes con ideas innovadoras que le aporten a la organización en su afán para obtener un mejor funcionamiento de todos los procesos que en ella se realizan; a continuación se enuncian algunas de las razones por la cual se hace necesaria nuestra participación en RENAULT-Sofasa:

- Intercambio de la academia con la empresa nacional.
- Desarrollo de nuevos proyectos en Zona Fría con la participación y contribución activa por parte del practicante.
- Soporte en asuntos adyacentes como logísticos y de suministros.
- Contacto directo por parte del practicante con los proveedores.
- Desarrollo de pequeños proyectos.

Llevar a cabo la práctica profesional representa la primera experiencia laboral para muchos estudiantes, siendo el primer contacto con las organizaciones y todo lo que estas representan, como el cumplimiento de horarios, responsabilidades, acatamiento de normas y ordenes, seguimiento de conductos regulares, manejo de relaciones laborales, entre otras; es por todo esto, que las prácticas se convierten en parte esencial del proceso enseñanza aprendizaje de los estudiantes.

Estar en RENAULT-Sofasa, representa un reto, pues me permite confrontar y poner en práctica conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera, así como generar procesos de aprendizaje nuevos con respecto a temas y actividades que la empresa promueve.

## **2. ESPECIFICACIONES DE ACUERDO CON LA MODALIDAD (ÁMBITO) DE PRÁCTICA.**

### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Actualmente las empresas requieren de procesos confiables y eficientes, que permitan que el desarrollo de sus servicios o productos aproveche los beneficios de la evolución tecnológica y de la automatización industrial con el objetivo de proporcionar ahorros significativos y garantizar la calidad de dichos procesos.

En los procesos de producción de la empresa se incluyen directamente sistemas electrónicos, controles, automatización y telecomunicaciones tanto en el funcionamiento de los vehículos como en los procesos de ensamble, reparación y pruebas; por tal motivo en estos campos se hace necesaria la presencia y el conocimiento de una persona que maneje dicho contenido.

En beneficio de la organización se hace necesario el continuo desarrollo y evolución de la tecnología y sistemas internos utilizados, como practicante se complementa, se apoya y se proponen proyectos, métodos y estrategias que aporten en cada uno de los aspectos pertinentes a las áreas afines a la ingeniería electrónica.

Los Equipos y sistemas de Automatización de última generación en el campo automotriz exigen a las personas relacionadas en el campo de los sistemas de validación y prestación de los vehículos, estar actualizados y permitir que se haga la correcta ejecución de estos procedimientos.

Los Practicantes del programa de ingeniería Electrónica de la Institución Universitaria de Envigado en SOFASA, no pueden ser ajenos a este tipo de problemáticas y deben adquirir conocimientos teórico-prácticos que les permitan ser competitivos en el área de Automatización de procesos, para así brindar los aportes necesarios requeridos en la empresa.

### **2.2 EQUIPO DE TRABAJO.**

En la tabla 1, se observa el personal del area de la DPC, con sus respectivas funciones.

**Tabla 1.** Cargo y funciones del Equipo de trabajo

<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>	<b>FUNCIONES</b>
<b>SAMUEL GOMEZ</b>	Gerente de Grupo Validaciones	Responsable de todas las actividades del área, planeación, competencias, presupuesto, etc....
<b>GERMAN FORERO</b>	Responsable del Grupo de Validaciones	Responsable de la fiabilidad y síntesis de los vehículos ensamblados en la planta de Envigado y también ayuda en la parte de síntesis de prestación de los vehículos importados y validaciones de algunos órganos.
<b>GUSTAVO CAICEDO</b>	Staff Validaciones	Responsable en las validaciones de las prestaciones de los diferentes órganos. Responsable de las síntesis de prestaciones de los vehículos importados
<b>MARCOS RODRIGUEZ</b>	Responsable de Unidad Validaciones	Responsable del mantenimiento y preparación de los vehículos para hacer los diferentes ensayos de fiabilidad, síntesis y validaciones.
<b>CARLOS GOMEZ</b>	Responsable Unidad Validaciones	Responsable del maquetaje de las diferentes piezas para análisis de conformidad en los desarrollos de piezas y en los análisis de calidad.

<b>CAMILO CARDENAS</b>	Aprendiz Estudiante Universitario en Practica	Análisis de la competencia y soporte en los diferentes temas del área.
------------------------	---	--

FUENTE: Calculo del Autor

### 2.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO.

La metodología que se utilizara para cumplir con las metas trazadas serán:

**2.3.1 Primera Etapa, Formaciones:** Comprende todas las capacitaciones, lecturas e indicaciones necesarias, para conocer las funciones básicas que se desarrollan en el área de la DPC (Dirección Prestación Cliente).

**2.3.2 Segunda etapa, Análisis de la competencia:** Con el objetivo de comparar los niveles de equipamientos que ofrece la competencia y con base en los volúmenes vendidos tanto de Renault como de las otras marcas, tomar decisiones acerca de qué tipo de equipamientos están eligiendo los clientes y ofrecer un producto que satisfaga las necesidades de estos con la mejor calidad, costo y plazo que sea posible.

**2.3.3 Tercera Etapa, Apoyo en todos los temas relacionados a las prestaciones de los vehículos:** Dentro de estos temas se destacan: análisis del comportamiento de los órganos de los vehículos dándole más peso a aquellos que tienen que ver con la parte electrónica, análisis de problemas encontrados en los vehículos y ayudar en los montajes de piezas, preparación y planeación de diferentes rodajes que sean necesarios durante el periodo de práctica.

### 2.5 RESULTADOS ESPERADOS.

- ✓ Dar a conocer el perfil y las fortalezas del ingeniero de la Institución Universitaria de Envigado, proporcionando la oportunidad del ingreso de nuevos practicantes e ingenieros en esta empresa.
- ✓ Terminar a cabalidad el proyecto que está en proceso de desarrollo, el cual realiza un seguimiento que permite visualizar y almacenar la información de las diferentes variables, buscando que esto se vuelva un proyecto adaptable a la cotidianidad de las funciones de la DPC, todo esto basándome en los conocimientos, aptitudes y formaciones brindadas por la Institución Universitaria de Envigado, apoyándome También en la formación y experiencia adquirida en SOFASA.
- ✓ Complementar el proceso de formación integral.

- ✓ Conocer el proceso de las áreas afines a la parte de ingeniería.
- ✓ Identificar falencias y necesidades que se tienen en el área de la DPC, realizando aportes constructivos que permitan la solución de estos.
- ✓ Entregable de un documento, donde se evidencia todo el proceso de formación. En este caso el informe final de práctica.

### **3. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE ACUERDO CON LA MODALIDAD DE LA PRÁCTICA.**

Durante la práctica profesional en RENAULT-Sofasa se realizaron varios análisis, en donde se generaron algunos reportes y se recopiló información de ayuda para el análisis de la competencia, apoyo en el área de la DPC y desarrollo de piezas, de acuerdo a las necesidades de la empresa. Gracias a estos reportes se logró tomar algunas determinaciones para los vehículos en producción y los de la Posventa, generando para RENAULT-Sofasa.

### **3.1 Análisis de la Competencia:**

#### ***Que es el análisis de la competencia***

El análisis de la competencia es un estudio que se hace en SOFASA en el cual se compara uno de los vehículos ensamblados en la planta con su competencia más fuerte<sup>5</sup>.

#### ***Para qué sirve el análisis de la competencia***

Su principal objetivo es encontrar las ventajas y desventajas que tienen nuestros vehículos frente a la competencia y de esta manera concluir que esta existiendo y que se ofrece en el mercado en que SOFASA participa.<sup>6</sup>

#### ***Como se debe hacer el análisis de la competencia***

Es un estudio el cual debe ir dirigido a la búsqueda de nuevas oportunidades de economía, re-concepción producto, estudio de nuevos proveedores y la optimización de los procesos de fabricación y de ensamble.<sup>7</sup>

Los principales puntos a evaluar para realizar el estudio del análisis de la competencia son:<sup>8</sup>

- Búsqueda de nuevos proveedores y de nuevas materias primas para el proceso de ensamblado o reconcepción producto.
- Búsqueda de nuevos procesos de fabricación.
- Estudio del nivel de equipamiento para la comparación entre gammas y ver que esta ofreciendo y exigiendo el mercado.
- Análisis de comparación de prestaciones.
- Buscar posibles soluciones a problemas técnicos.

Los vehículos implicados en este análisis fueron:

- Clío
- Twingo
- Sandero
- Logan

Estos vehículos son los que actualmente se ensamblan en la planta de Envigado, por consiguiente son los más involucrados en este tipo de análisis.

---

<sup>5</sup> Documento tomado de la empresa SOFASA 11/11/2010, Análisis de La Competencia

<sup>6</sup> *Ibíd.*

<sup>7</sup> *Ibíd.*

<sup>8</sup> *Ibíd.*

Este tipo de análisis les da la potestad a los ingenieros de producto tomar algunas decisiones en pro de la economía o de la prestación que tienen los vehículos actualmente.

Dentro de los análisis que se realizaron están:

- Posición de tubería Rígida.
- Posición, altura y material protector de Carter.
- Color tren trasero.
- Potencia del motor en pendiente.
- Tipo de Llantas, Precio, Marca, Origen.

En el **Anexo 1**, se encuentran algunos de los análisis de la competencia realizados el tiempo de práctica. Estos formatos son propios del autor.

### **3.2 Apoyo en el maquetaje de Piezas:**

En el montaje de Piezas para maquetaje se definen las actividades a realizar para el ajuste y la verificación de las piezas que entrarán en serie, sean trenes, proyectos nuevos o series especiales, garantizando que cumplan con las especificaciones y que mantengan sus características y funcionalidad en el tiempo.<sup>9</sup>

Este proceso tiene una serie de parámetros a seguir:

Se diligencia el formato de Solicitud de Montaje y se entrega al Gerente del Grupo de Validaciones (dos copias) o al R.U Validaciones, una copia para realización del informe y otra para anexar en las piezas a montar.

Luego El R.U. Validaciones y la persona que solicita el montaje, definen el vehículo, la fecha y hora de montaje.

Es responsabilidad de quien solicita el montaje, programar a las demás áreas involucradas (Ingeniería, Calidad, Soldadura, etc.).

Realizar el montaje en la fecha y hora planeadas con la participación de las áreas involucradas. Se termina de diligenciar la solicitud de montaje. Las piezas originales del vehículo que se remueven para el montaje deben ser correctamente almacenadas por el R.U de Validaciones. Actualizar información sobre el estado del vehículo en el Tablero de control de vehículos de Ingeniería-Proyectos. El informe se realiza con una nota ING, y finalmente El R.U encargado del vehículo, desmonta las piezas del maquetaje, las reemplaza por las originales y asienta esta información en la solicitud de montaje.<sup>10</sup>

El maquetaje de piezas fue una labor que se realizó casi a diario, en donde se ensamblan las piezas en los vehículos para determinar funcionalidad y montabilidad, dentro de los maquetajes mas representativos están:

---

<sup>9</sup> INTRANET SOFASA, Gestión Documental.

<sup>10</sup> *Ibíd*em

- Comprobación del Radio Pioneer para la serie especial Sandero Music.
- Montabilidad y funcionalidad de Faros (Proveedor Mexicano)
- Montabilidad y funcionalidad de Retrovisores (Proveedor Rumano)
- Montabilidad de alfombra.
- Montabilidad de Luneta trasera.
- Verificación de Problemas en la descarga de la batería.
- Inconvenientes en los amortiguadores de Twingo.

### **3.3 Implementación de Dispositivo Controlador de Ciclado:**

Dispositivo Diseñado e implementado por Germán Forero Garzón y Camilo Andrés Cárdenas Escobar.

Después de la emisión del informe QAS (Encuesta que se hace en Colombia para determinar de qué problemas se quejan los clientes), se constata que uno de los incidentes más representativos de insatisfacción con nuestros vehículos X90 es el “ciclado de compresor”, problema que se viene tratando con Francia, sin tener una solución definitiva al día de hoy.

De acuerdo con la criticidad del problema en la DPC (Dirección Prestación Cliente) nos pusimos como meta encontrar una solución técnicamente viable al incidente mencionado en la encuesta QAS.

Después de hacer un Análisis de los factores que inciden sobre el ciclado encontramos:

- ✓ Anomalía en el funcionamiento de los sistemas del vehículo
- ✓ Carga de refrigerante en el sistema de AC
- ✓ Consumidores de corriente

En donde a cada uno de estos factores se les hizo su respectivo procedimiento de revisión.

#### **1. Para la anomalía en el funcionamiento de los sistemas del vehículo:**

- Revisión con útil de diagnostico de todos los sistemas.
- Revisión de la correcta implantación de la calibración del calculador
- Revisión de todos los elementos del aire acondicionado de acuerdo con la especificación.

#### **2. Para la Carga de refrigerante en el sistema de AC**

- Revisión de la cantidad de refrigerante en el sistema.
- Realización de pruebas de AC con sobrecarga de refrigerante.
- Realización de pruebas de AC con sobrecarga de refrigerante

#### **3. Para los consumidores de corriente**

- Revisión de la conformidad del alternador y piezas del sistema eléctrico.
- Revisión de la conformidad de carga

Se llega a la conclusión que se afecta considerablemente las revoluciones del motor al incidir cada uno de los factores mencionados anteriormente, por tal



1. MASA.
2. SEÑAL QUE VIENE DEL AC.
3. SEÑAL QUE VA A LA DIRECCION ASISTIDA.
4. SEÑAL QUE VA AL RELÉ DE AIRE ACONDICIONADO
5. SEÑAL QUE VA AL PIN 2 DEL RELE DE AC.

*Esta información está sujeta a Confidencialidad.*

### **3.4 Desarrollo de Piezas:**

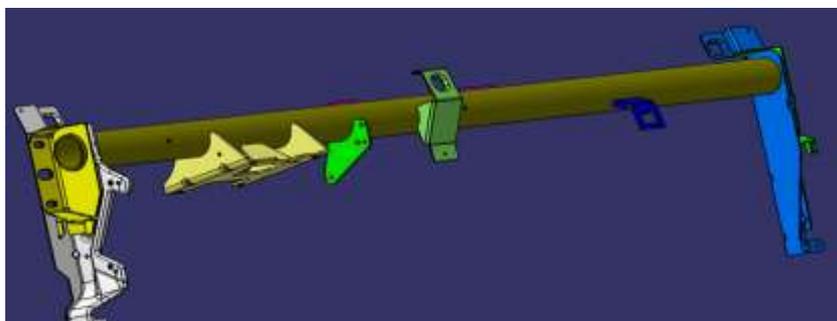
El desarrollo de Piezas se refiere al trabajo que realizan los Responsables de Ingeniería en el área de Ingeniería del Vehículo. Esta labor comprende:

- Verificar que la pieza que está en desarrollo si sea la especificada por Renault.
- Realizar el respectivo análisis de la geometría de la pieza.
- Estar al tanto de que la documentación requerida, ya sea para una nueva pieza o para una modificación, que este completa y a la orden del día.
- Orientar y guiar el proceso, para que el Proveedor cumpla con una correcta entrega de la pieza.
- Definir con la persona de Compras el Valor del Herramental y de la pieza puesta en producción.
- Definir con la persona de calidad, la validación necesaria para que la pieza cumpla con los estándares de calidad.
- Verificar los herramentales y hacer cumplir el planning en las fechas estipuladas.
- Detectar posibles inconvenientes que aquejaron el proceso de la pieza.

Durante esta etapa de la práctica estuve a cargo tres tipos de piezas, Monograma Renault, Soporte de Placa y la Traviesa Puesto de Conducción, de las cuales una de ellas era para enviar a Brasil en la semana 2 de 2010, para el montaje de un prototipo que se ensamblara allí.

Esta pieza es la Traviesa Puesto de Conducción, a la que se le está realizando una modificación para que sea compatible los vehículos de serie más el nuevo proyecto. Dicha pieza se puede observar en la FIGURA 4.

**FIGURA 4.** Traviesa Puesto de Conducción.



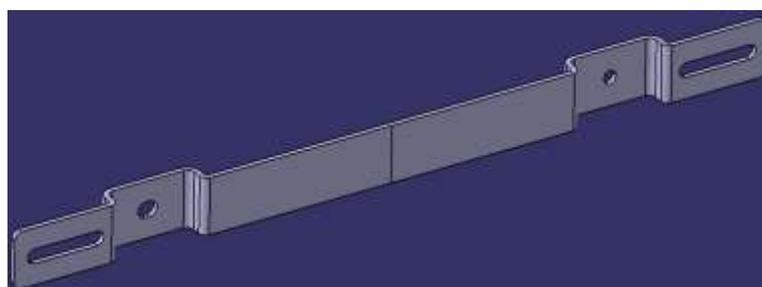
En la FIGURA 5 se observa la pieza desarrollada, Monograma Renault.

**FIGURA 5.** Monograma Renault



En la FIGURA 6 se observa la pieza desarrollada, Soporte placa.

**FIGURA 6.** Soporte placa



Esta fue una de las funciones más interesantes y productivas durante el periodo de práctica, donde la exigencia de responsabilidad y cuidado es mucho mayor, puesto que es un cargo que solo lo realizan las personas Responsables de Ingeniería, personas que tienen su debida formación en Colombia e incluso en el exterior. Sin embargo debido al rendimiento que se demostró durante los 3 primeros meses de la práctica se dio la oportunidad de poderle brindar apoyo al área de la DIEC, área encargada al desarrollo de todo el equipamiento de la Carrocería en los vehículos ensamblados en la planta de RENAULT-Sofasa.

Dentro de los contenidos y de la información adquirida durante el aprendizaje se hizo evidente la importancia de un segundo idioma, las comunicaciones laborales se desenvuelven en torno a idiomas como Francés, inglés y Portugués principalmente, debido a que la empresa tiene presencia en países

propios de estas lenguas, sin embargo gracias a los conocimientos adquiridos en la universidad y a las herramientas utilizadas para la traducción y comprensión de dichos idiomas fue posible cumplir con las funciones requeridas para el desarrollo de dichas piezas.

### 3.5 Misiones:

Durante mi estancia en SOFASA se realizaron 2 misiones:

1. **ARMENIA:** Se viajó a la ciudad de Armenia el día 23 de Septiembre de 2010, En compañía del Responsable de Grupo Germán Forero Garzón, Esto para hacer la intervención en el vehículo de un cliente. Dicha intervención consistía en la instalación del dispositivo Controlador de Ciclado, Diseñado Por Germán Forero y Camilo Cárdenas. Cabe mencionar que la misión fue realizada en un Vehículo del área de la DPC, comenzando el recorrido a las 6:00am y regresando a la Ciudad de Medellín a las 8:00pm del mismo día.
2. **BOGOTA:** Se dirigió a la Ciudad de Bogotá el día 18 de Noviembre de 2010, viaje que se realizó en avión arrancando a las 7:00am y regresando el mismo a las 5:00pm.  
El Objetivo de la misión fue la verificación del proceso de ensamblado de la travesía Puesto de Conducción, Seguimiento a la modificación y creación de los herramientas para la travesía de X90 fase 2 y H79.

El informe de la visita a Bogotá se encuentra en el **Anexo 2**.

Durante estos viajes el aprendizaje fue muy valioso, empezando con la responsabilidad que conlleva cada una de estas misiones, y aprovechando estas para fortalecer las funciones que se llevan a cabo dentro del centro de práctica. En ambas misiones se cumple con el objetivo a cabalidad, obteniendo un buen resultado y el visto bueno de los dirigentes de ingeniería.

#### 4. PROYECTO DE PRÁCTICA PARA LA AGENCIA O CENTRO DE PRÁCTICAS:

##### SISTEMA METROLÓGICO PARA LOS VEHICULOS X90 DE LA PLANTA DE RENAULT-SOFASA EN LABVIEW

#### 4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.

De acuerdo a lo analizado en el área de la DPC (Dirección prestación Cliente), se puede considerar algunas de las funciones y actividades realizadas en esta dependencia, dentro de las cuales cabe rescatar las principales que son:

**Síntesis:** Realizar una Verificación a los primeros vehículos prototipos CKD (vehículos ensamblados en SOFASA) de la conformidad de su ensamble y prestaciones en general (síntesis del vehículo).

Una vez finalizada la etapa anterior, se realiza la **Fiabilidad**, donde se efectúa en un circuito previamente establecido en el que se reproducen todas las condiciones del clima y topográficas de Colombia. Recorriendo el vehículo como mínimo 30.000Km.

**Validación de vehículos:** Se realizan sobre los vehículos CBU (vehículos importados), con el fin de verificar sus prestaciones y si es el caso proponer las modificaciones necesarias para que su desempeño en nuestro territorio sea óptimo.

**Validación piezas de desarrollo local:** De acuerdo con normas específicas de RENAULT se realizan pruebas a cada pieza en proceso de desarrollo, lo cual garantiza su buen comportamiento a nivel funcional y su fiabilidad en el tiempo.

Una mayor prestación de los servicios de la subregión se realiza según las normas y procedimientos de ensayos de Renault, en la mayoría de los casos adaptados a las condiciones del territorio Colombiano para garantizar el buen desempeño de los vehículos en todo tipo de terreno.

Para la compañía SOFASA es muy importante garantizar la calidad en todos sus vehículos, pero para poder cumplir con este objetivo, el área de la DPC (Dirección Prestación Cliente), es la más importante a la hora de tomar algunas determinaciones que en un futuro podrían ser impactantes en los clientes. Por eso esta área es una de las encargadas de diagnosticar y prever que inconvenientes serán impactantes en el futuro de los vehículos.

Durante los recorridos, los vehículos en general, tienen unos parámetros iniciales dinámicos conocidos, sin embargo en el desarrollo de las pruebas es importante conocer su variación para determinar el aporte o no a una condición negativa que se esté presentando con el vehículo, por eso se hace inevitable el almacenamiento de dichas variables, y así tener en tiempo real el registro de los principales parámetros que se evalúan a la hora de realizar los ensayos

(que deben tenerse en cuenta para una validación dinámica), como: velocidad, temperatura, revoluciones por minuto, presión, altitud, etc.

El inconveniente es la carencia de una herramienta que permita al mismo tiempo supervisar el desarrollo de la prueba y almacenar las variables que se requieran tener en una prueba establecida.

Hoy en día estas variables deben ser visualizadas por los conductores durante el recorrido, pretendiendo que las decisiones y veredictos deban de ser tomados en ese preciso instante, no quedando ningún registro del comportamiento de cada una de ellas. No obstante algo que se debe considerar, son los inconvenientes que puede causar una distracción, en el preciso instante que se desea observar el comportamiento de dichas variables.

En la FIGURA 7, hay una imagen la cual fue tomada durante la realización de una prueba de frenado. En donde se requería de 3 personas, una que manejara, otra que tuviera los elementos de medición y otro que filmara los dispositivos, esto con el objetivo de tomar unas mediciones que luego serán observadas, para que así se puedan tomar las determinaciones pertinentes.

**FIGURA 7.** Prueba de frenado.



Por tal motivo si se necesita un dispositivo que pueda almacenar las variables requeridas, para que posteriormente se pueda hacer un estudio detallado de cada uno de los comportamientos de dichos resultados obtenidos durante los ensayos o recorridos, pudiendo estos ser confrontados y analizados, con mas calma y mayor exactitud.

*¿Cómo podrían almacenarse las variables de prueba que son medidas en los vehículos X90 de manera automática?*

## **4.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.**

Actualmente el crecimiento tecnológico y económico de la Sociedad de Fabricación de Automotores SOFASA, es inminente, por lo que conlleva a un avance tecnológico en todas sus áreas, pero se hace más perceptible en cuanto a la realización de ensayos y la validación de los vehículos demandando así eficiencia y sistematización en el proceso que se realiza en el Área de la DPC.

Con la implementación de este proyecto se pretende ofrecer un sistema con una automatización confiable, la cual me permita monitorear y almacenar datos de la manera más eficiente posible, para que fortalezca la labor que se viene realizando en dicha área.

Este proyecto reúne ingenio, creatividad, funcionalidad e implementación de la tecnología que se encuentra en nuestro medio, para el desarrollo de nuevas soluciones a los inconvenientes que se viven a diario en una ensambladora automotriz.

### **4.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE PRÁCTICA**

#### **4.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar el prototipo de una herramienta, para la medición, monitoreo y almacenamiento en tiempo real de las variables de temperatura, velocidad, distancia, desaceleración y presión al frenar, para la síntesis y validación de los vehículos X90 en el área de la DPC en RENAULT-Sofasa.

#### **4.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la información requerida para la medición, el monitoreo y almacenamiento de las variables temperatura, velocidad, distancia, desaceleración y presión al frenar de los vehículos X90.
- Diagnosticar con toda la información la selección de la herramienta adecuada para la realización de los procesos de medición, monitoreo y almacenamiento.
- Diseñar la herramienta prototipo que permita la medición, monitoreo y almacenamiento de las variables temperatura, velocidad, distancia, desaceleración y presión al frenar
- Evaluar la herramienta en pruebas de campo de la medición, monitoreo y almacenamiento de las variables de temperatura, velocidad, distancia, desaceleración y presión al frenar, en los vehículos X90.

### **4.4 DISEÑO METODOLÓGICO DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.**

Durante la práctica profesional se elaboró un proyecto el cual fue desarrollado en diferentes etapas, para sintetizar de manera satisfactoria el trabajo y alcanzar el objetivo general del mismo, El proyecto esta enfocado a un desarrollo tecnológico, donde posteriormente permitirá a los responsables del área de validación realizar diferentes tipos de análisis y posterior a esto la intervención.

Se plantean unos pasos metodológicos que se desarrollaran en las siguientes etapas:

**4.4.1 Etapa de Recopilación de la información:** En esta etapa se conoce el proceso del Área de la DPC, más específicamente de la Síntesis y Validación de los vehículos. Se realiza acompañamiento al personal de esta área, para indagar y conocer como es el proceso de la realización de dichas pruebas, también apoyándonos de la experiencia que se tiene a la hora de realizar dichos ensayos. La información suministrada por el personal de la DPC son el punto crucial en nuestro proyecto puesto que de ahí se partirá para conocer las variables fundamentales que harán parte del proceso de validación. Además se asiste a Formaciones y capacitaciones necesarias para comenzar la práctica profesional en el Área, se hacen consultas en Internet, en textos, se redactan y aclaran conceptos teóricos básicos, para la puesta en marcha del proyecto y se analizan las herramientas más apropiadas para automatizar dicho proceso.

**4.4.2 Diseño del prototipo:** Seleccionar de acuerdo a las necesidades del Área los dispositivos y herramientas más convenientes para la realización de dicho prototipo. Luego de optar por la herramienta a ejecutar se determinaron los elementos requeridos para implementar el hardware (de ser necesario) y el Software.

Seguidamente se desarrolla el software y se acoplan todas las señales provenientes de los sensores, captadores y termocuplas que irán a la interface, la cual permitirá visualizar dichas variables.

**4.4.3 Evaluación del prototipo:** Se realizó el proceso de ensamble de los dispositivos encargados del procesamiento de las señales, adaptándose el Software de monitoreo y almacenamiento a las señales de ingreso, tomadas desde el modulo de adquisición de datos del LabVIEW.

Luego se procede a realizar pruebas para verificar el acoplamiento y funcionalidad del Hardware y del Software. Donde se instala el sistema en el vehículo de prueba, para realizar algunos registros de los comportamientos de las variables, utilizando otros dispositivos de medida con el fin de confrontar la exactitud del sistema. Estos ensayos se realizaron en la pista de pruebas de las instalaciones de SOFASA y otras en sondeos de ruta, las cuales tenían una duración de 6 horas.

Finalmente se hace la redacción de los informes.



### 4.5 Tabla 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero
1	Selección del proyecto de práctica	17 días?	jue 22/07/10	vie 13/08/10							
2	Recolección de información	127 días?	jue 22/07/10	vie 14/01/11							
3	Identificación del proyecto	15 días?	lun 16/08/10	vie 03/09/10							
4	Diagnostico de variables	15 días?	lun 06/09/10	vie 24/09/10							
5	Informacion del personal DPC	5 días?	lun 27/09/10	vie 01/10/10							
6	Inspecciones a diagnosticentros	10 días?	lun 04/10/10	vie 15/10/10							
7	Digitación	127 días?	jue 22/07/10	vie 14/01/11							
8	Diseño prototipo	15 días?	lun 18/10/10	vie 05/11/10							
9	Implementación prototipo	20 días?	lun 08/11/10	vie 03/12/10							
10	Evaluación y acciones de mejora	10 días?	lun 06/12/10	vie 17/12/10							
11	Informe 1	1 día?	mar 26/10/10	mar 26/10/10							
12	Informe 2	1 día?	lun 17/01/11	lun 17/01/11							

Proyecto: Cronograma Fecha: mar 11/01/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	

#### 4.7 PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.

**Tabla 3.** Presupuesto Global del Proyecto.

<b>PRESUPUESTO GLOBAL DEL PROYECTO</b>				
<b>RUBROS</b>	<b>FUENTES</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>Personales</b>	<b>IUE</b>	<b>Externa</b>	
Personal		\$800.000	\$5.000.000	\$5.800.000
Material y dispositivos	\$70.000		\$198.400	\$268.400
Salidas de campo	\$50.000		\$300.000	\$350.000
Bibliografía			\$250.000	\$250.000
Equipos			\$17.779.000	\$17.779.000
Otros (Imprevistos)	\$350.000			\$350.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$470.000</b>	<b>\$800.000</b>	<b>\$23.177.400</b>	<b>\$24.447.400</b>

**Tabla 4.** Presupuesto del Personal.

<b>NOMBRE DEL INVESTIGADOR</b>	<b>FUNCIÓN EN EL PROYECTO</b>	<b>COSTO</b>			<b>TOTAL</b>
		<b>Personales</b>	<b>IUE</b>	<b>Externa</b>	
Héctor Vargas	Asesor		\$800.000		\$800.000
Camilo Andrés Cárdenas E.	Estudiante			\$5.000.000	\$5.000.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$5.000.000</b>	<b>\$5.800.000</b>

**Tabla 5.** Presupuesto de materiales y suministros.

<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Y DISPOSITIVOS</b>				
<b>Material</b>	<b>FUENTES</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>Personales</b>	<b>IUE</b>	<b>externa</b>	
Resma de papel	\$20.000			\$20.000
Impresiones	\$50.000			\$100.000
Bases para circuitos			\$1.000	\$1.000
Amplificador operacional			\$1.300	\$1.300
Reguladores de voltaje			\$4.500	\$4.500
Resistencias			\$1500	\$1500
Condensadores			\$1.800	\$1.800
Fusibles			\$5.600	\$5.600
Diodos			\$500	\$500
Transistores			\$1.000	\$1.000
Tarjetas para impreso			\$2.500	\$2.500
Broca para hacer tarjeta			\$1.200	\$1.200
Químico para Tarjeta			\$1.500	\$1.500
Marcador			\$2.500	\$2.500
Integrados			\$8.000	\$8.000
Cajas plásticas para circuitos			\$5.000	\$5.000
Ventilador <i>Fonsoning 12 V</i>			\$11.500	\$11.500
Sensor de Presión			\$120.000	\$120.000
Termocupla			\$29.000	\$29.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$70.000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$268.400</b>

**Tabla 6.** Presupuesto Salidas de campo.

<b>DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS DE CAMPO</b>		
<b>Descripción de las</b>	<b>FUENTES</b>	<b>TOTAL</b>

<b>salidas de campo</b>	<b>Gastos personales</b>	<b>IUE</b>	<b>Externa</b>	
Biblioteca UdeA	\$10.000			\$10.000
Biblioteca Politécnico JIC	\$10.000			\$10.000
Gasolina			\$300.000	\$300.000
Alimentación	\$30.000			\$50.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$50.000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$350.000</b>

**Tabla 7.** Presupuesto Bibliografía.

<b>DESCRIPCIÓN BIBLIOGRAFIA</b>				
<b>Descripción Bibliografía</b>	<b>FUENTES</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>Convocatoria</b>	<b>IUE</b>	<b>externa</b>	
Manuales técnicos			\$250.000	\$250.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$250.000</b>

**Tabla 8.** Presupuesto de equipos.

<b>DESCRIPCIÓN EQUIPOS</b>				
<b>Descripción Equipos</b>	<b>FUENTES</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>Personales</b>	<b>IUE</b>	<b>Externa</b>	
PC Portátil.			\$1'500.000	\$1.500.000
Multímetro			\$150.000	\$150.000
Modulo de LabVIEW con Software			\$16'000.000	\$16.000.000

<b>DESCRIPCIÓN EQUIPOS</b>				
<b>Descripción Equipos</b>	<b>FUENTES</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>Personales</b>	<b>IUE</b>	<b>Externa</b>	
Inversor de			\$129.000	\$129.000

Voltaje 12V a 120V				
<b>TOTAL</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$17.779.000</b>	<b>\$17.779.000</b>

## **5. DESARROLLO DEL PROYECTO DE PRÁCTICA.**

### **SISTEMA METROLÓGICO PARA LOS VEHICULOS X90 DE LA PLANTA DE RENAULT-SOFASA EN LABVIEW**

Como fue mencionado anteriormente con este proyecto se pretende monitorear y almacenar de forma automatizada las variables importantes que emite el vehículo en estado dinámico mediante las pruebas de síntesis y validación, con el objetivo de brindar un entorno ágil y sencillo para almacenar y acceder a la

información, para mejorar y controlar el registro manual actual, con el fin de tener un mejor desenvolvimiento en los ensayos y puestas a punto de los vehículos ensamblados en la planta de SOFASA.

Para poder implementar un sistema de automatización de las pruebas, fue necesaria la ayuda de estos expertos para la canalización de las variables que debían ser monitoreadas y con esto le permita a los administradores de las pruebas, generar los reportes requeridos por los ensayos. Brindando un entorno ágil y sencillo para catalogar, almacenar y acceder a la información fundamental de cada prueba realizada en los vehículos.

La vinculación del presente proyecto se debe a que éste exhibe algunos de los puntos que se quiere desplegar en el mismo; como lo es el de implementar un sistema de medición, almacenamiento y monitoreo de las diferentes variables, para mejorar la funciones del departamento de ingeniería del vehículo de la planta de SOFASA, y también el del optimizar el proceso manual que actualmente se lleva a cabo en dicha empresa.

Las limitaciones de espacio, personal y presupuesto para la ampliación de equipos y obtener así un prototipo adecuado de prácticas, nos ha animado a desarrollar lo que llamamos el Laboratorio Virtual de Ensayos de la DPC, el cual se podrá utilizar como una herramienta valiosa para el apoyo en el desarrollo y seguimiento de los vehículos o soportes de ensayo de dicha Área. Se trata de un programa de simulación elaborado personal y expresamente para el trabajo práctico en la DPC. El programa contiene diferentes variables que son tomadas del vehículo, para después ser procesadas y visualizadas en un Portátil siendo toda esta información almacenada en un archivo que posteriormente se le realizan los respectivos análisis.

La herramienta utilizada para desarrollar este prototipo fue la plataforma de LabVIEW, en donde como primera instancia se ilustrara una pequeña introducción de lo que es este sistema de programación.

## **5.1 METROLOGIA**

La metrología es la ciencia de las medidas; en su generalidad, trata del estudio y aplicación de todos los medios propios para la medida de magnitudes, tales como: Longitudes, masas, tiempos velocidades, distancias, potencias,

temperaturas, presiones, etc. Por esta enumeración, limitada voluntariamente, es fácil ver que la metrología entra en todos los dominios de la ciencia.<sup>11</sup>

La metrología es agrupada en 3 categorías:

**Metrología Legal:** Es la encargada de todo lo referente a las unidades de medida, métodos e instrumentos de medición, exigencias técnicas y legales reglamentadas, cuyo único fin es garantizar al consumidor la precisión y seguridad de las mediciones realizadas.

**Metrología científica:** Utiliza las mediciones realizadas para estudiar y analizar los diferentes fenómenos presentes en la naturaleza y en el universo, a la vez comprobar teorías existentes.

**Metrología industrial:** Se basa en mediciones realizadas para garantizar compatibilidad dimensional, la conformidad con especificaciones de diseño necesario para el funcionamiento correcto o en general todas las mediciones que se realizan para asegurar la adecuación de algún producto con respecto a su uso.<sup>12</sup>

La percepción inicial de la metrología deriva de su etimología: del griego metros medida y logos tratado. Concepto que debe ser casi tan antiguo como el ser humano: “tengo nada”, “tengo algo”, “tengo mucho”; expresiones que reflejan una comparación muy primitiva pero que perdura en la raza humana bajo muchos aspectos, al punto que actualmente podemos decir que metrología es la ciencia de las mediciones y que medir es comparar con algo (unidad) que se toma como base de comparación.

## 5.1.2 ADQUISICION DE DATOS

### 5.1.3 LABVIEW

*LabVIEW* es un lenguaje de programación de alto nivel de tipo gráfico y enfocado al uso en instrumentación. Es un entorno de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de medida y presentaciones de datos. Cuenta con todas las estructuras y puede ser usado para elaborar cualquier algoritmo que se desee en cualquier aplicación, cada programa que se realiza en *LabVIEW* es llamado Instrumento Virtual (VI). Usted puede diseñar especificando su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería.

---

<sup>11</sup> Gonzales González, Carlos y Vásquez Zeleny, Ramón. Metrología. 2 Ed. Mexico:McGraw-Hill p. 41

<sup>12</sup> Howarth, Preben. Metrology – in short 2 Ed. USA. 2003. p31

*LabVIEW* es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo *Matlab*. Tiene la ventaja de que permite una fácil integración con *hardware* específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes).

*LabVIEW* es una herramienta gráfica para pruebas de control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G. 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 *Linux* y va por la versión 8.6 con soporte para *Windows Vista*.

Los programas desarrollados con *LabVIEW* se llaman Instrumentos Virtuales o *VIs*, lo que da una idea de su uso en origen: el control de instrumentos. El lema de *LabVIEW* es: "La potencia está en el Software".

Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a programadores no expertos. Esto no significa que la empresa haga únicamente *software* sino que busca combinar este *software* con todo tipo de *hardware*, tanto propio -tarjetas de adquisición de datos, *PAC*, Visión, y otro *Hardware*- como de terceras empresas.

#### **5.1.3.1 Características de *LabVIEW*.**

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer (programas) relativamente complejos imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales. También es muy rápido hacer programas con *LabVIEW* y cualquier programador por experimentado que sea puede beneficiarse de él. Para los amantes de lo complejo con *LabVIEW* pueden crearse programas de miles de *VIs* (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación.

*LabVIEW* tiene su mayor aplicación en sistemas de medición como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, Laboratorios para clases en universidades, procesos de control. *LabVIEW* es muy utilizado en procesamiento digital de señales (*wavelets*, *FFT*, *Total Distorsión Harmonic TDH*), procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras, etc. Ingenieros, científicos y técnicos de todo el mundo utilizan *LabVIEW* para desarrollar soluciones que respondan a sus exigentes aplicaciones. *LabVIEW* es un revolucionario entorno gráfico de desarrollo para adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de medidas y presentación de datos. *LabVIEW*

le da la flexibilidad de un potente lenguaje de programación sin la complejidad típicamente asociada a estos lenguajes.

### 5.1.3.2 Requerimientos de LabVIEW.

Las computadoras son lo más usado actualmente, en términos de los mismos, lo mínimo para correr *LabVIEW*, es: Un microprocesador 386 con coprocesador. Se requieren muchas operaciones de punto flotante, es indispensable el coprocesador.

Los modelos a partir del 486Dx2 en adelante vienen con el coprocesador incluido en sí mismos. Por uso de memoria, se recomienda usar 8 megas de *RAM* mínimo. Si se usa un Demo con 2 megas en disco duro basta. Para el paquete completo es bueno disponer entre 40 y 50 megas de espacio en disco duro.

*LabVIEW* se puede conectar de manera transparente con virtualmente todo tipo de *hardware* incluyendo instrumentos de escritorio, tarjetas insertables, controladores de movimiento y controladores lógicos programables (*PLCs*).

Con *LabVIEW* se puede conectar con otras aplicaciones y compartir datos a través de *ActiveX*, *la Web*, *DLLs*, librerías compartidas, *SQL*, *TCP/IP*, *XML*, *OPC* y otros.

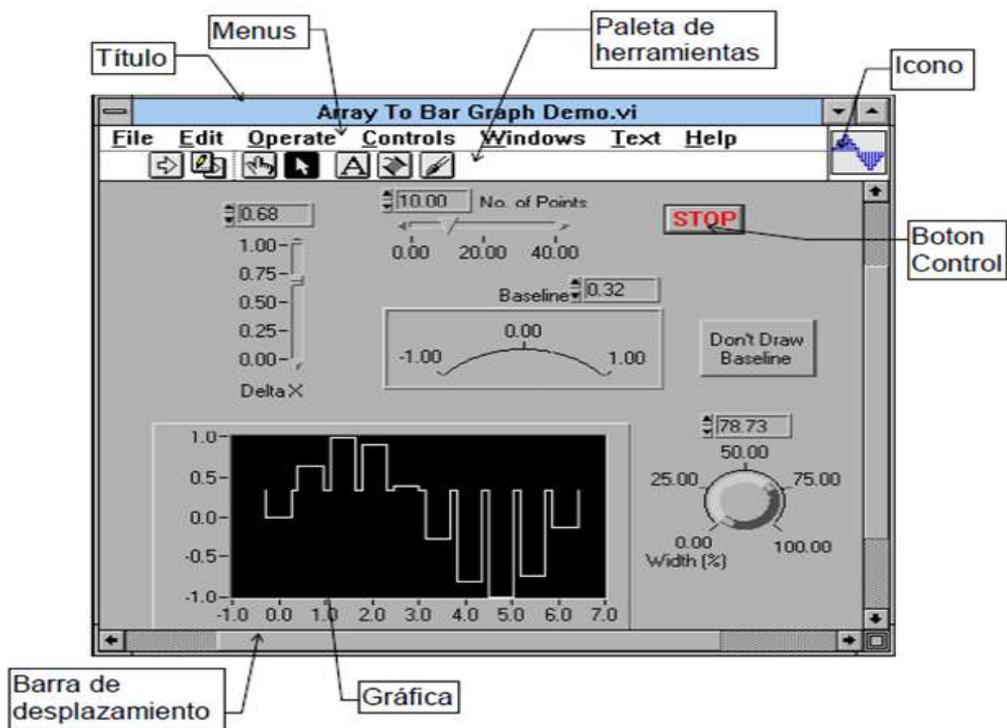
En muchas aplicaciones, la velocidad de ejecución es vital. Con un compilador incluido que genera código optimizado, sus aplicaciones en *LabVIEW* entregan velocidades de ejecución comparables con programas C compilados. Con *LabVIEW* puede desarrollar sistemas que cumplan con sus requerimientos de desempeño a través de las plataformas incluyendo *Windows*, *Macintosh*, *UNIX* o sistemas de tiempo real. Es la interfaz de usuario para el VI. En la FIGURA 7 se muestra un ejemplo de un panel frontal, donde estarán ubicados todos los indicadores y controles que el usuario podrá ver cuando el programa este en funcionamiento. Por ejemplo botones, perillas, gráficas, etc. Estos son terminales interactivas de entrada y salida del VI, respectivamente.

### 5.1.3.3 Instrumentos virtuales VI.

Un programa creado en *LabVIEW* es llamado como Instrumento Virtual y consta de tres partes a considerar:

- **El Panel frontal.** Es la interfaz de usuario para el VI. En la FIGURA 8 se muestra un ejemplo de un panel frontal, donde estarán ubicados todos los indicadores y controles que el usuario podrá ver cuando el programa este en funcionamiento. Por ejemplo botones, perillas, gráficas, etc. Estos son terminales interactivas de entrada y salida del VI, respectivamente.

**FIGURA 8.** Panel Frontal con los Tipos de Indicadores.



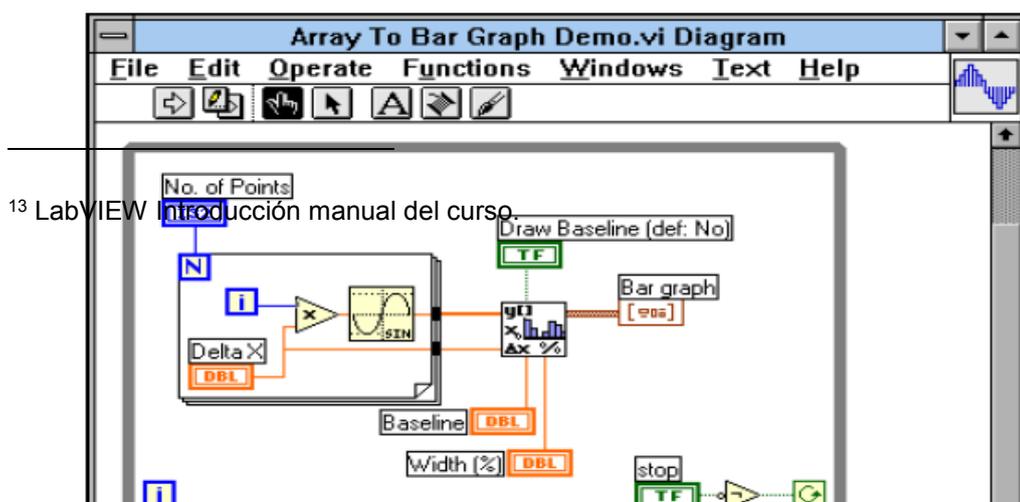
S.

- **Diagrama de Bloques.** Luego que se construye el panel, se adiciona código agregando representaciones graficas de funciones para controlar los objetos del panel frontal. En la FIGURA 9 se muestra un ejemplo de un Diagrama de Bloques.<sup>13</sup>

Este **Diagrama de Bloques** muestra el programa en código gráfico G, el cual es el objetivo de aprendizaje en un nivel básico, en este trabajo se usan diagramas, estructuras de programación y flujo de datos entre las diferentes entradas y salidas a través de líneas. Las subrutinas son mostradas como iconos de cajas negras, con unas entradas y unas salidas determinadas, donde en el interior se cumple una función específica.

Todos los indicadores y controles ubicados en el panel frontal están respaldados por un terminal de conexión en el diagrama de bloques tal como si se tuviera un tablero de control de una máquina o un avión, donde por el frente se ven los indicadores y por el lado posterior se aprecian todos los cables y terminales de conexión.

**FIGURA 9.** Diagrama De Bloques DE CODIGO Gráfico G



<sup>13</sup> LabVIEW Introducción manual del curso.

Fuente: LabVIEW Introducción Manual del curso. National Instruments.

#### 5.1.3.4 Paletas.

Las *paletas* de LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el *panel frontal* como el *diagrama de bloques*. Existen las siguientes paletas:

**-Paleta de herramientas (Tools palette).** Se emplea tanto en el *panel frontal* como en el *diagrama de bloques*. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del *panel frontal* como del *diagrama de bloques*. En la FIGURA 10 se observa la paleta de herramientas.

**FIGURA 10.** Paleta de Herramientas.



Fuente: [http://www.gte.us.es/ASIGN/IE\\_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf](http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf)

Las opciones que presenta esta paleta son las siguientes:



**Operating tool** – Cambia el valor de los controles.



**Positioning tool** – Desplaza, cambia de tamaño y selecciona los objetos.



**Labeling tool** – Edita texto y crea etiquetas.



**Wiring tool** – Une los objetos en el *diagrama de bloques*.



**Object Pop-up Menu tool** – Abre el menú desplegable de un objeto.



**Scroll tool** – Desplaza la pantalla sin necesidad de emplear las barras de desplazamiento.



**Breakpoint tool** – Fija puntos de interrupción de la ejecución del programa en *Vis*, *funciones* y *estructuras*.



**Probe tool** – Crea puntos de prueba en los cables, en los que se puede visualizar el valor del dato que fluya por dicho cable en cada instante.



**Color Copy tool** – Copia el color para después establecerlo mediante la siguiente herramienta.



**Color tool** – Establece el color de fondo y el de los objetos

**-Paleta de Controles (Controls palette).** Se utiliza únicamente en el *panel frontal*. Contiene todos los *controles* e *indicadores* que se emplearán para crear la interfaz del *VI* con el usuario. En la FIGURA 11. Se observa este tipo de paleta.

**FIGURA 11.** Paleta de Controles.



Fuente: [http://www.gte.us.es/ASIGN/IE\\_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf](http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf)

El menú *Controls* de la ventana correspondiente al panel frontal contiene las siguientes opciones:



**Numeric** – Para la introducción y visualización de cantidades numéricas.



**Boolean** – Para la entrada y visualización de valores booleanos.



**String & Table** – Para la entrada y visualización de texto.



**List & Ring** – Para visualizar y/o seleccionar una lista de opciones.



**Array & Cluster** – Para agrupar elementos.



**Graph** – Para representar gráficamente los datos.



**Path & RefNum** – Para gestión de archivos.



**Decorations** – Para introducir decoraciones en el *panel frontal*. No visualizan datos.



**User Controls** – Para elegir un *control* creado por el propio usuario.



**ActiveX** – Para transferir datos y programas de unas aplicaciones a otras dentro de Windows.

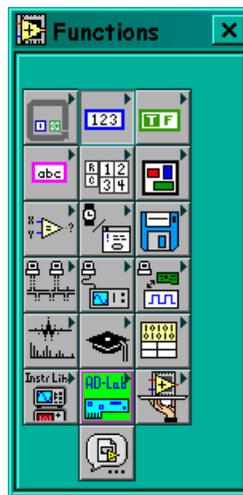


**Select a Control** – Para seleccionar cualquier *control*.

Al seleccionar objetos desde el menú *Controls* estos aparecen sobre el *panel frontal*, pueden colocarse donde convenga, y además tienen su propio menú desplegable que permite la configuración de algunos parámetros específicos de cada tipo de *control*.

**-Paleta de funciones (functions palette)** Se emplea en el diseño del *diagrama de bloques*. La *paleta de funciones* contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean *funciones* aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salidas de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa, entre otros. En la FIGURA 12 se observa la Paleta de Funciones

**FIGURA 12.** Paleta de Funciones.



Fuente: [http://www.gte.us.es/ASIGN/IE\\_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf](http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf)

Para seleccionar una *función* o *estructura* concretas, se debe desplegar el menú *Functions* y elegir entre las opciones que aparecen. A continuación se enumeran todas ellas, junto con una pequeña definición.



**Structures** – Muestra las *estructuras* de control del programa, junto con las variables locales y globales.



**Numeric** – Muestra *funciones* aritméticas y constantes numéricas.



**Boolean** – Muestra *funciones* y constantes lógicas.



**String** – Muestra *funciones* para manipular cadenas de caracteres, así como constantes de caracteres.



**Array** – Contiene *funciones* útiles para procesar datos en forma de vectores, así como constantes de vectores.



**Cluster** – Contiene *funciones* útiles para procesar datos procedentes de gráficas y destinados a ser representados en ellas, así como las correspondientes constantes.



**Comparison** – Muestra *funciones* que sirven para comparar números, valores booleanos o cadenas de caracteres.



**Time & Dialog** – Contiene *funciones* para trabajar con cuadros de diálogo, introducir contadores y retardos, etc.



**File I/O** – Muestra *funciones* para operar con ficheros.



**Communication** – Muestra diversas *funciones* que sirven para comunicar varios ordenadores entre sí, o para permitir la comunicación entra distintos programas.



**Instrument I/O** – Muestra un submenú de *VIs*, que facilita la comunicación con instrumentos periféricos que siguen la norma ANSI/IEEE 488.2-1987, y el control del puerto serie.



**Data Acquisition** – Contiene a su vez un submenú donde puede

elegirse entre distintas librerías referentes a la adquisición de datos.



**Analysis** – Contiene un submenú en el que se puede elegir entre una amplia gama de *funciones* matemáticas de análisis.



**Tutorial** – Incluye un menú de *VIs* que se utilizan en el manual LabVIEW Tutorial.



**Advanced** – Contiene diversos submenús que permiten el control de la ayuda, de los *VIs*, manipulación de datos, procesado de eventos, control de la memoria, empleo de programas ejecutables o incluidos en librerías DLL, etc.



**Instrument drivers** – En él se muestran los drivers disponibles de distintos instrumentos.



**User Libraries** – Muestra as librerías definidas por el usuario. En este caso, la librería mostrada contiene los drivers de la tarjeta de adquisición de datos de Advantech.



**Aplication control** – Contiene varias *funciones* que regulan el funcionamiento de la propia aplicación en ejecución.



**Select a VI** – Permite seleccionar cualquier *VI* para emplearlo como *subVI*.

### 5.1.6 Programación En LabVIEW.

Con el entorno gráfico de programación de LabVIEW se comienza a programar a partir del *panel frontal*.

En primer lugar se definirán y seleccionarán de la *paleta de controles* todos los *controles* (entradas que dará el usuario) e *indicadores* (salidas que presentará en pantalla el *VI*) que se emplearán para introducir los datos por parte del usuario y presentar en pantalla los resultados.

Una vez colocados en la ventana correspondiente al *panel frontal* todos los objetos necesarios, debe pasarse a la ventana *Diagram* (menú *Windows > Show Diagram*), que es donde se realiza la programación propiamente dicha (*diagrama de bloques*). Al abrir esta ventana, en ella se encuentran los

terminales correspondientes a los objetos situados en el *panel frontal*, dispuestos automáticamente por LabVIEW.

Se deben ir situando las *funciones*, *estructuras*, etc. que se requieran para el desarrollo del programa, las cuales se unen a los terminales mediante cables.

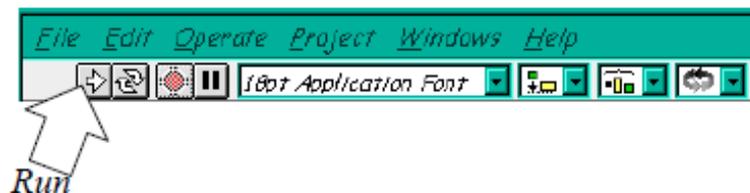
Para facilitar la tarea de conexión de todos los terminales, en el menú "*Help*" puede elegirse la opción "*Show Help*", con lo que al colocar el cursor del ratón sobre un elemento aparece una ventana con información relativa a éste (parámetros de entrada y salida).

Además, si se tiene seleccionado el cursor de cableado, al situar éste sobre un elemento se muestran los terminales de forma intermitente.

**Ejecución De Un VI.** Una vez se ha concluido la programación del VI se debe proceder a su ejecución. Para ello la ventana activa debe ser el *panel frontal* (si se está en la ventana del *diagrama de bloques*, se debe seleccionar la opción *Show Panel* del menú *Window*).

Una vez situados en el *panel frontal*, se pulsará el botón de *Run* como se muestra en la FIGURA 13, situado en la barra de herramientas.

**FIGURA 13.** Barra de Herramientas LabVIEW.



El programa comenzará a ejecutarse. Mientras dura la ejecución del mismo, la Apariencia del botón de *Run* es la que se muestra en la FIGURA 14:

**FIGURA 14.** Barra de Herramientas LabVIEW. Boton Run



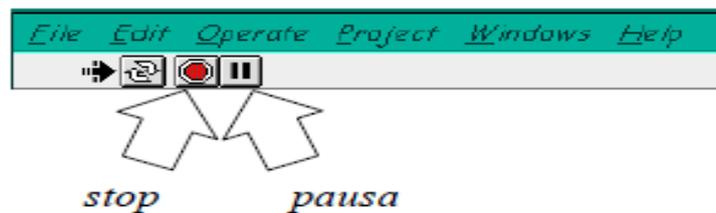
De este modo el programa se ejecutará una sola vez. Si se desea una ejecución continua, se pulsará el botón situado a la derecha del de *Run* (*Continuous Run*) que se puede observar en la FIGURA 14. Si durante el funcionamiento continuo del programa se vuelve a pulsar el citado botón, se finalizará la última ejecución del mismo, tras lo cual el programa se parará.

**FIGURA 15,** Barra de Herramientas LabVIEW. Boton *Continuous Run*



Para finalizar la ejecución de un programa se puede operar de dos formas. La primera, y la más aconsejable, es emplear un botón en el *panel frontal* del VI, cuya pulsación produzca la interrupción del bucle de ejecución de la aplicación. La segunda forma de detener la ejecución del VI es pulsando el botón de *pausa* o el de *stop*. La diferencia entre ambos es que si se pulsa *stop*, la ejecución del programa finaliza inmediatamente, mientras que si se pulsa *pausa*, se produce una detención en el funcionamiento del programa, retomándose su ejecución una vez se vuelve a pulsar el mismo botón. En la FIGURA 16 se puede observar ambas formas de parar la ejecución de un programa.

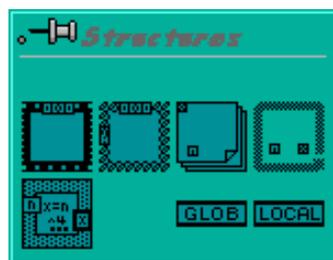
**FIGURA 16,** Barra de Herramientas LabVIEW. Botones de Parada.



### 5.1.7 Estructuras.

En la *paleta de funciones* que se muestra en la FIGURA 17, la primera opción es la de las *estructuras*. Éstas controlan el flujo del programa, bien sea mediante la secuenciación de acciones, ejecución de bucles, etc.

**FIGURA 17,** Estructuras.

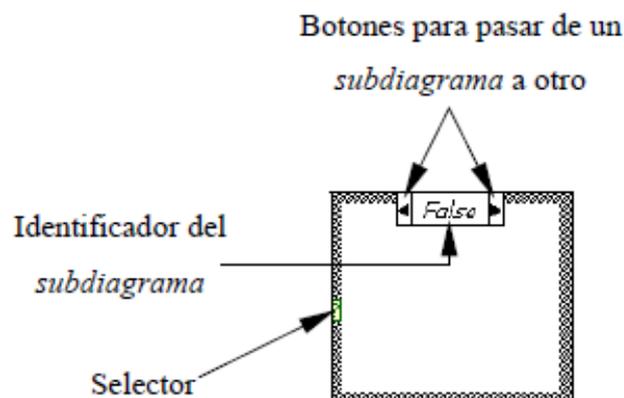


Las estructuras se comportan como cualquier otro nodo en el diagrama de bloques, ejecutando automáticamente lo que está programado en su interior una vez tienen disponibles los datos de entrada, y una vez ejecutadas las instrucciones requeridas, suministran los correspondientes valores a los cables unidos a sus salidas. Sin embargo, cada estructura ejecuta su *subdiagrama* de acuerdo con las reglas específicas que rigen su comportamiento, y que se especifican a continuación.

Un *subdiagrama* es una colección de nodos, cables y terminales situados en el interior del rectángulo que constituye la estructura. El *For Loop* y el *While Loop* únicamente tienen un subdiagrama. El *Case Structure* y el *Sequence Structure*, sin embargo, pueden tener múltiples subdiagramas, superpuestos como si se tratara de cartas en una baraja, por lo que en el diagrama de bloques únicamente será posible visualizar al tiempo uno de ellos. Los subdiagramas se construyen del mismo modo que el resto del programa. Las siguientes estructuras se hallan disponibles en el *lenguaje G*.

- ✓ **Case Structure.** Al igual que otras estructuras posee varios *subdiagramas*, que se superponen como si de una baraja de cartas se tratara. En la parte superior del subdiagrama aparece el identificador del que se está representando en pantalla. A ambos lados de este identificador aparecen unas flechas que permiten pasar de un *subdiagrama* a otro. En este caso el identificador es un valor que selecciona el subdiagrama que se debe ejecutar en cada momento. Para ilustrar mejor este diagrama se observa en la FIGURA 18.

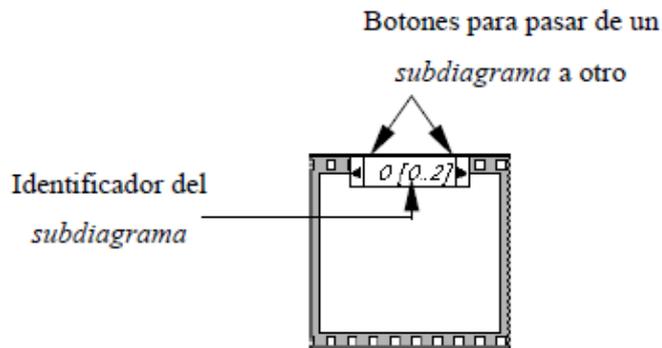
**FIGURA 18,** Case structure.



La estructura *Case* tiene al menos dos *subdiagramas* (*True* y *False*). Únicamente se ejecutará el contenido de uno de ellos, dependiendo del valor de lo que se conecte al *selector*.

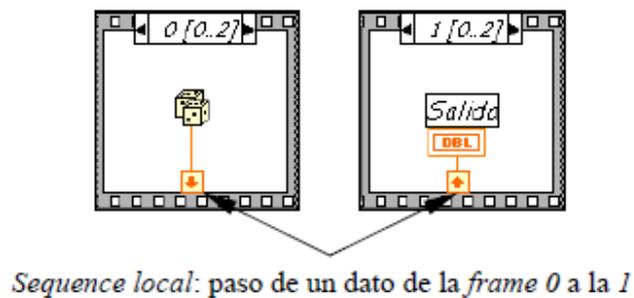
- ✓ **Sequence Structure.** De nuevo, este tipo de estructuras presenta varios *subdiagramas*, superpuestos como en una baraja de cartas, de modo que únicamente se puede visualizar una en pantalla. También poseen un identificador del *subdiagrama* mostrado en su parte superior, con posibilidad de avanzar o retroceder a otros *subdiagramas* gracias a las flechas situadas a ambos lados del mismo así como se observa en la FIGURA 19.

**FIGURA 19,** Sequence Structure.



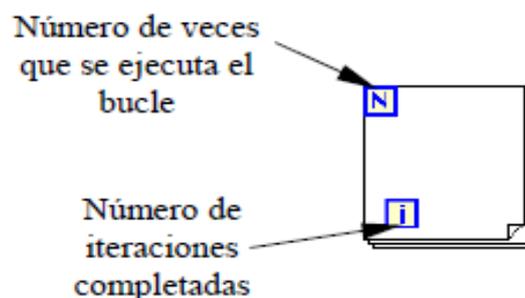
Esta estructura secuencia la ejecución del programa. Primero ejecutará el *subdiagrama* de la hoja (*frame*) nº0, después el de la nº 1, y así sucesivamente. Para pasar datos de una hoja a otra se pulsará el botón derecho del ratón sobre el borde de la estructura, seleccionando la opción *Add sequence local* mostrado en la FIGURA20.

**FIGURA 20**, Sequence Structure. Paso de un dato.



- ✓ **For Loop.** Es el equivalente al bucle *For* en los lenguajes de programación convencionales. Ejecuta el código dispuesto en su interior un número determinado de veces como se muestra en la FIGURA 21.

**FIGURA 21.** Structure For



Ejecutar el bucle *for* es equivalente al siguiente fragmento de código:

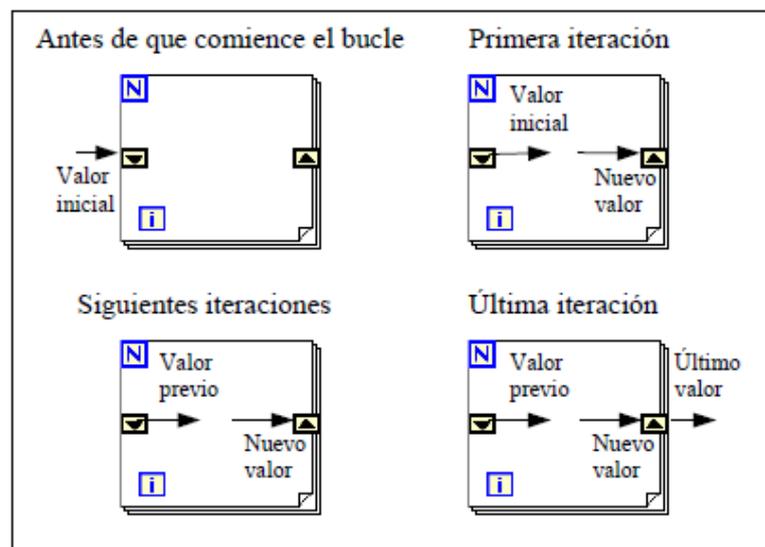
```

For i = 0 to N - 1
Ejecutar el subdiagrama del interior del Bucle

```

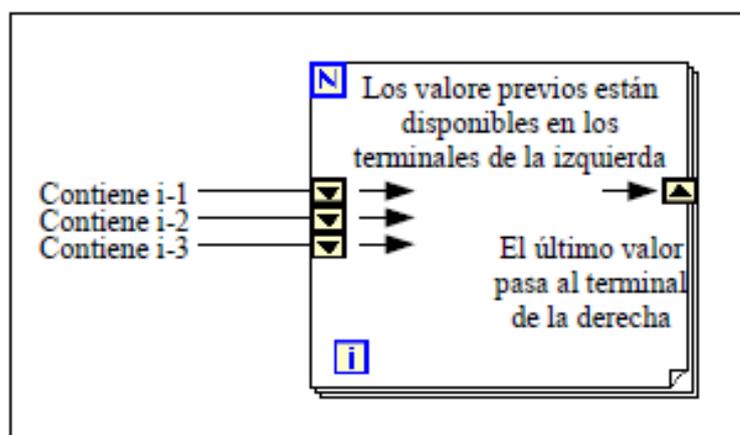
Para pasar valores de una iteración a otra se emplean los llamados *shift register*, los cuales se ven ilustrados en la FIGURA 22. Para crear uno, se pulsará el botón derecho del ratón mientras éste se halla situado sobre el borde del bucle, seleccionando la opción *Add Shift Register*. El *shift register* consta de dos terminales, situados en los bordes laterales del bloque. El terminal izquierdo almacena el valor obtenido en la iteración anterior. El terminal derecho guardará el dato correspondiente a la iteración en ejecución. dicho dato aparecerá , por tanto, en el terminal izquierdo durante la iteración posterior.

**FIGURA 22.** Shift Register with for



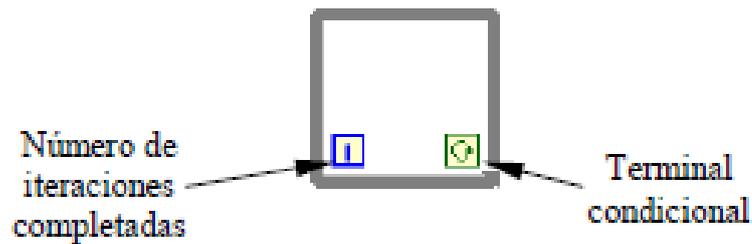
Se puede configurar un *shift register* para memorizar valores de varias iteraciones previas, ver FIGURA 23. Para ello, con el ratón situado sobre el terminal izquierdo del *shift register*, se pulsará el botón derecho, seleccionando a continuación la opción *Add Element*.

**FIGURA 23.** Shift register



- ✓ **While Loop.** Es el equivalente al bucle *while* mostrado en la FIGURA 24 empleado en los lenguajes convencionales de programación. Su funcionamiento es similar al del bucle *for*.

**FIGURA 24.** While loop



El bucle *while* es equivalente al código siguiente:

```

Do
Se ejecuta lo que hay en el interior del bloque
while terminal condicional is true
    
```

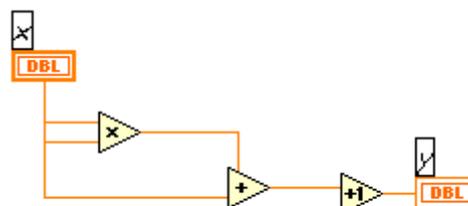
El programa comprueba el valor de lo que se halle conectado al terminal condicional al finalizar el bucle. Por lo tanto, el bucle siempre se ejecuta al menos una vez.

Con esta estructura también se pueden emplear los *shift registers* para tener disponibles los datos obtenidos en iteraciones anteriores (es decir, para memorizar valores obtenidos). Su empleo es análogo al de los bucles *for*, por lo que omitiré su explicación.

- ✓ **Formula Node.** La estructura denominada *Formula Node* se emplea para introducir en el diagrama de bloques fórmulas de un modo directo. Resulta de gran utilidad cuando la ecuación tiene muchas variables o es relativamente compleja. Por ejemplo, se desea implementar la ecuación:  $y = x^2 + x + 1$ .

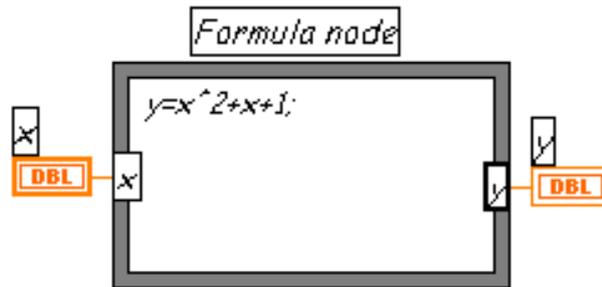
Empleando bloques pertenecientes al *lenguaje G* quedaría como se observa en la FIGURA 25:

**FIGURA 25.** Diagrama de Bloques de la ecuación anterior.



Si se utiliza la *formula node*, se obtiene lo que vemos en la FIGURA 26:

**FIGURA 26.** Ecuación con Formula node.



Para definir una fórmula mediante esta estructura, se actuará del siguiente modo:

- En primer lugar, se deben definir las variables de entrada y las de salida. Para ello, se pulsa con el botón derecho del ratón sobre el borde de la *formula node*. A continuación se seleccionará *Add Input* o *Add Output*, según se trate de una entrada o una salida, respectivamente. Aparecerá un rectángulo, en el que se debe escribir el nombre de la variable (se distingue entre mayúsculas y minúsculas). Todas las variables que se empleen deben estar declaradas como entradas o salidas. Las que se empleen como variables intermedias se declararán como salidas, aunque posteriormente no se unan a ningún bloque posterior.
- Una vez definidas las variables a emplear, se escribirán la o las fórmulas en el interior del recuadro (para ello se emplea la *labeling tool*). Cada fórmula debe finalizar con un “;”
- Los operadores y funciones que se pueden emplear se explican en la ayuda de LabVIEW, y son los que se muestran a continuación en la FIGURA 27:

**FIGURA 27.** Operadores y Funciones Para definir una función.

<i>Operadores:</i>	
<i>asignación</i>	=
<i>condicional ?:</i>	
<i>OR lógico</i>	
<i>AND lógico</i>	&&
<i>relacionales</i>	== != > < >= <=
<i>aritméticos</i>	+ - * / ^
 <i>Funciones:</i>	
abs acos acosh asin asinh atan atanh ceil cos cosh	
cot csc exp expm1 floor getexp getman int intrz ln	
lnpl log log2 max min mod rand rem sec sgn sin	
sinc sinh sqrt tan tanh	

La sintaxis de una expresión incondicional es la siguiente, FIGURA 28:

**FIGURA 28.** Expresión Incondicional.

`<expresión condicional> ? <texpresión> : <fexpresión>`

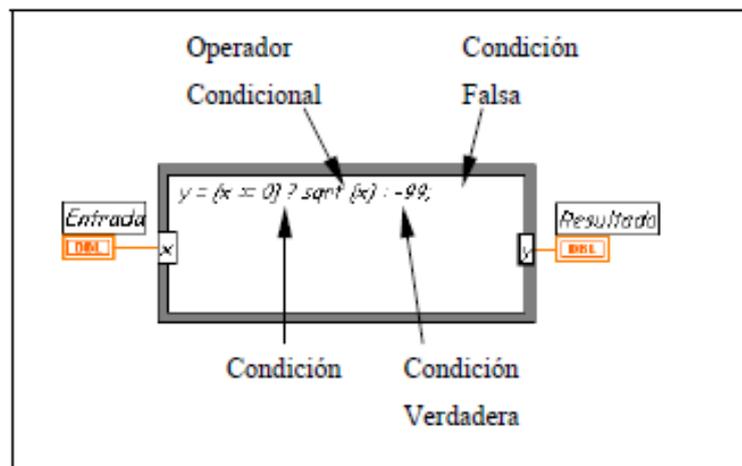
Si el valor lógico de la *expresión condicional* es *true* se ejecutará *texpresión*. Si, por el contrario, fuese *false*, lo que se aplicará será *fexpresión*. Como ejemplo considérese la FIGURA 29, que muestra el fragmento de código:

**FIGURA 29.** Expresión Incondicional True y False.

```
if (x >= 0) then
y = sqrt (x)
else
y = -99
end if
```

Se puede implementar este fragmento de código empleando un *formula node*, tal y como se muestra en la siguiente FIGURA 30:

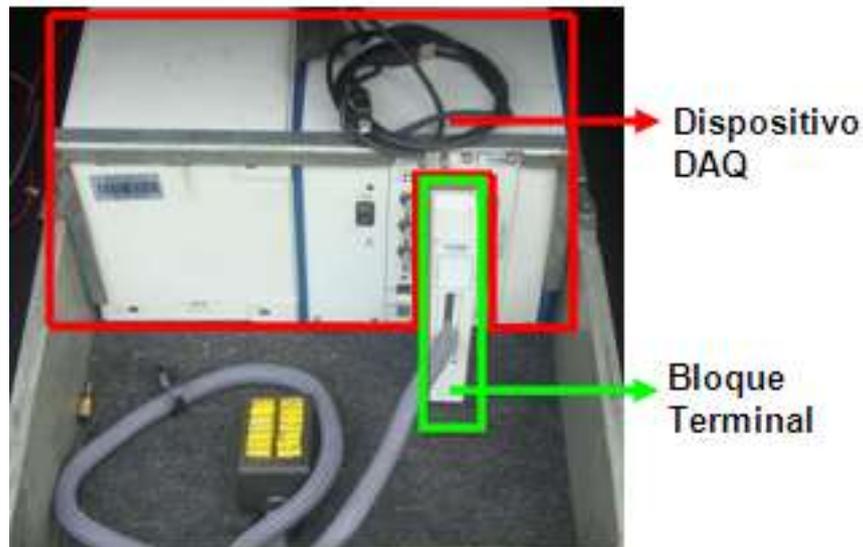
**FIGURA 30.** Expresión Incondicional True y False en un nodo.



## 5.2 DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO

En la RENAULT-Sofasa, mas específicamente en el área de La DPC, se cuenta con un modulo de LabVIEW, el cual está compuesto de un Dispositivo DAQ, más un Bloque terminal, que se pueden observar en la FIGURA 31, donde el dispositivo DAQ puede ser alimentado con 120V AC, y una batería que inicialmente tenía una duración de 8 horas, sin embargo con el paso de los meses esta batería solo funciona por un lapso máximo de 3 horas. Dicha unidad dispone de un bloque terminal que posee 32 conectores de los cuales cualquiera de ellas pueden ser entrada o salida, según su programación. Este bloque terminal permite leer señales como la temperatura, la corriente y el voltaje. Para comunicar el modulo de labview con el computador se hace por medio de un cable con conexión al puerto USB del computador, por tal motivo se hace mas eficiente y versátil el proceso.

**FIGURA 31.** Modulo de LabVIEW.



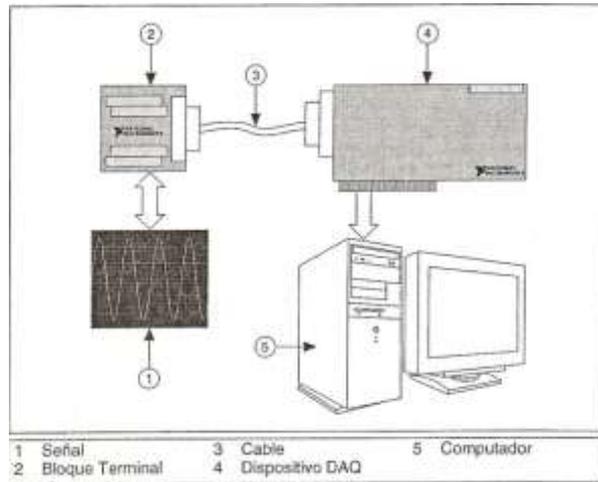
El sistema de adquisición de datos (DAQ), que se observa en la FIGURA 31, usa una tarjeta de adquisición de datos para pasar una señal eléctrica acondicionada a un computador para análisis y registro de datos por software. Se puede seleccionar una tarjeta de adquisición de datos que emplee un bus PCI, un bus PXI, el puerto USB o IEEE 1394 del computador.<sup>14</sup>

Un sistema típico DAQ posee tres tipos básicos de hardware – un bloque terminal, un cable y un dispositivo DAQ, como se muestra en la FIGURA 32.

---

<sup>14</sup> NATIONAL INSTRUMENTS, LabVIEW Básico I Introducción. Edición Febrero 2006.

**FIGURA 32.** Sistema típico DAQ



Luego que se convierte un fenómeno físico en una señal medible con o sin acondicionamiento (por medio de un sensor), se necesita adquirir dicha señal. Para adquirir una señal, necesita un bloque terminal, un cable, un dispositivo DAQ y un computador. Esta combinación de hardware puede transformar un computador en un sistema de medición y automatización.<sup>15</sup>

### **Bloque Terminal y Cable**

Un bloque terminal provee un lugar para conectar las señales. Este consiste de tornillos o terminales de resorte para conectar las señales y un conector para un cable con el fin de comunicar el bloque terminal con un dispositivo DAQ. El bloque terminal posee 100, 68, 50 o 32 terminales. El tipo de bloque terminal que usted debe seleccionar depende de 2 factores, el dispositivo y el número de señales que está midiendo. Un bloque terminal con 68 terminales ofrece más terminales de tierra para conectar una señal que un bloque terminal con 50 terminales. Tener más terminales de tierra previene la necesidad de sobreponer cables para alcanzar un terminal de tierra, lo cual puede causar interferencia entre las señales.<sup>16</sup>

Los bloques terminales pueden ser blindados o no blindados. Los bloques blindados ofrecen mejor protección contra ruido. Algunos bloques poseen características extras, tales como compensación por unión en frío, lo cual es necesario para medir adecuadamente una termocupla.<sup>17</sup>

Un cable transporta la señal desde el bloque terminal al dispositivo DAQ. Los cables vienen en configuraciones de 100, 68, 50 y 32 pines. Se selecciona la

---

<sup>15</sup> NATIONAL INSTRUMENTS, LabVIEW Básico I Introducción. Edición Febrero 2006.

<sup>16</sup> Ibíd.

<sup>17</sup> Ibíd.

configuración dependiendo del bloque terminal y del dispositivo DAQ que se esté usando. Los cables al igual que los bloques terminales, son blindados o no blindado.<sup>18</sup> Para nuestro diseño se disponen de bloques terminales blindados y de cables blindados, lo cual es un beneficio, ya que nos dará mucha más seguridad a la hora de la adquisición de las variables.

### Accesorio de Señal DAQ

En la FIGURA 33 se muestra el bloque terminal que se está usando para este diseño y el accesorio de señal DAQ.

**FIGURA 33**, Bloque terminal.

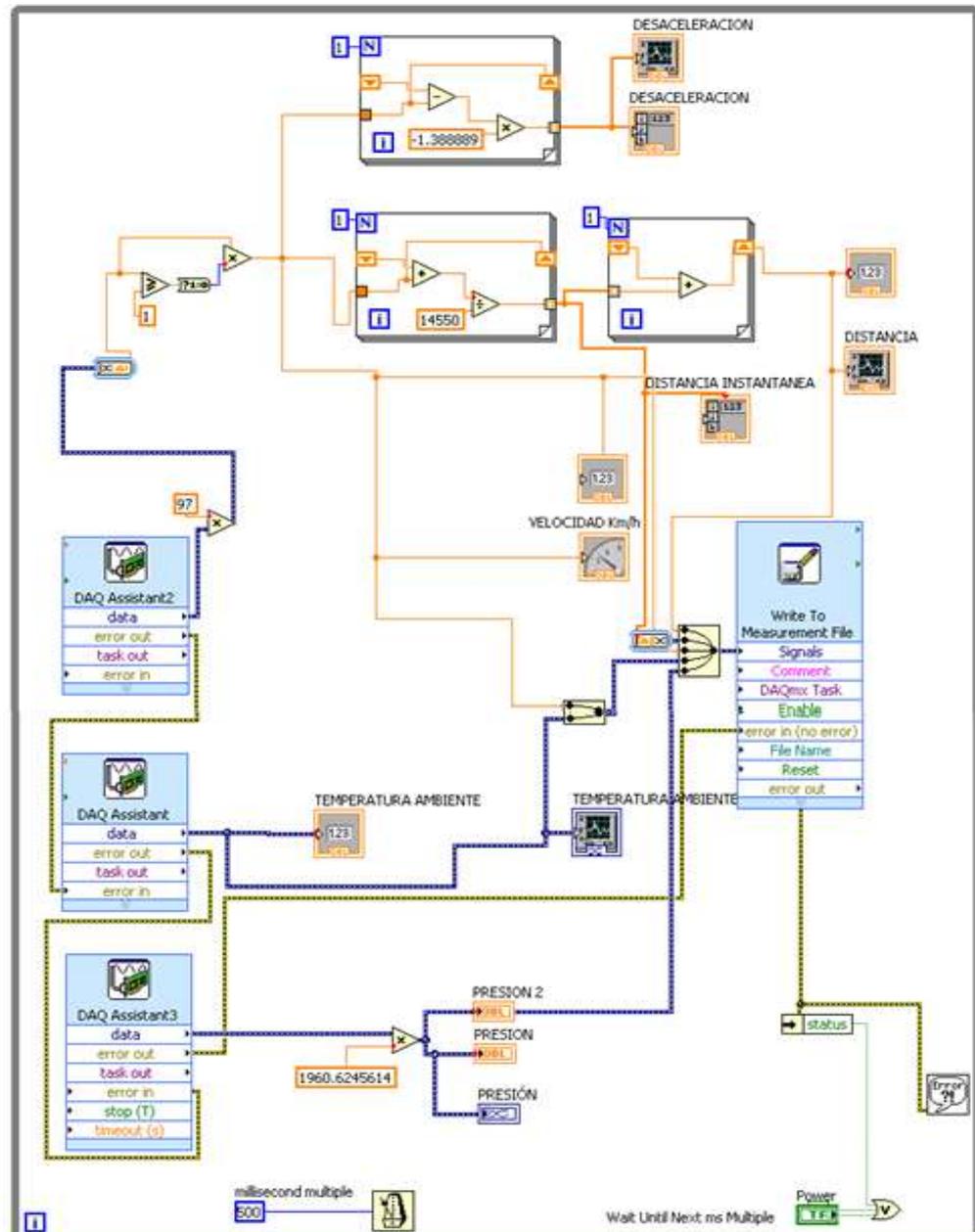


Después de hacer el debido procedimiento explicado anteriormente para la realización de nuestro prototipo en ambiente LabVIEW, se muestra en la FIGURA 34, lo que corresponde a la parte del campo de programación gráfica del algoritmo de adquisición, del monitoreo, de la comunicación del computador con el proceso, entre otros.

---

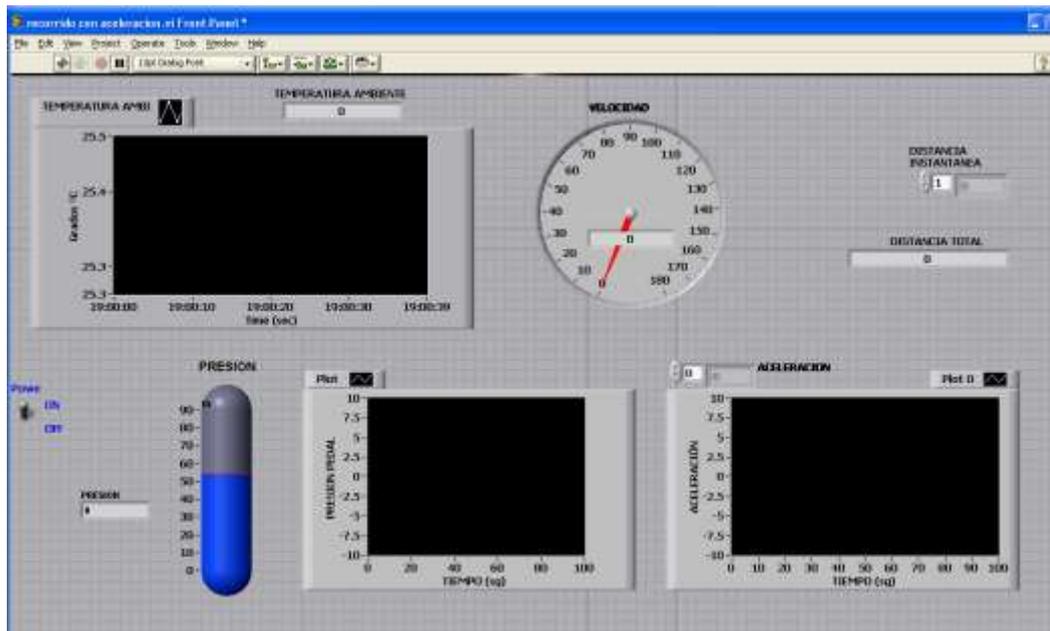
<sup>18</sup> Ibíd.

FIGURA 34. Diagrama de Bloques de LabVIEW



En la FIGURA 35 se muestra el Panel frontal, el cual se va generando a medida que se ejecuta el Diagrama de bloques, donde se contienen las variables del proceso, temperatura, presión, velocidad, distancia recorrida, desaceleración. En este panel se presentan las variables en forma análoga y digital, las cuales pueden ser útiles para la persona que este ejecutando dicho ensayo.

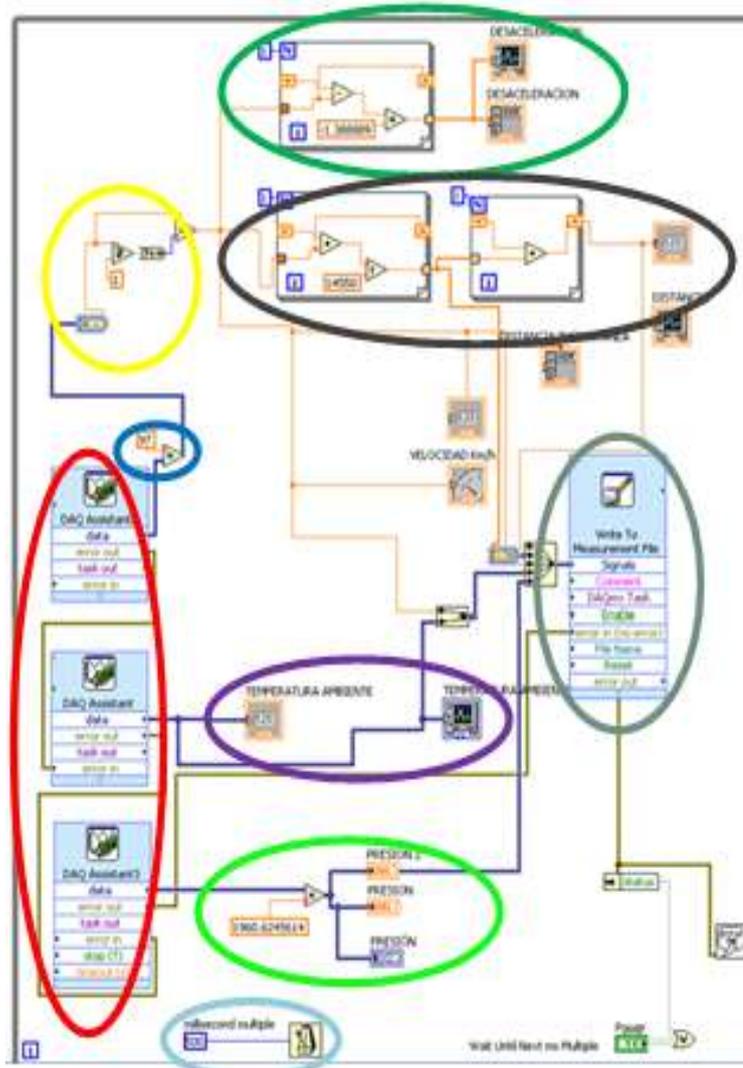
**FIGURA 35.** Panel Frontal



### **SINTESIS DE LA PROGRAMACION EN LABVIEW**

En esta etapa del desarrollo del prototipo se explicaran las partes principales del programa realizado en ambiente LabVIEW visto en la FIGURA 36. Hay que resaltar que este producto es un diseño que le pertenece a RENAULT-Sofasa, y alguna información es omitida por acuerdo de confidencialidad con la empresa.

**FIGURA 36.** Presentación gráfica Diagrama de Bloques



### **Etapa de Adquisición de datos.**

En la FIGURA 37 se observa el icono que permite que el software LabVIEW pueda adquirir los datos análogos, procesarlos y enviarlos al medio por el que se desean observar, para nuestro caso se utilizó un computador portátil. En este icono se pueden definir los 3 tipos de variables que lee el bloque terminal: temperatura, voltaje y corriente. Para este caso solo se trabajará con voltaje y temperatura por especificaciones concretas del módulo.

También se puede definir qué tipo de canales serán utilizados para entrada y salida, configuración del voltaje máximo y mínimo, y la frecuencia con la que se quieren adquirir los datos.

**FIGURA 37.** Icono de Adquisición de Datos.



### Velocidad

Esta parte del proceso corresponde a la velocidad del vehículo, esta señal la tomamos del captador de velocidades ubicado en la caja de velocidades del motor, como se observa en las FIGURAS 37 Y 38. Dicho captador nos entrega una señal digital (pulsos), puesto que nuestro bloque terminal no lee pulsos, se vio en la necesidad de implementar un dispositivo electrónico que me permita convertir los pulsos en un voltaje que pueda leer el módulo, el cual se observa en la FIGURA 39 y 40. Después de realizar los respectivos cálculos y hacer las pruebas necesarias se obtiene que el factor por el que se debe multiplicar el voltaje que nos entrega el convertidor de frecuencia a voltaje es 97. Al multiplicar el voltaje que nos entrega el sistema de adquisición por un factor de 97, obtenemos la velocidad exacta del vehículo.

**FIGURAS 37 y 38.** Captador de Velocidad.



Uno de los inconvenientes que se tuvo con este circuito fue la variación que tenían los datos con respecto a la temperatura, ya que en temperaturas superiores a los 37°C no coincidían los valores arrojados por el LabVIEW con respecto al odómetro del carro, por tal motivo se ejecuto un plan de acción el cual fue implementar un ventilador (ver FIGURA 39) que permitiera mantener circulando el aire que ingresaba a la caja donde estaba dicho circuito. Dicha contramedida resulto ser satisfactoria a nuestro inconveniente.

**FIGURA 41.** Ventilador



Esta etapa se implementó debido a que cuando el vehículo se encontraba estacionado ingresaba una especie de ruido el cual contabilizaba una velocidad inexistente, afectando la distancia recorrida y los datos del proceso. Se realiza una contramedida y es un esquema que me permite filtrar las velocidades que sean menores a 1, omitiéndolas y aproximándolas a cero. Siendo este efectivo y contrarrestando el inconveniente que se tenía.

Etapa es realizada con un ciclo *For*, que permite ejecutar el ciclo cada que se adquiere un dato, para nuestro prototipo se adquiere cada 0.5Sg. Se utilizo la fórmula general de la aceleración planteada en la ecuación 1, y después de realizar los cálculos se llega a la programación que al traducirla al lenguaje grafico se obtiene el diagrama de bloques que esta encerrado con un circulo verde de la FIGURA 36. Seguido del diagrama de bloques se colocan los iconos que me permitirán visualizar dicha variable, también se dirige la información a un icono que almacena toda la información.

$$A = \frac{V_f - V_i}{\Delta t}$$

Donde:

A= Aceleración, Vf= Velocidad final, Vi= Velocidad inicial Δt= delta de t.

Parte del proceso que permite medir la distancia recorrida cada 0.5Sg y la distancia total acumulada durante la prueba. Distancia que es posible hallar por medio de la velocidad hallada en la etapa anterior, dicha programación se realiza con 2 ciclos *For*.

El primer ciclo *For*, permite obtener la distancia instantánea mediante la ecuación de distancia, que se explica a continuación.

Para hallar la distancia recorrida suponemos que la velocidad durante el lapso que se toma el dato (cada 0.5Sg) es de manera uniforme, entonces el valor medio de la velocidad, en un cierto intervalo de tiempo, es igual al promedio de la velocidad inicial y final en este tramo, es decir la velocidad media será Ecuación 3.

Velocidad media.

$$V_m = \frac{V_i + V_f}{2}$$

Eq. 2

Donde:

Vm= Velocidad media, Vi= Velocidad Inicial y Vf= Velocidad final.

Por lo tanto para hallar la distancia recorrida se puede determinar multiplicando su velocidad media por el tiempo transcurrido, esta se observa en la ecuación 4:

Distancia instantánea recorrida.

$$D = V_m \times t$$

Eq. 3

Donde:

D= Distancia, Vm= Velocidad media y t = tiempo

Para el segundo ciclo *For*, lo que se hace es la suma de cada una de las distancias instantáneas, sumando el último valor obtenido con el acumulado, dando como resultado la distancia total recorrida.

Cabe resaltar que todos los datos obtenidos son visualizados y almacenados de manera instantánea durante el proceso, esto se logra mediante unos iconos que permiten visualizar el comportamiento de los datos obtenidos después del proceso de programación.

● Aquí se obtiene la variable de temperatura, que es graficada y almacenada por medio de los iconos de programación de LabVIEW. Esta se mide mediante una termocupla tipo k, este tipo de termocupla se utiliza para convertir la energía en voltaje. Se emplea como sensor de temperatura e instrumento semejante a un termómetro y se designa por letras (T,E,J,K,R) que identifican los materiales que contiene. La Termocupla tipo K mostrada en la FIGURA 42 y 43 se emplea para medir la temperatura ambiente en la superficie del vehículo. Ella tiene aplicación específica para realizar mediciones sobre superficies variadas. El sensor permite mayor exactitud en las lecturas de temperatura que las obtenidas mediante termocupla de abrazadera o un sensor PT100.<sup>19</sup> Ver **Anexo 3** con tabla de conversión Temperatura – Voltaje.

**FIGURA 42 y 43. Termocupla**



● Fase en la que mediante un Sensor de Presión se puede obtener la Presión de frenado durante los recorridos o en una prueba específica. El sensor utilizado funciona mediante una galga estensiométrica que consiste en un alambre muy fino, o más comúnmente un papel metálico arreglado en forma de rejilla, la rejilla se encuentra pegada a un apoyo delgado, el cual se encuentra unido a la superficie del objeto sometido a tensión, fuerza o presión. Por lo tanto la presión experimentada por el objeto es transmitido directamente a la gala estensiométrica que responde con un cambio lineal en su resistencia eléctrica ver FIGURA 44.<sup>20</sup>

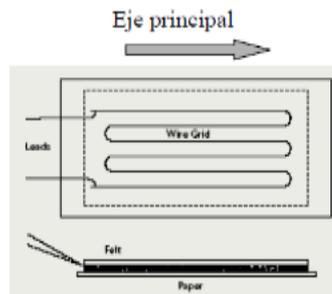
El parámetro que define la sensibilidad de una galga se conoce como factor de gala GF y es definido como el cociente entre el cambio fraccional de la resistencia eléctrica y la deformación unitaria  $\xi$ .

**FIGURA 44. Galga estensiométrica**

<sup>19</sup> Fuente:

[http://mecanica.eafit.edu.co/~mgarcia/mg/projects/2003\\_moldesTermoformado\\_techR.pdf](http://mecanica.eafit.edu.co/~mgarcia/mg/projects/2003_moldesTermoformado_techR.pdf)

<sup>20</sup> Teoría de sensores, [http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/instindustrial/teorico/080306-Sensores-parte\\_III.presion.pdf](http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/instindustrial/teorico/080306-Sensores-parte_III.presion.pdf)



Este sensor se implementó en el pedal del vehículo quedando como se observa en la FIGURA 45 y 46

**FIGURA 45 y 46. Sensor de Presión.**



Esta etapa corresponde a la programación del tiempo de muestreo o de adquisición de los datos, que para nuestro programa se realizara cada 500 milisegundos, equivalente a 0.5 Sg.

Icono de adquisición de datos, que permite capturar la información procesada durante el transcurso del programa y almacenarla en un archivo, el cual puede ser abierto como archivo de texto (.txt) o Archivo de Excel (.xls).

### **5.3 EVALUACION DEL PROTOTIPO**

Durante esta etapa se realizaron pruebas en las que se pudo determinar algunas fallas y proceder a ejecutar las contramedidas.

La etapa de la evaluación del proyecto se desarrollo en 3 partes.

La primera parte fue ejecutada después de haber acoplado todos los dispositivos en el vehículo, tanto físicos como lógicos (programa). Esta fue realizada en el taller del área de la DPC.

Con la ayuda de un gato neumático se podía colocar el vehículo en marcha, sin que este se moviera del sitio y así comprobar las diferentes medidas

entregadas por el LabVIEW con respecto a las visualizadas en el vehículo como el odómetro, el velocímetro, la presión de frenado y la temperatura, estas 2 últimas se medían con elementos específicos para medir dichas variables.

Los dispositivos Electrónicos como el computador y el modulo de LabVIEW, fueron alimentados directamente de la red eléctrica, ya que el fin de esta prueba era verificar que las señales entregadas por los dispositivos en conjunto con las respectiva programación si estuvieran entregando la lectura correcta, además de que los datos almacenados si estuviesen siendo guardados correctamente. El resultado después de realizar las pruebas fue:

- Se calibra el sensor de presión el cual estaba dando una lectura errónea con respecto al medidor de presión análogo con el que se comparaba la lectura del LabVIEW.
- Se cambia la termocupla, puesto que la que se tenía estaba mala.
- Se modifica el tiempo de adquisición de datos de 1 Sg a 0.5Sg.

La segunda parte se ejecuto en la pista de SOFASA. Adicionando a esta etapa con respecto a la anterior una alimentación desde la batería para que funcione el convertidor de frecuencia a voltaje, que antes fue alimentado con una fuente externa. Al realizar estas pruebas no se encontraron anomalías, solo se pensó en el inconveniente de la carga de los equipos en pruebas que requieran más de 3 horas de duración.

Estas pruebas fueron realizadas en varias ocasiones, con el objeto de verificar la veracidad de los datos y las variables visualizadas en el PC. Dentro de las pruebas que se realizaron se enfatizo mucho en la velocidad, distancia recorrida y presión de frenado. Las pruebas se realizaron en 2 tipos de vehículos, un Sandero y un Logan, obteniendo el mismo resultado, debido a que ambos vehículos son de la misma familia, tienen la misma programación y el mismo motor.

En la tercera fase se realizo una prueba de larga duración.

La prueba fue realizada durante un estudio de ruta para los circuitos de síntesis de los vehículos.

**Prueba:** Medellín – La cristalina

**Fecha:** 22 de Septiembre de 2010.

Se hizo la prueba del recorrido Medellín- La cristalina (llegando a Rio Claro), por la vía Medellín Bogotá. La adición que se le realizo a esta etapa fue el inversor de voltaje de 12 a 120V visto en la FIGURA 47, para poder alimentar el computador y el modulo. En esta prueba se coloco a funcionar el programa del

LabVIEW con todos sus componentes, sensores, termocuplas, inversor y convertidores en donde su funcionamiento durante el recorrido fue estable y confiable, aunque se observaron algunos altercados que solo con la realización de dicha prueba se pudo evidenciar.

1. **Desfase de kilometraje:** Este inconveniente fue que en el LabVIEW daba 1km de más cada 40km, comparado con el odómetro del carro. Como plan de acción se optó por recalcular el factor de la velocidad, debido a que la distancia depende de la velocidad y esta es la señal que se está adquiriendo del captador de velocidades.
2. **Variación de las señales:** Cuando es conectada la fuente de voltaje al vehículo (cenicero), no hay ningún cambio, pero cuando se conecta el PC y el módulo a la fuente de voltaje, inmediatamente los datos comienzan a fluctuar, concretamente la velocidad y la temperatura. Inconveniente del cual no se pudo detectar su causa. Como contramedida se optó por conectar el inversor directamente desde la batería del carro y no del cenicero del vehículo. Este cambio se efectuó para mejorar el inconveniente encontrado.

**FIGURA 47. Inversor**



## 6. INCONVENIENTES EN EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.

**El tiempo:** Fue uno de los mayores altercados que se tuvo durante la realización de este proyecto, puesto que las funciones asignadas en el centro de práctica requerían de mucha atención y no se tenía mucho tiempo para su realización, solo podía dedicarse tiempo después de la jornada laboral, aunque en ocasiones quedaba algo difícil ya que todavía tenía materias pendientes por terminar, sin embargo se aprovecharon al máximo fines de semana, pero se dificultaba, ya que los módulos de LabVIEW estaban en la empresa.

**Variación de las variables:** Hubo varios factores que dificultaron la implementación del prototipo como lo son:

**La Temperatura:** Debido a que las pruebas son dinámicas y los vehículos deben hacer los recorridos que normalmente ejecutan y están propensos a enfrentar temperaturas entre 8°C (Tunja) y 40°C (Caucasia, Neiva, Guajira), se observó que a temperaturas muy altas, los dispositivos electrónicos como el Im2907, varían la conversión de frecuencia a voltaje, por lo que se optó por implementarle un pequeño dispositivo, el cual no permitía que el calor se concentrara en la caja donde se encontraba el circuito. Se observó una mejoría bastante grande, ya que ese inconveniente después de la instalación del ventilador no presentó más el inconveniente.

**Período de las Pruebas:** Durante los ensayos hay pruebas que pueden durar hasta 8 horas, donde se encontró un inconveniente y era el tiempo de carga que tienen los dispositivos de adquisición de datos, tales como el portátil y el módulo de LabVIEW, su duración era entre 2 y 3 horas. Para solucionar dicho inconveniente se instaló un inversor de voltaje el cual se conectaba al cenicero del vehículo, que me entrega una señal entre 12 y 14 Voltios, convirtiendo este voltaje en 120V AC, pudiendo ser alimentado el portátil y el módulo. A raíz de dicho inconveniente se hacen pruebas y se encuentra que los datos monitoreados y almacenados mientras el módulo y el portátil se encuentran

conectados al cenicero son erróneos y desvarían, ocasionando esto un inconveniente mas a resolver.

## 7. CONCLUSIONES

- Se evidencia la importancia de volver eficientes los procesos realizados en las empresas, pero sobre todo de la automatización a través de la ingeniería electrónica.
- Haciendo uso del Lenguaje de programación LabVIEW, se diseño e implemento el software, que permite la visualización, monitoreo y almacenamiento de datos en tiempo real de los ensayos que se realizan en el área de la DPC.
- El programa de LabVIEW con la correcta utilización, demostró ser una herramienta efectiva para sistemas en donde suceden múltiples ocurrencias. Se consiguió optimizar recursos y tiempo puesto que se pueden agregar múltiple señales que permiten el almacenamiento de estas y su posterior análisis.
- El ambiente LabVIEW es de gran ayuda puesto que posee un simulador que permitió realizar pruebas preliminares a la implementación y así poder detectar errores que se cometían durante la programación, corrigiéndolos en un tiempo mucho menor.
- El LabVIEW es una plataforma de Software industrial, que permitió realizar la comunicación entre el vehículo y el computador de forma muy eficiente, permitiendo así la automatización del proceso de la toma de datos del área de la DPC.

- Con el modulo de adquisición de datos de LabVIEW y la programación en ambiente LabVIEW, se logro la comunicación entre el computador y el proceso, lo cual permitió el monitoreo y la adquisición de datos, mediante los algoritmos desarrollados para la automatización de dicho proceso.
- El avance en los sistemas desarrollados mediante LabVIEW se ha vuelto cada vez mas completo, entregando soluciones a todo nivel, sin embargo la posibilidad de seguir explotando cada una de las herramientas presentes vuelve a este atractivo software en una herramienta necesaria para los procesos de automatización y control requeridos en las empresas.
- El proyecto es una innovación en el monitoreo y almacenamiento de datos adquiridos durante los ensayos, ya que en ninguna planta de Renault se tiene implementado este tipo de herramienta. Lo que hace que este proyecto sea implementado en otras plantas de Renault.
- Se logro cumplir satisfactoriamente con los objetivos planteados al inicio tanto del proyecto como de la práctica, estipulados en los cronogramas de actividades del proyecto y de la empresa, los cuales fueron desarrollados durante el segundo periodo académico de 2010.

Dentro de los contenidos y de la información adquirida durante el aprendizaje se hizo evidente la importancia de un segundo idioma, las comunicaciones laborales se desenvuelven en torno a idiomas como Francés, ingles y Portugués principalmente, debido a que la empresa tiene presencia en países propios de estas lenguas, sin embargo gracias a los conocimientos adquiridos en la universidad y a las herramientas utilizadas para la traducción y comprensión de dichos idiomas fue posible cumplir con las funciones requeridas para el desarrollo de dichas piezas.

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ LabVIEW es un programa que facilita el diseño de aplicaciones para la adquisición de datos, análisis de medidas y presentación de información, ya que su lenguaje de programación no tiene complejidad de desarrollo tradicional, esto gracias a su interfaz grafica de programación.
- ✓ Adquirir el Bloque terminal de la National Instruments para el modulo de LabVIEW, ya que este es el que permite la lectura de pulsos digitales, con el fin de evitar variaciones y omitir el dispositivo implementado para convertir frecuencia a voltaje.
- ✓ Es inevitable la calibración adecuada de todos los instrumentos y equipos de medición para lograr la exactitud necesaria y asegurar la respuesta adecuada de nuestro proceso de monitoreo y almacenamiento.
- ✓ Para mejorar y optimizar el desempeño de los elementos de adquisición, se debe de evitar en lo posible las señales de ruidos, ya que estas afectan la calidad de los datos. Para evitar esto se podrán utilizar filtros
- ✓ Implementar un dispositivo en el vehículo que permita alimentar las herramientas utilizadas durante el proceso de las pruebas dinámicas, sin que este afecte la fluctuación de las variables medidas en los vehículos.
- ✓ Instalar los dispositivos en otros vehículos de la planta de ensamble y compartirlos con las sedes de los otros países.
- ✓ Se debería tener en cuenta la carga de trabajo que tiene un estudiante en práctica, que influye en la calidad del producto final que se debe presentar,

los factores que influyen son: Carga de trabajo en la universidad, puesto que en su mayoría todavía se cursan materias, el tiempo y responsabilidad laboral con funciones propias de la empresa y el tiempo y esfuerzo que implica realizar un proyecto en el centro de práctica.

## BIBLIOGRAFÍA

DIDACTICA, Cinemática. [Movimiento rectilíneo uniforme], [online] [http://www.didactika.com/fisica/cinematica/movimiento\\_rectilineo\\_uniformement\\_e\\_variado.html](http://www.didactika.com/fisica/cinematica/movimiento_rectilineo_uniformement_e_variado.html)

García Anderson, Arango Juan Felipe, Módulo de adquisición de datos para el control de un motor AC, usando PLC y LabVIEW. Tesis de Grado. Politécnico Jaime Isaza Cadavid, 2009. p.p.28-30.

González González, Carlos y Vásquez Zeleny, Ramón. Metrología. 2 Ed. Mexico:McGraw-Hill p. 41

Howarth, Preben. Metrology – in short 2 Ed. USA. 2003. p31

Juárez Morales Gelbert Randolpho, Implementación de un laboratorio virtual con la Ayuda de *LabVIEW*, al curso de circuitos Eléctricos 1. Tesis de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. p.p 31-37 [online] [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0148\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0148_ME.pdf)

KILTS, Steve. Advanced FPGA Desing: Architecture, Implementation, and Optimization, Universidad de California. 2 ed. Prentice Hall, 2003, 97 p.

MEDICION Y CONTROL INDUSTRIAL. Termocupla Tipo K. [Instrumentos de medición], [online] [http://www.sapiensman.com/medicion\\_de\\_temperatura/termocuplas.htm](http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/termocuplas.htm)

NATIONAL INSTRUMENTS, LabVIEW Básico I Introducción. Edición Febrero 2006. 1993-2006

NATIONAL INSTRUMENTS, LabVIEW Básico II Desarrollo. Edición Febrero 2006. 1993-2006

Roncancio H. Velasco H. Una introducción a *Labview*. Universidad. .  
Distrital Francisco José de Caldas, 2000. p.p. 5-12.

Ruiz Oscar, García Manuel, Suarez Leidy, Gómez Mario y Henao Miguel. Modelamiento geométrico y térmico de moldes de termoformado para textiles. Universidad EAFIT, 2003. p.p 37-38. [online] [http://mecanica.eafit.edu.co/~mgarcia/mg/projects/2003\\_moldesTermoformado\\_techR.pdf](http://mecanica.eafit.edu.co/~mgarcia/mg/projects/2003_moldesTermoformado_techR.pdf)

**ANEXOS**  
**ANEXO A. Análisis de la Competencia**

A10      OBSERVACION: Se evidencio en el momento de las visitas, que los vendedores no sabian lo que era el protector de tuberia rigida de freno, ya que a la hora de averiguar por esta, los vendedores no tenian ni idea de lo que se estaba preguntando.

MARCA	MODELO	PROTECTOR CARTER	MATERIAL	PROTECTOR TUBERIA RIGIDA	MATERIAL	ALTURA (mm) CARTER -	ALTURA LADO IZQUIERDO	ALTURA LADO DERECHO	OBSERVACIONES
	RENAULT	SI	LAMINA DE HIERRO 2,2mm	SI	LAMINA DE HIERRO 1,3mm	158	179 -- 3,2cm	172 -- 3,2cm	.....
	CHEVROLET	NO	.....	NO	.....	165	182 -- 2,4cm	185 -- 2,4cm	.....
	CHEVROLET	NO	.....	NO	.....	166	183 -- 2,5cm	190 -- 2,5cm	En el momento de la compra, algunos clientes optan por calcar el protector del carter. (conocimiento de 2 caras en las visitas realizadas. Andar)
	KIA	NO	.....	NO	.....	147	171 -- 2,5cm	170 -- 2,5cm	.....
	HYUNDAI	NO	.....	NO	.....	164	193 -- 2,5cm	191 -- 2,5cm	Las automoviles HYUNDAI no traen protector de carter, debido a que estas vienen diseñadas para que las zapatas del motor al momento de una calizansa rampan, provocando que el motor caiga y el habitaculo nazca afectado por esto.

**OBSERVACION:** Se evidencio en el momento de las visitas, que los vendedores no sabian lo que era el protector de tuberia rigida de freno, ya que a la hora de averiguar por esta, los vendedores no tenian ni idea de lo que se estaba preguntando.

**A:** Distancia del zulo a la portaña del entribo.  
**B:** Medida de la Portaña del entribo.

RENAULT CLIO / 
 RENAULT SANDERO / 
 RENAULT TWINGO-LAC / 
 RENAULT LOGAN

## ANALISIS DE LA COMPETENCIA LLANTAS

ANALISIS DE COMPETENCIA LLANTAS [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Complementos

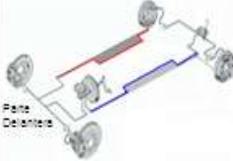
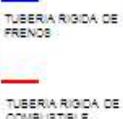
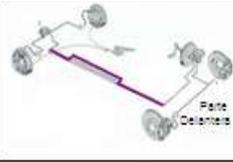
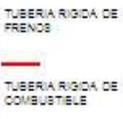
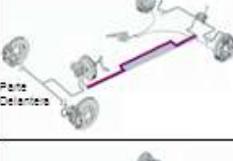
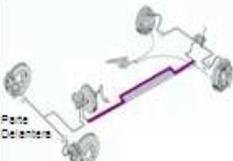
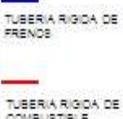
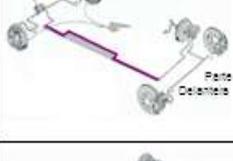
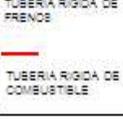
B42

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	 <b>RENAULT</b>							
2	<b>COMPETENCIA CLIO</b>							
3	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>TALLA LLANTA</b>	<b>RIN</b>	<b>MARCA</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>POSVENTA</b>	<b>PRECIO</b>
4	 <b>CLIO</b>	RENAULT	185/60	R14	BFGOODRICH	COLOMBIA	BFGOODRICH	240.381
5	 <b>AVEO 3 PUERTAS</b>	CHEVROLET	GTIC/A 185/60	R14	CONTINENTAL	ECUADOR	CONTINENTAL	185.000
6			GTIFULL 185/55	R15	WINGRO	CHINA	WINGRO	220.000
7	 <b>AVEO 5 PUERTAS</b>	CHEVROLET	185/55	R15	WINGRO - CONTINENTAL	CHINA -- ECUADOR	WINGRO - CONTINENTAL	220.000 --- 185.000
8	 <b>MAZDA 2</b>	MAZDA	185/55	R15	MICHELIN	ESPAÑA	MICHELLIN	317.000
9	 <b>GETZ</b>	HYUNDAI	175/65	R14	HANKOOK	KOREANA	HANKOOK	85.000
10	 <b>NEW PALIO</b>	FIAT	185/60	R14	CONTINENTAL	ECUADOR	CONTINENTAL	160.000
11	 <b>GRANDE PUNTO</b>	FIAT	195/60	R15	PIRELLI	BRASIL	PIRELLI	257.000
12	 <b>NEW GOL</b>	VW	195/55	R15	BRIDGESTONE	BRASIL	BRIDGESTONE PIRELLI	BRID -- 260.000 PIRELL -- 200.000
13	 <b>RIO XCITE</b>	KIA	195/55	R15	HANKOOK	CHINA	HANKOOK	207.000
14	 <b>NEW FABIA</b>	SKODA	165/70	R14	CONTINENTAL	VENEZUELA	CONTINENTAL	140.000
15								
16								

RENAULT CLIO
RENAULT SANDERO
RENAULT TWINGO-LAC
RENAULT LOGAN

Listo

## ANALISIS DE LA COMPETENCIA POSICION TUBERIA RIGIDA

ANALISIS COMPETENCIA - POSICION TUBERIA RIGIDA [Modo de co							
Inicio    Insertar    Diseño de página    Fórmulas    Datos    Revisar    Vista    Programado							
H11 $f_x$							
 <b>COMPETENCIA CLIO</b>							
MARCA	MODELO	PROTECTOR TUBERIA	MATERIAL	DISEÑO TUBERIA RIGIDA		OBSERVACIONES	
	RENAULT	SI	LAMINA DE HIERRO 1,3mm			Tubería rígida de freno se encuentra al lado izquierdo y la tubería rígida de combustible en la parte derecha del vehículo.	
	CHEVROLET	NO	.....			tubería rígida de freno y tubería rígida de combustible en la parte derecha del vehículo, ambas van por el mismo conducto. El cual tiene un embutido en la lamina para que las tuberías queden	
	MAZDA	NO	.....			Tubería rígida de freno y tubería rígida de combustible en la parte izquierdo del vehículo, ambas van por el mismo conducto. El cual tiene un embutido en la lamina para que las tuberías queden	
	HYUNDAI	NO	.....			Tubería rígida de freno y tubería rígida de combustible en la parte izquierdo del vehículo, ambas van por el mismo conducto. El cual tiene un embutido en la lamina para que las tuberías queden introducidas en el piso	
	FIAT	SI	LAMINA DE HIERRO 2mm			Este vehículo tiene una lamina protectora, que recubre toda la parte inferior del vehículo, quedando al descubierto solo el escape.	
	FIAT	SI	PLASTICO			Tubería rígida de freno y tubería rígida de combustible en la parte derecha del vehículo, ambas van por el mismo conducto.	
						Tubería rígida de freno y tubería rígida de	

## ANEXO B. Informe de Misiones.

### INFORME VISITA METALICAS JB

El Objetivo de la misión fue la verificación del proceso de ensamblado de la traviesa Puesto de Conducción, Seguimiento a la modificación y creación de los herramientales para la traviesa de X90 Phase 2 y H79.

#### **Puntos a tratar Durante la Visita:**

- Concluir cual fue el error que se cometió, al realizar la nueva modificación de la traviesa (pieza enviada a Sofasa en semana 45).
- Verificar que los herramientales ya están en proceso de modificación o terminados.
- Conocer el personal que interviene en la fabricación de la traviesa.
- Concluir las fechas para la entrega de la documentación requerida para la ANPQP.
- Conocer los medios de control que actualmente se tienen en Metálicas JB (Bogotá).

#### **Conclusiones**

- Se corrigieron los errores cometidos por parte del proveedor a la hora de hacer las primeras modificaciones en la traviesa. Este error fue debido a una mala interpretación del plano 3D, donde ya se habían percatado de dicha falla, tomando los respectivos correctivos en planos y herramientales. (El proveedor se compromete a enviar para el Lunes de la S47, una pieza con todas las modificaciones de la traviesa y con todas las correcciones mencionadas anteriormente, esto para hacer prueba de montabilidad y funcionalidad en la DPC - SOFASA)
- Se observa que el 80% de los herramientales están terminados, el otro 20% esta en proceso de intervención y puesta a punto.
- Conocer el personal que interviene con el desarrollo de dicha pieza.

- 

<b>Personal</b>	<b>Función</b>
Gabriel García	Jefe de Ingeniería
Carlos Molina	Diseñador de troqueles
Jairo León	Jefe de Taller.

Rafael Ospina	Jefe de Calidad.
---------------	------------------

- **Semana en que se quedo de enviar la documentación:**

**Para semana 47:**

- CSCC
- Planning
- Part Status
- DCL

**Para Semana 48:**

- Control Plan
- Process Floor Chart
- Process Capability Study
- Manufacturing process AMDEC
- Inspection Report

**Para Semana 49:**

- Planos 2D

- Actualmente no se tiene medio de control para flasque Izquierdo, lo que se hace es una verificación Geométrica de los orificios de la caja de fusibles. (El medio de control se encuentra en Medellín, donde se le realiza es a la travesía completa). Para semana 47 se realizará un medio de control para el Flasque Izquierdo, donde se enviaran fotos con la verificación de este. (este medio es para el nuevo Flasque).

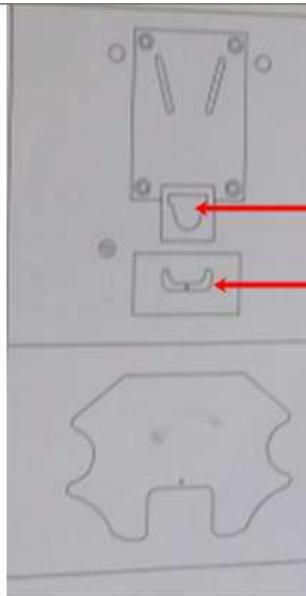
**Observaciones**

Se define que se podrán seguir ensamblando piezas para la serie (X90), y al mismo tiempo para el H79 o X90 Phase2 (si es necesario), esto debido a que los herramientales fueron modificados de tal manera que con solo un cambio, el troquel sigue siendo funcional para ambas travesías.

**Por parte de Camilo A. Cárdenas Se quedo de averiguar:**

- Como es el tipo de embalaje para enviar las piezas al RdV0/1 en Brasil. (Tamaño, peso, cantidad máxima, material, etc).
- En qué etapa se deben enviar los planos 2D.

- En qué índice de modificación esta la travesía.



Punzón que sera utilizado para la modificación.

Punzón que se utiliza actualmente en la serie



Troquel para modificación del Flasque PdC H79.



Medio de Control. Brazo Faro.

## ANEXO C. Termocupla tipo K.



### TERMOCUPLA K

milivolts

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-270	-6.458									
-260	-6.441	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438
-240	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.371	-6.377	-6.382	-6.388	-6.394	-6.399
-230	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337
-220	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.213	-6.223	-6.233	-6.243	-6.253
-210	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147
-200	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021
-190	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.796	-5.813	-5.829	-5.845	-5.860	-5.876
-180	-5.550	-5.569	-5.587	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.712
-170	-5.354	-5.374	-5.394	-5.414	-5.434	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531
-160	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.249	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333
-150	-4.912	-4.936	-4.959	-4.983	-5.006	-5.029	-5.051	-5.074	-5.097	-5.119
-140	-4.669	-4.694	-4.719	-4.743	-4.768	-4.792	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889
-130	-4.410	-4.437	-4.463	-4.489	-4.515	-4.541	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644
-120	-4.138	-4.166	-4.193	-4.221	-4.248	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384
-110	-3.852	-3.881	-3.910	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.053	-4.082	-4.110
-100	-3.553	-3.584	-3.614	-3.644	-3.674	-3.704	-3.734	-3.764	-3.793	-3.823
-90	-3.242	-3.274	-3.305	-3.337	-3.368	-3.399	-3.430	-3.461	-3.492	-3.523
-80	-2.920	-2.953	-2.985	-3.018	-3.050	-3.082	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211
-70	-2.586	-2.620	-2.654	-2.687	-2.721	-2.754	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887
-60	-2.243	-2.277	-2.312	-2.347	-2.381	-2.416	-2.450	-2.484	-2.518	-2.552
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.102	-2.137	-2.173	-2.208
-40	-1.527	-1.563	-1.600	-1.636	-1.673	-1.709	-1.745	-1.781	-1.817	-1.853
-30	-1.156	-1.193	-1.231	-1.268	-1.305	-1.342	-1.379	-1.416	-1.453	-1.490
-20	-0.777	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.005	-1.043	-1.081	-1.118
-10	-0.392	-0.431	-0.469	-0.508	-0.547	-0.585	-0.624	-0.662	-0.701	-0.739
0	-0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.162
30	1.203	1.244	1.285	1.325	1.366	1.407	1.448	1.489	1.529	1.570
40	1.611	1.652	1.693	1.734	1.776	1.817	1.858	1.899	1.940	1.981
50	2.022	2.064	2.105	2.146	2.188	2.229	2.270	2.312	2.353	2.394
60	2.436	2.477	2.519	2.560	2.601	2.643	2.684	2.726	2.767	2.809
70	2.850	2.892	2.933	2.975	3.016	3.058	3.100	3.141	3.183	3.224
80	3.266	3.307	3.349	3.390	3.432	3.473	3.515	3.556	3.598	3.639
90	3.681	3.722	3.764	3.805	3.847	3.888	3.930	3.971	4.012	4.054
100	4.095	4.137	4.178	4.219	4.261	4.302	4.343	4.384	4.426	4.467
110	4.508	4.549	4.590	4.632	4.673	4.714	4.755	4.796	4.837	4.878
120	4.919	4.960	5.001	5.042	5.083	5.124	5.164	5.205	5.246	5.287
130	5.327	5.368	5.409	5.450	5.490	5.531	5.571	5.612	5.652	5.693
140	5.733	5.774	5.814	5.855	5.895	5.936	5.976	6.016	6.057	6.097
150	6.137	6.177	6.218	6.258	6.298	6.338	6.378	6.419	6.459	6.499
160	6.539	6.579	6.619	6.659	6.699	6.739	6.779	6.819	6.859	6.899
170	6.939	6.979	7.019	7.059	7.099	7.139	7.179	7.219	7.259	7.299
180	7.338	7.378	7.418	7.458	7.498	7.538	7.578	7.618	7.658	7.697
190	7.737	7.777	7.817	7.857	7.897	7.937	7.977	8.017	8.057	8.097
200	8.137	8.177	8.216	8.256	8.296	8.336	8.376	8.416	8.456	8.497
210	8.537	8.577	8.617	8.657	8.697	8.737	8.777	8.817	8.857	8.898
220	8.938	8.978	9.018	9.058	9.099	9.139	9.179	9.220	9.260	9.300
230	9.341	9.381	9.421	9.462	9.502	9.543	9.583	9.624	9.664	9.705
240	9.745	9.786	9.826	9.867	9.907	9.948	9.989	10.029	10.070	10.111
250	10.151	10.192	10.233	10.274	10.315	10.355	10.396	10.437	10.478	10.519
260	10.560	10.600	10.641	10.682	10.723	10.764	10.805	10.846	10.887	10.928
270	10.969	11.010	11.051	11.093	11.134	11.175	11.216	11.257	11.298	11.339
280	11.381	11.422	11.463	11.504	11.546	11.587	11.628	11.669	11.711	11.752
290	11.793	11.835	11.876	11.918	11.959	12.000	12.042	12.083	12.125	12.166
300	12.207	12.249	12.290	12.332	12.373	12.415	12.456	12.498	12.539	12.581
310	12.623	12.664	12.706	12.747	12.789	12.831	12.872	12.914	12.955	12.997
320	13.039	13.080	13.122	13.164	13.205	13.247	13.289	13.331	13.372	13.414
330	13.456	13.497	13.539	13.581	13.623	13.665	13.706	13.748	13.790	13.832
340	13.874	13.915	13.957	13.999	14.041	14.083	14.125	14.167	14.208	14.250
350	14.292	14.334	14.376	14.418	14.460	14.502	14.544	14.586	14.628	14.670
360	14.712	14.754	14.796	14.838	14.880	14.922	14.964	15.006	15.048	15.090
370	15.132	15.174	15.216	15.258	15.300	15.342	15.384	15.426	15.468	15.510

# TECNOMATIC

INSTRUMENTACION Y CONTROL AUTOMATICO

380	15.55215.594	15.636	15.679	15.721	15.763	15.805	15.847	15.889	15.931
390	15.97416.016	16.058	16.100	16.142	16.184	16.227	16.269	16.311	16.353
400	16.39516.438	16.480	16.522	16.564	16.607	16.649	16.691	16.733	16.776
410	16.81816.860	16.902	16.945	16.987	17.029	17.072	17.114	17.156	17.199
420	17.24117.283	17.326	17.368	17.410	17.453	17.495	17.537	17.580	17.622
430	17.66417.707	17.749	17.792	17.834	17.876	17.919	17.961	18.004	18.046
440	18.08818.131	18.173	18.216	18.258	18.301	18.343	18.385	18.428	18.470
450	18.51318.555	18.598	18.640	18.683	18.725	18.768	18.810	18.853	18.895
460	18.93818.980	19.023	19.065	19.108	19.150	19.193	19.235	19.278	19.320
470	19.36319.405	19.448	19.490	19.533	19.576	19.618	19.661	19.703	19.746
480	19.78819.831	19.873	19.916	19.959	20.001	20.044	20.086	20.129	20.172
490	20.21420.257	20.299	20.342	20.385	20.427	20.470	20.512	20.555	20.598
500	20.64020.683	20.725	20.768	20.811	20.853	20.896	20.938	20.981	21.024
510	21.06621.109	21.152	21.194	21.237	21.280	21.322	21.365	21.407	21.450
520	21.49321.535	21.578	21.621	21.663	21.706	21.749	21.791	21.834	21.876
530	21.91921.962	22.004	22.047	22.090	22.132	22.175	22.218	22.260	22.303
540	22.34622.388	22.431	22.473	22.516	22.559	22.601	22.644	22.687	22.729
550	22.77222.815	22.857	22.900	22.942	22.985	23.028	23.070	23.113	23.156
560	23.19823.241	23.284	23.326	23.369	23.411	23.454	23.497	23.539	23.582
570	23.62423.667	23.710	23.752	23.795	23.837	23.880	23.923	23.965	24.008
580	24.05024.093	24.136	24.178	24.221	24.263	24.306	24.348	24.391	24.434
590	24.47624.519	24.561	24.604	24.646	24.689	24.731	24.774	24.817	24.859
600	24.90224.944	24.987	25.029	25.072	25.114	25.157	25.199	25.242	25.284
610	25.32725.369	25.412	25.454	25.497	25.539	25.582	25.624	25.666	25.709
620	25.75125.794	25.836	25.879	25.921	25.964	26.006	26.048	26.091	26.133
630	26.17626.218	26.260	26.303	26.345	26.387	26.430	26.472	26.515	26.557
640	26.59926.642	26.684	26.726	26.769	26.811	26.853	26.896	26.938	26.980
650	27.02227.065	27.107	27.149	27.192	27.234	27.276	27.318	27.361	27.403
660	27.44527.487	27.529	27.572	27.614	27.656	27.698	27.740	27.783	27.825
670	27.86727.909	27.951	27.993	28.035	28.078	28.120	28.162	28.204	28.246
680	28.28828.330	28.372	28.414	28.456	28.498	28.540	28.583	28.625	28.667
690	28.70928.751	28.793	28.835	28.877	28.919	28.961	29.002	29.044	29.086
700	29.12829.170	29.212	29.254	29.296	29.338	29.380	29.422	29.464	29.505
710	29.54729.589	29.631	29.673	29.715	29.756	29.798	29.840	29.882	29.924
720	29.96530.007	30.049	30.091	30.132	30.174	30.216	30.257	30.299	30.341
730	30.38330.424	30.466	30.508	30.549	30.591	30.632	30.674	30.716	30.757
740	30.79930.840	30.882	30.924	30.965	31.007	31.048	31.090	31.131	31.173
750	31.21431.256	31.297	31.339	31.380	31.422	31.463	31.504	31.546	31.587
760	31.62931.670	31.712	31.753	31.794	31.836	31.877	31.918	31.960	32.001
770	32.04232.084	32.125	32.166	32.207	32.249	32.290	32.331	32.372	32.414
780	32.45532.496	32.537	32.578	32.619	32.661	32.702	32.743	32.784	32.825
790	32.86632.907	32.948	32.990	33.031	33.072	33.113	33.154	33.195	33.236
800	33.27733.318	33.359	33.400	33.441	33.482	33.523	33.564	33.604	33.645
810	33.68633.727	33.768	33.809	33.850	33.891	33.931	33.972	34.013	34.054
820	34.09534.136	34.176	34.217	34.258	34.299	34.339	34.380	34.421	34.461
830	34.50234.543	34.583	34.624	34.665	34.705	34.746	34.787	34.827	34.868
840	34.90934.949	34.990	35.030	35.071	35.111	35.152	35.192	35.233	35.273
850	35.31435.354	35.395	35.435	35.476	35.516	35.557	35.597	35.637	35.678
860	35.71835.758	35.799	35.839	35.880	35.920	35.960	36.000	36.041	36.081
870	36.12136.162	36.202	36.242	36.282	36.323	36.363	36.403	36.443	36.483
880	36.52436.564	36.604	36.644	36.684	36.724	36.764	36.804	36.844	36.885
890	36.92536.965	37.005	37.045	37.085	37.125	37.165	37.205	37.245	37.285
900	37.32537.365	37.405	37.445	37.484	37.524	37.564	37.604	37.644	37.684
910	37.72437.764	37.803	37.843	37.883	37.923	37.963	38.002	38.042	38.082
920	38.12238.162	38.201	38.241	38.281	38.320	38.360	38.400	38.439	38.479
930	38.51938.558	38.598	38.638	38.677	38.717	38.756	38.796	38.836	38.875
940	38.91538.954	38.994	39.033	39.073	39.112	39.152	39.191	39.231	39.270
950	39.31039.349	39.388	39.428	39.467	39.507	39.546	39.585	39.625	39.664
960	39.70339.743	39.782	39.821	39.861	39.900	39.939	39.979	40.018	40.057
970	40.09640.136	40.175	40.214	40.253	40.292	40.332	40.371	40.410	40.449
980	40.48840.527	40.566	40.605	40.645	40.684	40.723	40.762	40.801	40.840
990	40.87940.918	40.957	40.996	41.035	41.074	41.113	41.152	41.191	41.230
1000	41.26941.308	41.347	41.385	41.424	41.463	41.502	41.541	41.580	41.619
1010	41.65741.696	41.735	41.774	41.813	41.851	41.890	41.929	41.968	42.006
1020	42.04542.084	42.123	42.161	42.200	42.239	42.277	42.316	42.355	42.393
1030	42.43242.470	42.509	42.548	42.586	42.625	42.663	42.702	42.740	42.779
1040	42.81742.856	42.894	42.933	42.971	43.010	43.048	43.087	43.125	43.164
1050	43.20243.240	43.279	43.317	43.356	43.394	43.432	43.471	43.509	43.547
1060	43.58543.624	43.662	43.700	43.739	43.777	43.815	43.853	43.891	43.930
1070	43.96844.006	44.044	44.082	44.121	44.159	44.197	44.235	44.273	44.311

# TECNOMATIC

INSTRUMENTACION Y CONTROL AUTOMATICO

1080	44.34944.387	44.425	44.463	44.501	44.539	44.577	44.615	44.653	44.691
1090	44.72944.767	44.805	44.843	44.881	44.919	44.957	44.995	45.033	45.070
1100	45.10845.146	45.184	45.222	45.260	45.297	45.335	45.373	45.411	45.448
1110	45.48645.524	45.561	45.599	45.637	45.675	45.712	45.750	45.787	45.825
1120	45.86345.900	45.938	45.975	46.013	46.050	46.088	46.126	46.163	46.201
1130	46.23846.275	46.313	46.350	46.388	46.425	46.463	46.500	46.537	46.575
1140	46.61246.649	46.687	46.724	46.761	46.799	46.836	46.873	46.910	46.948
1150	46.98547.022	47.059	47.096	47.134	47.171	47.208	47.245	47.282	47.319
1160	47.35647.393	47.430	47.468	47.505	47.542	47.579	47.616	47.652	47.689
1170	47.72647.763	47.800	47.837	47.874	47.911	47.948	47.985	48.021	48.058
1180	48.09548.132	48.169	48.205	48.242	48.279	48.316	48.352	48.389	48.426
1190	48.46248.499	48.536	48.572	48.609	48.645	48.682	48.718	48.755	48.792
1200	48.82848.864	48.901	48.937	48.974	49.010	49.047	49.083	49.120	49.156
1210	49.19249.229	49.265	49.301	49.338	49.374	49.410	49.446	49.483	49.519
1220	49.55549.591	49.627	49.663	49.700	49.736	49.772	49.808	49.844	49.880
1230	49.91649.952	49.988	50.024	50.060	50.096	50.132	50.168	50.204	50.240
1240	50.27650.311	50.347	50.383	50.419	50.455	50.491	50.526	50.562	50.598
1250	50.63350.669	50.705	50.741	50.776	50.812	50.847	50.883	50.919	50.954
1260	50.99051.025	51.061	51.096	51.132	51.167	51.203	51.238	51.274	51.309
1270	51.34451.380	51.415	51.450	51.486	51.521	51.556	51.592	51.627	51.662
1280	51.69751.733	51.768	51.803	51.838	51.873	51.908	51.943	51.979	52.014
1290	52.04952.084	52.119	52.154	52.189	52.224	52.259	52.294	52.329	52.364
1300	52.39852.433	52.468	52.503	52.538	52.573	52.608	52.642	52.677	52.712
1310	52.74752.781	52.816	52.851	52.886	52.920	52.955	52.989	53.024	53.059
1320	53.09353.128	53.162	53.197	53.232	53.266	53.301	53.335	53.370	53.404
1330	53.43953.473	53.507	53.542	53.576	53.611	53.645	53.679	53.714	53.748
1340	53.78253.817	53.851	53.885	53.920	53.954	53.988	54.022	54.057	54.091
1350	54.12554.159	54.193	54.228	54.262	54.296	54.330	54.364	54.398	54.432
1360	54.46654.500	54.535	54.569	54.603	54.637	54.671	54.705	54.739	54.773
1370	54.80754.841	54.875							

## ANEXO D. Artículo Científico.

**ANEXO D. Carta de Conformidad del Proyecto.**



