



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN

*SISTEMA ELECTRÓNICO AUTÓNOMO PARA EL CONTROL DE LLENADO Y
LA RECOLECCIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE UNO O MÁS SENSORES
DE DIÉSEL EN TANQUES DE TRACTO CAMIONES*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRONICA

PRESENTA:

CARLOS ALEJANDRO ROMO PADILLA

ASESOR:

ING. FERNANDO GARCIA VARGAS

JUNIO 2021



I. *Agradecimientos*

Primeramente, agradezco a mi familia, a mis padres y hermanos, por ser los primeros en brindarme su apoyo y a la cual le debo todo lo que he conseguido.

Agradezco a la empresa Rainde por brindarme la oportunidad de laborar para ella y haber aceptado mis residencias profesionales, por compartir conocimientos conmigo y alentarme en más en mi aprendizaje.

Gracias a todos mis compañeros de estudio, por acompañarme y apoyarme, brindarme su ayuda y amistad a lo largo de la carrera.

Agradezco al Tecnológico de Pabellón y en general a todos los profesores, por brindarme los conocimientos que me acompañarán toda la vida y por experiencias de las que hoy formo parte.

II. *Resumen*

En el presente reporte se realiza el seguimiento de elaboración de un prototipo de sistema que busca dar solución a un problema dentro del sector de rastreo de activos móviles por medio de GPS; más específicamente, dentro de las labores de la empresa Rainde, la cual busca la eficiencia y el rendimiento en sus procesos de registro y calibración de sensores para la administración y seguimiento de flotillas. Integrando tecnologías para la automatización del proceso con la finalidad de lograr llevarlo a cabo de forma más eficiente y mejorando la calidad en el servicio.

A su vez, dicho proyecto refleja la importancia de la implementación de mejoras automáticas en los procesos industriales, ya que estas a su vez facilitan los trabajos, reducen los esfuerzos y aumentan la eficiencia y la calidad dentro. Dentro del capítulo 1 se da un panorama de la situación general por la que es necesaria la implementación de dicho sistema, además de la justificación y los objetivos que se tienen para ella.

Finalmente, dentro del capítulo 3 se abarca de forma general el proceso y desarrollo de la elaboración de dicho sistema, junto con la conclusión y resultados del mismo, los cuales se muestra en el capítulo 4.

Índice

I. Agradecimientos	II
II. Resumen	II
III. Lista de Tablas	IV
IV. Lista de Figuras	IV
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO	6
1.1 Introducción	6
1.2 Descripción de la empresa y área de trabajo del residente.....	6
1.3 Problemas a resolver.	8
1.4 Justificación.....	8
1.5 Objetivos	8
1.5.1 Objetivo general.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos.....	9
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Sistema de monitoreo por GPS.....	10
2.2 Base de datos	11
2.2.1 Base de datos relacionales.....	12
2.3 Calibración de sensores	12
2.3.1 Sensores.....	12
2.3.2 Sensores de nivel	14
2.3.3 Calibración.....	15
2.4 Interfaz de usuario.....	16
2.4.1 Entorno visual LabView	16
2.4.2 Arduino	19
2.5. Sensores diésel OmniComm LLS4	21
2.6 Electroválvula	21
2.7 Bomba hidráulica.....	23
2.8 Fluxómetro	25
2.9 Comunicación Serial	25
2.9.1 USB	26
2.9.2 Modulo bluetooth	26
CAPÍTULO 3: DESARROLLO	29
3.1 Metodología.....	29
3.2 Ideación.....	30

3.3	Desarrollo conceptual y básico.....	33
3.4	Desarrollo avanzado	36
3.5	Lanzamiento.....	40
3.5	Cronograma de actividades.....	40
CAPÍTULO 4: RESULTADOS		40
4.1	Resultados	40
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.....		43
5.1	Conclusiones del Proyecto	43
CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS		44
6.1	Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	44
CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN		45
7.1	Fuentes de información.....	45
CAPÍTULO 8: ANEXOS		48
8.1	Anexos	48
Carta de termino de residencias.....		48

III. *Lista de Tablas*

Tabla 1.	Tipos de sensores	13
Tabla 2.	Criterios de selección	15
Tabla 3.	Metodología.....	29
Tabla 4.	Herramientas utilizadas en la metodología.....	30
Tabla 5	Cuestionario de entrevista.....	30
Tabla 6	Matriz VOA.....	33
Tabla 7	Checklist.....	34
Tabla 8	componentes que integran el sistema	39
Tabla 9.	Objetivos propuestos y resultados.....	41

IV. *Lista de Figuras*

Figura 1.	Organigrama de la empresa.....	7
Figura 2.	Principio de funcionamiento de GPS.....	10
Figura 3.	Base de datos.	11
Figura 4.	Tipos de sensores de nivel para líquidos (izquierda) y solidos (derecha)	14
Figura 5.	Ejemplo de curva de calibración	16
Figura 6.	Ejemplo de panel frontal de LabView	17
Figura 7.	Botones de aumento y disminución (1), control numérico (2) e indicador numérico (3)	17

Figura 8. Ejemplo de un diagrama de bloques de LabView	18
Figura 9. Tipos de cables de conexión de LabView	19
Figura 10. IDE de Arduino	19
Figura 11. Tipos de circuitos impresos de microcontroladores Arduino	20
Figura 12. Sensor OmniComm LLS4	21
Figura 13. Protocolo de comunicación del sensor.....	21
Figura 14. Componentes de una electroválvula	22
Figura 15. Accionamiento de una electroválvula	22
Figura 16. Bomba hidráulica.....	23
Figura 17 funcionamiento de un bomba de desplazamiento no positivo	23
Figura 18. Partes de una bomba	24
Figura 19. Fluxómetro	25
Figura 20. Principio de funcionamiento de un fluxómetro.....	25
Figura 21. Terminal USB.....	26
Figura 22. Conexión ilustrativa de maestro (M) y esclavo (S)	27
Figura 23. Módulos HC Bluetooth de Arduino	28
Figura 24. Conexión de modulo con la tarjeta Arduino.....	28
Figura 25. Lluvia de ideas realizada.....	32
Figura 26. Diagrama de flujo de proceso del llenado y registro.....	35
Figura 27. Diagrama ilustrativo del registro de un solo tanque	36
Figura 28. Fragmento del código realizado en el IDE de arduino.....	37
Figura 29. Panel de control frontal de LabView para el registro de parámetros	37
Figura 30. Fragmento del código por bloques para el proceso de LabView.....	38
Figura 31. Simulación en Proteus del sistema	38
Figura 32. Ensamble de prototipo para pruebas iniciales.....	38
Figura 33. Ensamble total del sistema	40
Figura 34. De izquierda a derecha; Tres electroválvulas y fluxómetro conectados a la salida de la bomba, Recipientes con sus respectivos sensores OmniComm, Conexión de terminales de entrada y salida al sistema.	42
Figura 35. Panel de control frontal de LabView en ejecución del proceso de llenado y registro	42
Figura 36. Registro de datos en hoja de Excel de sensores y cantidad de litros en cada tanque.....	43

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

Los servicios de monitoreo por GPS, por parte de las empresas, en unidades móviles resulta de suma importancia para el control y entendimiento de dichas unidades al momento que estas se trasladan dependiendo del destino que tengan, registrando la distancia y tiempo de su trayecto, además incluso de su consumo de combustible, el cual puede significar un gasto importante dentro de los estándares de cada empresa.

Estos monitoreos se llevan a cabo gracias a dispositivos GPS instalados en las unidades, los cuales recopilan, además de los datos de trayectoria y tiempo, los datos de ciertos sensores, como es el caso de los sensores de nivel de combustible. Este es uno de los principales servicios de la empresa Rainde, la cual brinda servicios de monitoreo de unidades móviles a empresas que solicitan dicho servicio. Rainde realiza la instalación de estos sensores y sus GPS respectivos para el monitoreo de la cantidad de combustible presente en los tanques de cada unidad. Pero para ello, dichos sensores deben ser instalados y calibrados para su implementación; puesto que los valores que arrojan los sensores son valores de voltaje y no la de cantidad de combustible presente en el tanque de la unidad, supone dicha acción de ser calibrados.

Para calibrar estos sensores se realiza una comparativa de la cantidad en litros depositados en cada tanque con respecto al valor arrojado por el sensor instalado en él.

El presente proyecto redacta el desarrollo e implementación de un sistema automático capaz de controlar el llenado de tanques de diésel en camiones y registrar de manera digital en un archivo Excel los valores de los sensores presentes en los tanques para su calibración.

1.2 Descripción de la empresa y área de trabajo del residente.

La empresa **CORPORATIVO RAINDE SA DE CV** se enfoca en el desarrollo de Software e Instalación y Monitoreo de GPS. Las principales actividades de la empresa son:

- Desarrollo de sistemas de Telemetría y Rastreo por medio de GPS de activos móviles como Tractor camiones.
- Desarrollo de sistemas para la administración de Flotillas.

Visión

Ser una empresa con procesos de Clase Mundial que brinde respuestas sencillas y oportunas a problemas complejos en los sistemas y control de activos.

Misión

Rainde proporciona sistemas de administración y control en tiempo real, que brindan una solución integral a nuestros clientes, contribuyendo a proteger sus valores y recursos desde cualquier parte del mundo.

Valores

- Responsabilidad
- Respeto
- Creatividad
- Tolerancia
- Servicio
- Integridad

Organigrama GPS



Figura 1. Organigrama de la empresa.

Principales clientes de la empresa

Actualmente la empresa brinda servicios a 48 empresas, estas empresas requieren del servicio de monitoreo para sus unidades de transporte.

Uno de los servicios que ofrece la empresa Rainde, es la del monitoreo de tanques de diésel en camiones, ya que dentro de este mercado, el monitoreo de transportistas es de suma importancia, con pérdidas millonarias para los propietarios de estas unidades, derivadas de la ordeña y falta de mantenimientos de las unidades; asumiendo estos temas se puede encontrar un área de oportunidad, en donde se procede a realizar un registro de tanques por unidad aplicando sensores de combustibles que ayuden a detectar que es lo que sucede con el hidrocarburo, con

estas herramientas podemos identificar si una unidad está teniendo pérdidas por falta de mantenimientos o por robo y ejercer las acciones necesarias para cada caso. Si se logra monitorear y controlar estas incidencias podemos generar ahorros significativos en las empresas en las cuales se brindará el servicio de calibración.

1.3 Problemas a resolver.

El personal de la empresa **CORPORATIVO RAINDE SA DE CV** tienen la tarea de la instalación de los sensores de nivel de combustible “Omnicom LLS 4” en tanques de tractocamiones y la calibración de los mismos sensores, estos tractocamiones pueden contar hasta con 3 tanques cuya capacidad oscila entre los 300 litros (como mínimo) y 580 litros (como máximo).

La calibración de los sensores instalados se realiza basándose en la medición del valor de voltaje adquirido utilizando un multímetro, este valor se registra en una tabla los datos física (papel y lápiz) para posteriormente agregar los datos a un archivo Excel para la integración con el sistema eRaindeAvl, el cual se encarga de reportar los niveles de Diésel dentro del tanque. Cabe señalar que todo el proceso de registro tarda un periodo de entre 1 a 2 hrs (dependiendo del número de tanques), agregando el tiempo que tarda la instalación de cada sensor, se extiende mucho más el tiempo y la carga de trabajo haciendo el proceso tarado y tedioso, además de que una sola persona no puede efectuar dicho trabajo.

Se espera reducir la carga de trabajo y tiempo los cuales podrían ser aprovechados de manera más productiva. Esto diseñando un sistema automático, el cual se encargue del proceso general como el llenado de los tanques y la recopilación de los datos de manera digital

1.4 Justificación

Actualmente, la empresa invierte alrededor de 4 horas para la instalación y calibración de los sensores en una sola unidad (tracto camiones normalmente), por lo tanto, se desea optimizar el proceso de registro de datos y acortar el tiempo que tardan los operarios en realizar el trabajo de calibración, además de que el personal encargado pueda realizar otras actividades mientras el proceso de registro se efectúa. Con esto, los beneficios se verán reflejados en el tiempo que los operarios laboran y en una mejora del proceso haciéndolo más óptimo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Implementar un sistema para el registro de datos de sensores de diésel en tanques de tracto camiones y el control de la cantidad de litros que se suministran a dichos tanques para su calibración.

Este sistema será controlado por medio de una computadora, en la cual se podrá observar el estado del proceso, el cual, trabajará a partir intervalos donde, en cada intervalo, se suministra cierta cantidad de diésel (2 lt a 20 lt) dependiendo de la cantidad asignada por el operario; los litros serán sensados por medio de un fluxómetro que estará comunicando el flujo de diésel a la computadora de control; posteriormente, en cada intervalo, esta computadora recogerá los datos del sensor de nivel de diésel para elaborar una tabla de datos de Excel con la cual, en base a ella, el sistema eRaindeAvl determinará la cantidad exacta de litros de diésel que el tanque contiene.

En resumen, se pretende desarrollar el sistema electrónico autónomo completo para obtener lecturas del fluxómetro, activar la apertura de válvulas y leer las mediciones de los sensores de nivel de diésel en tanques de tracto camiones para posteriormente registrar los datos de cada tanque de forma digital y automática en a una computadora y finalmente ser almacenados en el sistema eRaindeAvl.

1.5.2 Objetivos Específicos

- I. Determinar los componentes electrónicos más adecuados para el manejo de líquido de Diésel.
- II. Diseñar el diagrama electrónico que se desarrollará para la creación del sistema de calibración del sensor de Diésel.
- III. Adquirir, crear y configurar los componentes electrónicos y demás partes que se requieran para el desarrollo del sistema
- IV. Desarrollar la programación adecuada para la recopilación y envío de datos de forma remota, la elección manual del número de tanques (máximo 6 tanques y mínimo 1 tanque) y la cantidad de litros a suministrar por cada intervalo, utilizando los softwares **Labview** y **Arduino**.
- V. Construcción total y funcional del sistema.
- VI. Mostrar los datos registrados digitales en una computadora.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de monitoreo por GPS

El GPS (Global Positioning System), como se observa en la Figura 2, es un sistema que permite determinar la posición de un objeto en la Tierra.

La infraestructura del sistema GPS tiene tres componentes:

1. Los satélites
2. Los sistemas de control y de calibración en tierra
3. Dispositivo del usuario (el GPS que se esté usando).



Figura 2. Principio de funcionamiento de GPS

El satélite GPS emite una señal de radio en la que comunica:

- La hora.
- El número de semana GPS.
- El estado del satélite.

Todo esto lo emite según una determinada codificación que es única para cada satélite. Los receptores de GPS (móviles, relojes deportivos con GPS, etc.) conocen la codificación de cada satélite, por lo que también pueden identificar de qué satélite viene cada señal.

El sistema de control del GPS está compuesto por 16 estaciones secundarias y una estación principal

Éstas rastrean los satélites, reciben información de su navegación y utilizan esta información para calcular la posición exacta de los satélites en el espacio, para luego mandar esta información a los satélites.

Dispositivo del usuario

El componente del usuario incluye todos aquellos gadgets que usan un receptor GPS para recibir y convertir la señal GPS en posición, velocidad y tiempo. Incluye además todos los elementos necesarios en este proceso, como las antenas y el software de procesamiento.

2.2 Base de datos

Es la recopilación de datos o información que esté especialmente organizada para una búsqueda y recuperación rápidas por computadora. Las bases de datos, véase Figura 3, están estructuradas para facilitar el almacenamiento, la recuperación, la modificación y la eliminación de datos junto con varias operaciones de procesamiento de datos.



Figura 3. Base de datos.

Ésta almacena un archivo o un conjunto de archivos. La información de estos archivos se puede dividir en registros, cada uno de los cuales consta de uno o más campos. Los campos son las unidades básicas de almacenamiento de datos, y cada campo normalmente contiene información que pertenece a un aspecto o atributo de la entidad descrita por la base de datos.

Los registros también se organizan en tablas que incluyen información sobre las relaciones entre sus diversos campos.

Actualmente, los datos se almacenan específicamente en nubes (entorno virtual) ya sea en una nube híbrida, pública o privada. Una base de datos en la nube es una base de datos que ha sido optimizada o construida para tal entorno virtualizado.

Una base de datos en la nube también brinda a las empresas la oportunidad de admitir aplicaciones comerciales en una implementación de software como servicio.

2.2.1 Base de datos relacionales

Estas bases de datos están categorizadas por un conjunto de tablas donde los datos encajan en una categoría predefinida. La tabla consta de filas y columnas donde la columna tiene una entrada para los datos de una categoría específica y las filas contienen una instancia para esos datos definidos según la categoría.

2.3 Calibración de sensores

2.3.1 Sensores

Un sensor es un elemento sensible a una magnitud física, como la luz, temperatura, presión, magnetismo, humedad, etc. Este a su vez, debe ser capaz de transformar esa magnitud física en una magnitud eléctrica que se pueda alimentar en un circuito o una etapa de acondicionamiento (amplificando, filtrando, etc.)

Las características técnicas más importantes en los sensores son las siguientes:

- **Rango:** Conjunto de valores que se encuentran dentro de los límites de exactitud (superior e inferior) que el instrumento pueda medir.
- **Precisión:** La precisión está asociada a estadísticas como la varianza y el desvío standard. Cuanto mayor es la precisión menor es la dispersión de los valores de la medición alrededor del valor medido.
- **Linealidad:** Expresa lo constante que resulta la sensibilidad del sensor. Una sensibilidad constante (alta linealidad) facilita la conversión del valor leído al valor medido.
- **Sensibilidad:** Es la variación en la salida del instrumento respecto a la variación de la variable del proceso (entrada). El ideal es que la misma se mantenga constante.
- **Resolución:** La resolución de un dispositivo es el mínimo incremento de la entrada que ofrece un cambio medible en la salida. Se suele expresar como un valor en tanto por ciento sobre el fondo de escala.
- **Rapidez de respuesta:** mide la capacidad del sensor para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada.
- **Histéresis:** Es la diferencia en la medida dependiendo del sentido en el que se ha alcanzado. Un mismo valor de la magnitud de entrada puede provocar salidas diferentes dependiendo del sentido en el que se haya modificado la entrada (creciente o decreciente) hasta alcanzar dicho valor.
- **Repetitividad:** Capacidad de un instrumento de repetir la salida cuando se llega a la medición en sucesivas ocasiones bajo exactamente las mismas condiciones.

Existen diversos sensores, los cuales trabajan en función al tipo de magnitud física a la que son configurados, algunos de ellos se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tipos de sensores

Magnitud	Sensor	Característica
Posición lineal y angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoder	Digital
	Sensor Hall	Digital
Desplazamiento y deformación	Galga extensiométrica	Analógica
	Magnetostrictivos	A/D
	Magnetorresistivos	Analógica
	LVDT	Analógica
Velocidad lineal y angular	Dinamo tacométrica	Analógica
	Encoder	Digital
	Detector inductivo	Digital
	Servo-inclinómetros	A/D
	RVDT	Analógica
	Giróscopo	
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
	Servo-accelerómetros	
Fuerza y par (deformación)	Galga extensiométrica	Analógico
	Sensor de fuerza	Analógico
	Sensor de par	Analógico
	Multicomponente	Analógico
Presión	Membranas	Analógica
	Piezoeléctricos	Analógica
	Manómetros Digitales	Digital
Caudal	Turbina	Analógica
	Magnético	Analógica
Temperatura	Termopar	Analógica
	RTD	Analógica
	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica
	Bimetal - Termostato	I/O
Sensores de presencia	Inductivos	I/O
	Capacitivos	I/O
	Ópticos	I/O y Analógica
Sensores táctiles	Matriz de contactos	I/O
	Piel artificial	Analógica
Visión artificial	Cámaras de video	Procesamiento digital
	Cámaras CCD o CMOS	Procesamiento digital
Sensor de proximidad	Sensor final de carrera	
	Sensor capacitivo	Analógica
	Sensor inductivo	Analógica
	Sensor fotoeléctrico	Analógica

Sensor acústico	micrófono	Analógica
Sensores de acidez	ISFET	
Sensor de luz	fotodiodo	Analógica
	Fotorresistencia	Analógica
	Fototransistor	Analógica
	Célula fotoeléctrica	Analógica
Sensores captura de movimiento	Sensores inerciales	

2.3.2 Sensores de nivel

La medición de líquidos en tanques y contenedores es una parte fundamental de control en aplicaciones y procesos industriales o de investigación. Para ello, la sofisticación en los procedimientos de calibración de medidores de nivel depende del grado de precisión requerido, ya que existen aplicaciones que requieren medidas de nivel con un alto grado de precisión, también hay una amplia variedad de instrumentos para satisfacer necesidades que requieren de una indicación de precisión aproximada. Los sensores de nivel detectan el nivel de líquidos y otros fluidos y sólidos fluidizados, véase la Figura 4. La medición de nivel puede ser continua o en puntos. Los sensores de nivel continuo miden el nivel dentro de un rango específico y determinan la cantidad exacta de sustancia en un lugar determinado, mientras que los sensores de nivel de punto solo indican si la sustancia está por encima o por debajo del punto de detección.

Los dispositivos simples, como las varillas de medición o los sistemas de flotación, son relativamente económicos, y aunque sólo ofrecen una precisión de medición limitada, son completamente adecuados para diferentes aplicaciones y encuentran un uso generalizado.

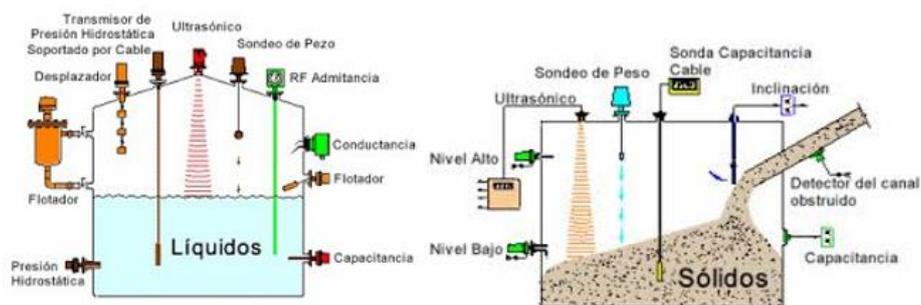


Figura 4. Tipos de sensores de nivel para líquidos (izquierda) y sólidos (derecha)

Existen diferentes variables físicas y aplicaciones que afectan en la selección del sensado de nivel para la industria o la investigación. Estos criterios de selección determinan diferentes aspectos, mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 2. Criterios de selección

<p>Variables físicas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • fase (líquido, sólido o lodo) • temperatura • presión • densidad • agitación • ruido acústico o eléctrico • tamaño y forma del tanque
<p>Aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • precio o costo • apariencia • respuesta • calibración • programación • tamaño • montaje del sensor • monitoreo

Es muy importante seleccionar un tipo de sensor apropiado que se adapte a los requisitos de la aplicación y para ello se tiene una amplia variedad que se engloban de manera específica ciertos criterios.

2.3.3 Calibración

Todo sensor se compone de un elemento transductor, el cual traduce una magnitud física específica en una señal eléctrica. Así pues, un sensor nos permite realizar mediciones de una magnitud física. Pero para ello es necesario relacionar la señal eléctrica generada con los valores que originaron dicha señal. Es decir, es necesario “calibrar” el sensor.

Calibrar un sensor consiste en construir la llamada **curva de calibración**, que asocia valores de la señal eléctrica generada con la magnitud física medida.

Una curva de calibración puede entenderse como una tabla de valores donde se relaciona la magnitud física que se está midiendo (temperatura, posición, humedad, etc.) con la respuesta que produce el sensor para cada valor (generalmente expresado en unidades de voltaje o corriente).

La medida de las muestras mediante un método instrumental se basa en la existencia de una relación proporcional entre dichas muestras y la señal analítica o respuesta que genera un instrumento.

Véase como ejemplo la curva de calibración de la relación entre la temperatura y la resistencia eléctrica de algunos metales, Figura 5,

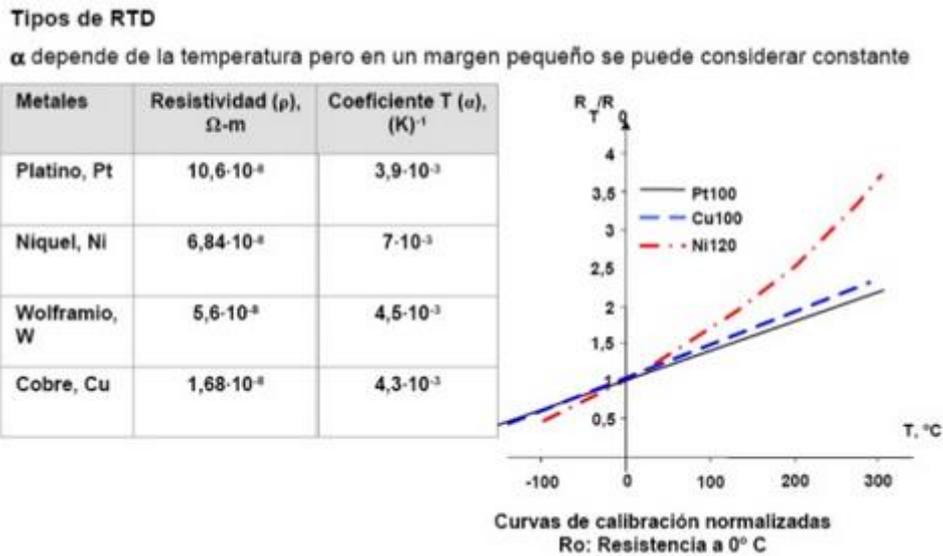


Figura 5. Ejemplo de curva de calibración

En resumen, calibrar un sensor consiste en obtener la curva de calibración, la cual representa la equivalencia entre la magnitud física medida y la respuesta eléctrica del sensor. Este proceso es necesario para poder interpretar la información que proporciona el sensor permitiendo corregir inexactitudes.

2.4 Interfaz de usuario

2.4.1 Entorno visual LabView

LabVIEW es un software de ingeniería de sistemas para aplicaciones que requieren pruebas, medidas y control con acceso rápido a hardware e información de datos.

Los programas de LabVIEW se denominan instrumentos virtuales, o VI, porque su apariencia y funcionamiento imitan instrumentos físicos, como osciloscopios y multímetros. LabVIEW contiene un conjunto completo de herramientas para el análisis, visualización y almacenamiento de datos, así como herramientas para ayudarlo a solucionar problemas de su código.

Los VI de LabVIEW contienen tres componentes:

- Panel frontal
- Diagrama de bloques
- Panel de icono y conector

En conjunto, puede crear pruebas y medidas, adquisiciones de datos, control de instrumentos, registro de datos, análisis de medidas y aplicaciones de generación de informes.

El **panel frontal**, Figura 6, se construye con controles e indicadores, que son los terminales interactivos de entrada y salida del VI. Los controles son perillas, botones pulsadores, diales y otros dispositivos de entrada. Los indicadores son gráficos, LED y visualizadores (displays) gráficos. Los controles simulan dispositivos de entrada de instrumentos y suministran datos al diagrama de bloques del VI, véase Figura 7. Los indicadores simulan los dispositivos de salida del instrumento y muestran los datos que el diagrama de bloques adquiere o genera.

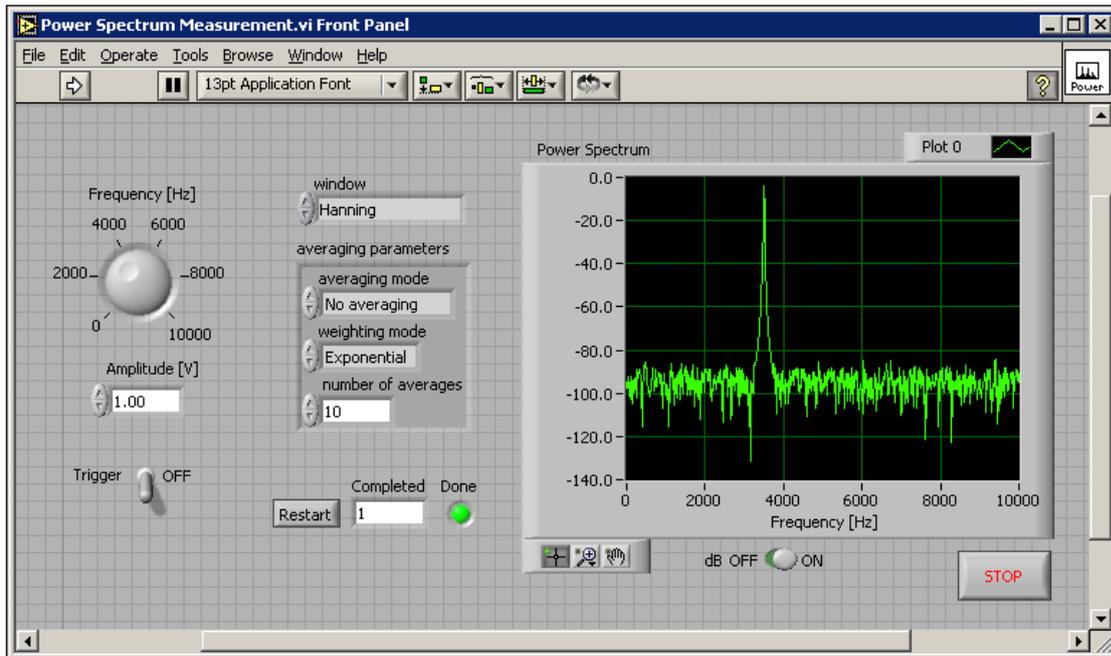


Figura 6. Ejemplo de panel frontal de LabView

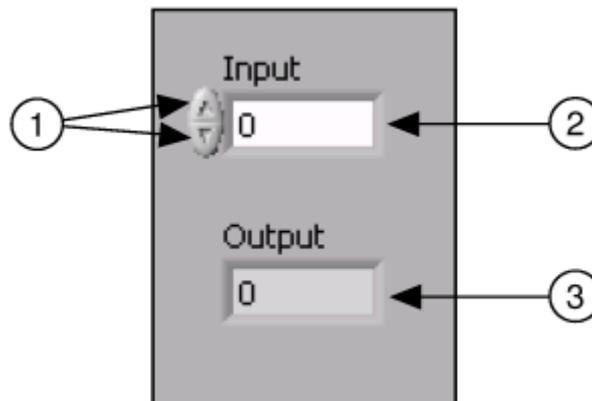


Figura 7. Botones de aumento y disminución (1), control numérico (2) e indicador numérico (3)

El diagrama de bloques, Figura 8, contiene el código fuente gráfico. Los objetos del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloques. Los objetos de diagrama de bloques incluyen terminales, subVI, funciones, constantes, estructuras y cables, que transfieren datos entre otros objetos de diagrama de bloques.

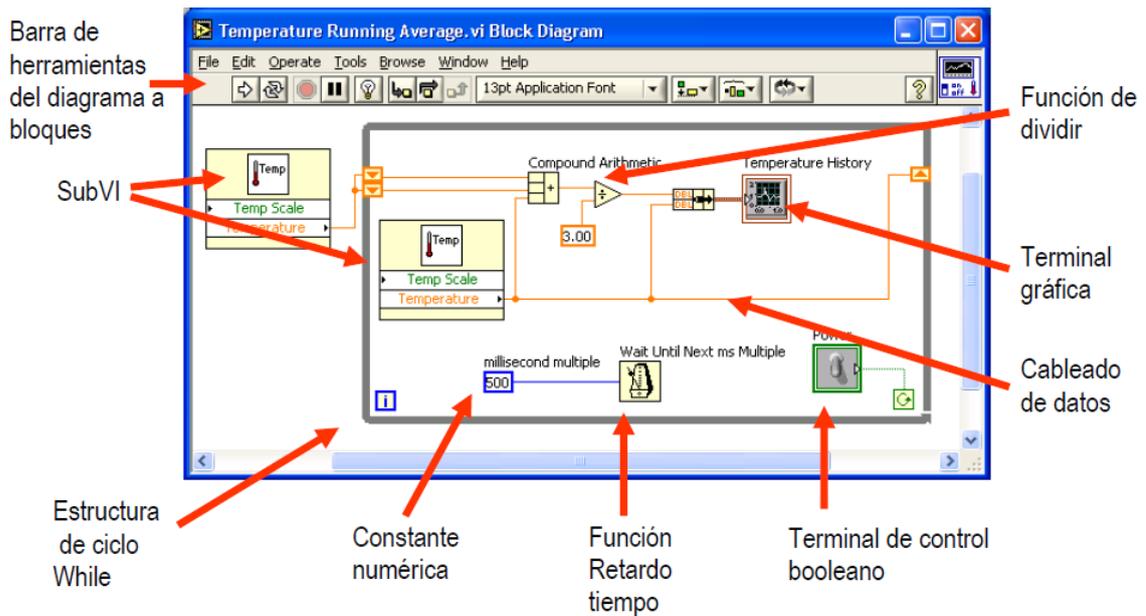


Figura 8. Ejemplo de un diagrama de bloques de LabView

LabVIEW usa iconos de colores para distinguir entre Express VI, VI y funciones en el diagrama de bloques. Por defecto, los íconos para Express VIs aparecen en el diagrama de bloques como nodos expandibles con íconos rodeados por un campo azul. Los iconos de los VI tienen fondos blancos y los iconos de las funciones tienen fondos de color amarillo pálido.

Terminales

Las terminales representan el tipo de datos del control o indicador. Puede configurar los controles o indicadores del panel frontal para que aparezcan como terminales de tipo icono o de datos en el diagrama de bloques.

Las terminales son puertos de entrada y salida que intercambian información entre el panel frontal y el diagrama de bloques. Las terminales son análogas a los parámetros y constantes en los lenguajes de programación basados en texto. Los tipos de terminales incluyen terminales de control o indicadores y terminales de nodo. Los terminales de control e indicadores pertenecen a los controles e indicadores del panel frontal.

Cables

Los cables son análogos a las variables en los lenguajes de programación basados en texto, observe la Figura 9. Los cables son de diferentes colores, estilos y grosores, según los tipos de datos. Un cable roto aparece como una línea negra discontinua con una X roja en el medio.

	Escalar	1D Arreglo	2D Arreglo		Grupo
Numérico				Naranja (punto flotante)	Café
				Azul (entero)	Café
Booleano				Verde	Rosa
Cadena				Rosa	Rosa
Ruta				Verde oscuro	Rosa
Referencia				Verde oscuro	Rosa
Recurso de hardware				Morado	Rosa
Variante				Morado	Rosa
Forma de onda				Café	Rosa
Clase				Rojo	Rosa

Figura 9. Tipos de cables de conexión de LabView

Datos

Los tipos de datos indican qué objetos, entradas y salidas se pueden conectar en base a su color.

2.4.2 Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar, en la Figura 10 se muestra el entorno de desarrollo de Arduino. Las placas Arduino pueden leer entradas, como la señal de un sensor, y convertirlas en una salida (activar un motor, encendiendo un LED, publicando algo en línea, etc.). Para lograr esto, utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el Software Arduino (IDE), basado en Processing.



Figura 10. IDE de Arduino

Arduino simplifica el proceso de trabajar con microcontroladores y ofrece algunas ventajas de uso y aplicaciones como las siguientes:

- **Económico:** las placas Arduino son relativamente económicas en comparación con otras plataformas de microcontroladores.
- **Multiplataforma:** el software Arduino (IDE) se ejecuta en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux.
- **Entorno de programación simple y claro:** el software Arduino (IDE) es fácil de usar teniendo bases en programación e implementación de microcontroladores.
- **Software de código abierto y extensible:** el software Arduino se publica como herramientas de código abierto. El lenguaje se puede expandir a través de bibliotecas C ++.
- **Hardware de código abierto y extensible:** los planos de las placas Arduino se publican bajo una licencia Creative Commons, por lo que los diseñadores de circuitos experimentados pueden crear su propia versión del módulo, ampliarlo y mejorarlo.

Generalmente el hardware consiste de un microcontrolador Atmel AVR, conectado bajo la configuración de "sistema mínimo" sobre una placa de circuito impreso, Figura 11, a la que se le pueden conectar placas de expansión (shields) a través de la disposición de los puertos de entrada y salida presentes en la placa seleccionada. Las shields complementan la funcionalidad del modelo de placa empleada, agregando circuitería, sensores y módulos de comunicación externos a la placa original. La mayoría de las placas Arduino pueden ser energizadas por un puerto USB o un puerto barrel Jack de 2.5mm. La mayoría de las placas Arduino pueden ser programadas a través del puerto Serial que incorporan.



Figura 11. Tipos de circuitos impresos de microcontroladores Arduino

El software de Arduino consiste de dos elementos: un entorno de desarrollo (IDE), basado en el entorno de processing y en la estructura del lenguaje de programación Wiring, y en el cargador de arranque de código, que es ejecutado de forma automática dentro del microcontrolador en cuanto este se enciende. Las placas Arduino se programan mediante una computadora usando comunicación serial.

2.5. Sensores diésel OmniComm LLS4

El sensor de nivel de combustible LLS4, Figura 12, desarrollado por la empresa OmniComm para monitorizar sistemas y controlar el consumo de combustible, está diseñado para las necesidades del mercado en fiabilidad, comodidad de instalación y mantenimiento de equipos, observe el protocolo de comunicación en la Figura 13.



Figura 12. Sensor OmniComm LLS4

Es un sensor capacitivo de nivel extremadamente exacto (hasta un 99.5% de precisión), totalmente confiables y son súper seguros. Brindan una alta precisión estable incluso en las condiciones más difíciles.

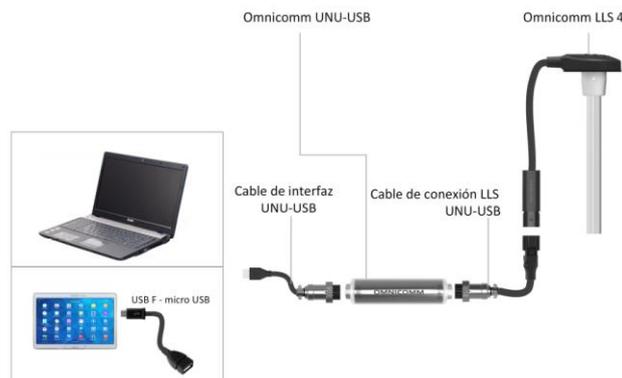


Figura 13. Protocolo de comunicación del sensor

Los sensores funcionan tanto con los equipos de rastreo de OMNICOMM como con los más populares rastreadores y plataformas de rastreo de vehículos.

2.6 Electroválvula

Una electroválvula, Figura 14, es una válvula que abre o cierra el paso de un líquido en un circuito. La apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo.

Las electroválvulas son más fáciles de controlar mediante programas de software y son ideales para la automatización industrial.

Las electroválvulas se utilizan en gran número de sistemas y rubros industriales que manejan fluidos como el agua, aire, vapor, aceites livianos, gases neutros y otros.

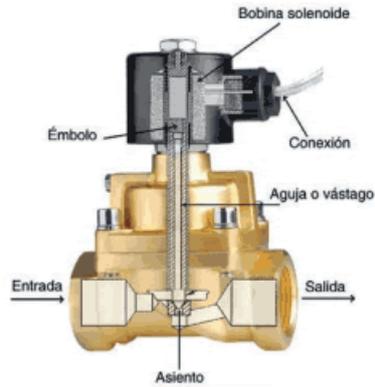


Figura 14. Componentes de una electroválvula

Las electroválvulas se aplican en surtidores automáticos de combustibles, irrigación de parques, fuentes de agua danzantes, dosificadores de líquidos o gases, regulación de niveles de líquidos, en máquinas envasadoras, lavaderos automáticos de autos, máquinas de limpieza, en máquinas de café y en diferentes lugares más.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas, lo cual quiere decir que la válvula se mantiene cerrada por la acción de un muelle cuando no hay alimentación eléctrica y el solenoide la abre venciendo la fuerza del muelle cuando sí la hay; o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación, véase Figura 15.

Este tipo de válvulas se utilizan muy comúnmente en lavadoras, lavaplatos, riegos y otros usos similares.

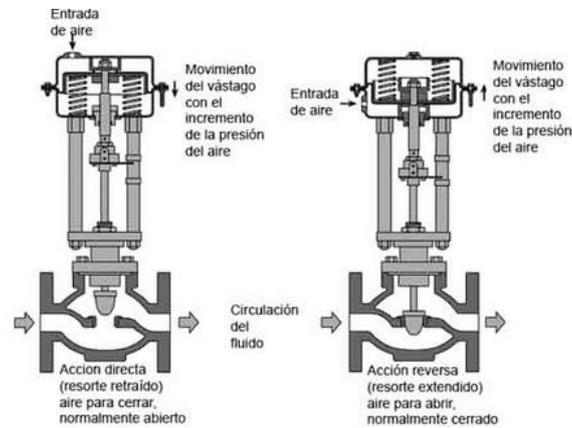


Figura 15. Accionamiento de una electroválvula

2.7 Bomba hidráulica

Una bomba, Figura 16, es una máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía hidráulica, produciéndose un aumento de velocidad de la presión del líquido en circulación.

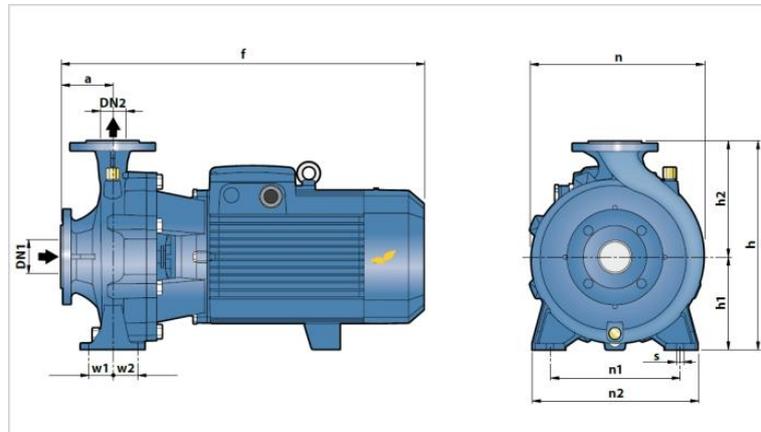


Figura 16. Bomba hidráulica

Bombas de desplazamiento no positivo

En estas bombas, generalmente empleadas para trasiego de fluidos, la energía cedida al fluido es cinética, y funciona generalmente mediante fuerza centrífuga, por la cual el fluido entra en la bomba por el eje de la misma y es expulsado hacia el exterior por medio de un elemento (paletas, lóbulos, turbina) que gira a gran velocidad, Figura 17.

Una bomba hidrodinámica no dispone de sistemas de estanqueidad entre los orificios de entrada y salida; por ello produce un caudal que variará en función de la contrapresión que encuentre el fluido a su salida.

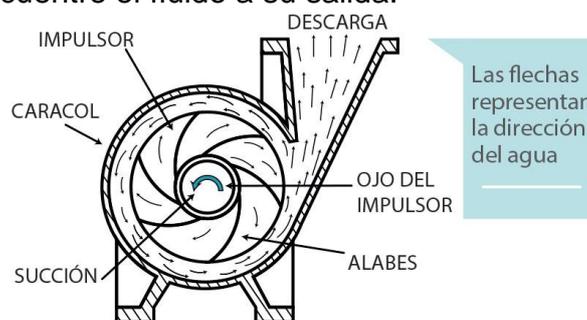


Figura 17 funcionamiento de un bomba de desplazamiento no positivo

En este tipo de bombas la presión máxima alcanzable variará en función de la velocidad de rotación del elemento impulsor;

Las bombas hidrodinámicas sólo se emplean para mover fluidos en aplicaciones donde la resistencia a vencer sea pequeña.

Este tipo de bombas son principalmente usadas para bajas presiones y trasiego de líquidos que no pueden o deben agitarse.

Funcionamiento y Elementos de una Bomba Centrífuga

El principio de funcionamiento de una bomba centrífuga se debe a la fuerza centrífuga. Están dotadas principalmente de un elemento móvil: el rotor, rodete, o impulsor. Es el elemento que transfiere la energía que proporciona el motor de accionamiento al fluido. Esto sólo se puede lograr por un intercambio de energía mecánica y, en consecuencia, el fluido aumenta su energía cinética y por ende su velocidad. Además, por el hecho de ser un elemento centrífugo, aparece un aumento de presión por el centrifugado que se lleva a cabo al circular el fluido desde el centro hasta la periferia. Los elementos que forman una bomba centrífuga, véase Figura 18, son:

Tubería o colector de aspiración: Elemento por el que se alimenta la bomba, desde un depósito (o por aspiración a través de una manguera). Puede ser una simple tubería recta que garantice la distribución de la velocidad adecuada a la entrada del rodete, terminando en la brida de aspiración.

Rotor o rodete: Elemento formado por una serie de álabes que canalizan el fluido y giran dentro del cuerpo impulsado por un motor o toma de fuerza. Va unido solidariamente al eje y la parte móvil de la bomba; es el que le imprime la energía cinética al fluido produciendo en una variación de la velocidad

Difusor o corona de álabes fijos: Se encuentra a la salida del rodete teniendo como finalidad disminuir la velocidad de salida del rodete y de esta manera se transforma la energía cinética en presión. Su misión consiste en evitar turbulencias a la salida del rodete. Se suele usar en bombas de alta potencia.

Voluta: También conocida como caracol o cámara espiral, se trata de un canal con sección creciente que rodea por completo al rodete y termina en un cono de forma divergente en el que continúa el proceso de impulsión. En este punto es donde se recoge el líquido impulsado por el rodete y donde se transforma el resto de la energía cinética, contenida en el flujo, en energía de presión, aumentando la presión del líquido conforme se aumenta la distancia entre el rodete y la carcasa.

Tubería o colector de impulsión: Está unida a la brida de impulsión. Esta puede tener una o varias salidas de igual o distintas secciones.

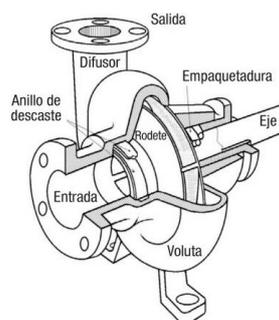


Figura 18. Partes de una bomba

2.8 Fluxómetro

Los fluxómetros, Figura 19, son instrumentos diseñados especialmente para comprender el comportamiento de los fluidos. Las opciones de fluxómetros, medidores de caudal, o medidores de flujo, son muy abundantes y se diferencian entre sí por su funcionalidad, el nivel de precisión en las mediciones que ofrecen.

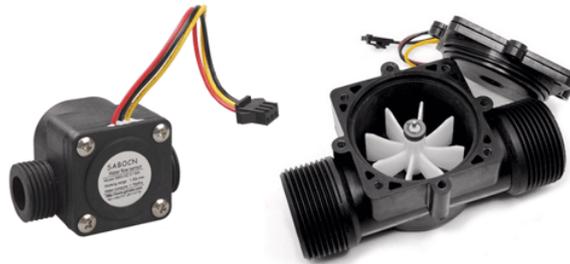


Figura 19. Fluxómetro

Un caudalímetro es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido.

Su funcionamiento depende del fluido, el cual provoca que el rotor de la turbina gire a una velocidad que depende de la velocidad de flujo, obsérvese la Figura 20. Conforme un imán pasa a través de un sensor de efecto hall, se genera un pulso de voltaje que puede alimentarse de un medidor de frecuencia, un contador electrónico u otro dispositivo similar cuyas lecturas puedan convertirse en velocidad de flujo.

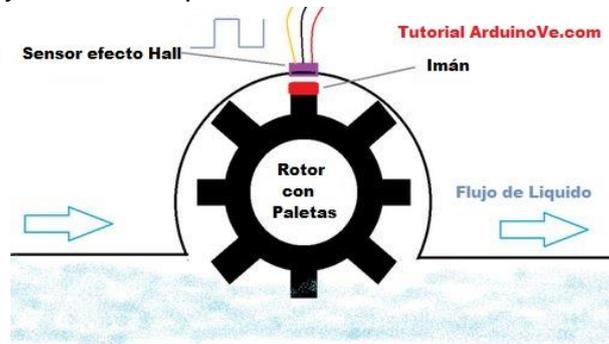


Figura 20. Principio de funcionamiento de un fluxómetro

2.9 Comunicación Serial

La electrónica integrada se basa en circuitos de interconexión (procesadores u otros circuitos integrados) para crear un sistema simbiótico. Para que esos circuitos individuales intercambien su información, deben compartir un protocolo de comunicación común. Se han definido cientos de protocolos de comunicación para lograr este intercambio de datos y, en general, cada uno puede separarse en una de dos categorías: paralelo o en serie.

Un bus serie consta de solo dos cables, uno para enviar datos y otro para recibir. Como tal, los dispositivos serie deben tener dos pines serie: el receptor, RX y el transmisor, TX.

2.9.1 USB

El Universal Serial Bus (USB), Figura 21, es un bus de comunicaciones que sigue un estándar que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre computadoras, periféricos y dispositivos electrónicos.

El USB es utilizado como estándar de conexión de periféricos como: teclados, ratones, memorias USB, teléfonos móviles, impresoras, dispositivos multifuncionales, sistemas de adquisición de datos, etc.

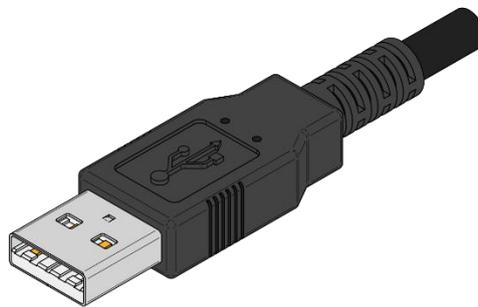


Figura 21. Terminal USB

2.9.2 Modulo bluetooth

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales

Se denomina Bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que requieren corto alcance de emisión y basados en transceptores de bajo costo.

Los dispositivos que incorporan este protocolo pueden comunicarse entre sí cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión es suficiente.

Los dispositivos Bluetooth pueden actuar como Masters (maestro) o como Slaves (esclavos), véase la Figura 22. La diferencia es que un Bluetooth Slave solo puede conectarse a un master y a nadie más, en cambio un master Bluetooth, puede conectarse a varios Slaves o permitir que ellos se conecten y recibir y solicitar información de todos ellos, arbitrando las transferencias de información.

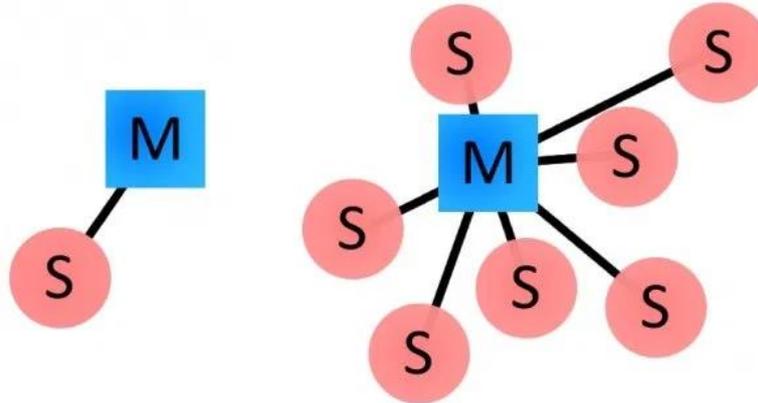


Figura 22. Conexión ilustrativa de maestro (M) y esclavo (S)

Cada uno de los dispositivos que se identifican vía Bluetooth presentan una dirección única de 48 bits y además un nombre de dispositivo que permite identificarlo cómodamente.

Un enlace Bluetooth puede ser Master o Slave y dispone de una dirección única, así como de un nombre para identificarse y muy habitualmente también incluye un PIN de conexión o número de identificación que debe teclearse para ganar acceso al mismo.

Bluetooth con Arduino

Existen distintas maneras de comunicar bluetooth con el microcontrolador Arduino, esto por medio de:

- Modulo bluetooth externo
- Módulo HC-05 o HC-06
- Módulo Bluetooth 4.0 HC-08 y HC-09
- Módulo sparkfun
- Módulo integrado en placa como el arduino bt o BQ Zum Core que permiten su programación mediante OTA
- Microcontrolador con Bluetooth integrado como el Arduino 101
- Shield Bluetooth
- Arduino wireless programmer

Los módulos más frecuentes en el mercado son los módulos HC-06 y HC-05, véase la Figura 23.

El módulo HC-05, puede configurarse tanto como Master que, como Slave, dispone bastantes parámetros de configuración y capacidades de interrogación, aun así, es ligeramente más complicado de colocar en modo comandos y requiere una cierta manera de arrancado.

El HC-06 entra en modo de programación en cuanto lo enciendes y mientras no haya nadie conectado por Bluetooth.

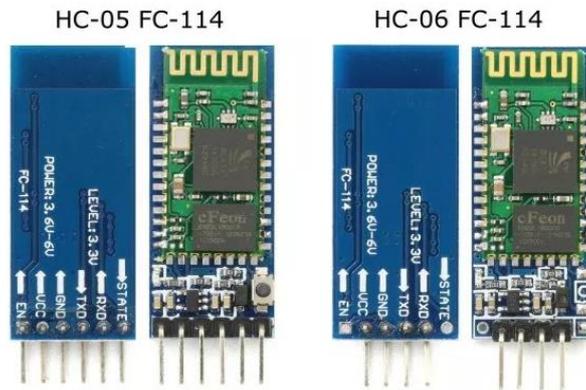


Figura 23. Módulos HC Bluetooth de Arduino

Conexión a Arduino

El resto de los pines se conectan de forma que Txd y Rxd se deben conectar cruzados con los pines de comunicación de Arduino, vea Figura 24, que usaremos mediante la librería software Serial. El pin State refleja, la situación en la que se encuentra el módulo y por ahora no vamos a utilizarlo.

Con este procedimiento garantizamos que el módulo HC-05 entra solo en modo AT comandos, y que nuestra consola nos va a servir para programarlo.

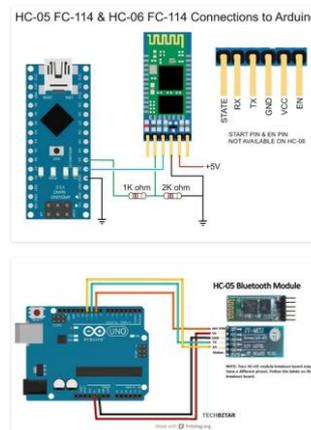


Figura 24. Conexión de modulo con la tarjeta Arduino

CAPÍTULO 3: DESARROLLO

3.1 Metodología

La selección y seguimiento de una metodología para la elaboración de un proceso o producto es indispensable. La metodología para el diseño y desarrollo del producto constituyó el marco con el cual se encaminaron los esfuerzos desde el diseño hasta la consecución del mismo mediante los objetivos y las herramientas utilizadas para la toma de decisiones y de aplicación.

Actualmente existen una gran cantidad de metodologías para el diseño de productos. Estas metodologías establecen las etapas de especificación, diseño conceptual, diseño de materialización y diseño de detalle y pueden ser enmarcadas dentro de cuatro fases en el proceso de diseño, las cuales se definen a continuación:

- **Ideación.** Se hace una definición de las necesidades del mercado y se definen los requerimientos del producto.
- **Desarrollo Conceptual y Básico.** Se realizan actividades de *análisis* que permiten comparar productos análogos o principios básicos que pueden ser de utilidad en el desarrollo del concepto
- **Desarrollo Avanzado.** Involucra todas las actividades que ofrecen como resultado documentos de ingeniería detallados que son la base para la fabricación del producto.
- **Lanzamiento.** En esta fase se fabrican prototipos para evaluar el diseño e inclusive, se diseña el proceso de producción y se comienza con la manufactura del producto.

Siguiendo estas fases se estableció la metodología para la elaboración del proyecto la cual se muestra en la Tabla 3

Tabla 3. Metodología

Fase	
Tipo	
Ideación	Diseño de equipo eléctrico y de automatización
Desarrollo conceptual y básico	Oportunidad Concepto
Desarrollo avanzado	Viabilidad
Lanzamiento	Desarrollo Piloto Producción

Definir correcta y claramente los parámetros, características, atributos y toda la información útil en la definición del producto, esto se da en las primeras actividades

del proceso de desarrollo del producto, para obtener todas las especificaciones del producto a ser diseñado.

En la siguiente tabla se muestran los métodos y herramientas empleadas para cada fase y actividad de acuerdo a las cuatro fases de diseño establecidas.

Tabla 4. Herramientas utilizadas en la metodología

Fase	Herramientas
Ideación	<ul style="list-style-type: none"> • Método Delphi (Entrevistas al cliente) • Lluvia de ideas • VOA (Análisis de Oportunidad de Valor)
Desarrollo conceptual y básico	<ul style="list-style-type: none"> • Osborn's checklist • Diagrama de flujo del sistema
Desarrollo avanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Prototipo rápido (programación y ensamble) • Proceso de elaboración
Lanzamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas

3.2 Ideación

Entrevista al cliente

Primeramente, al establecer relaciones con la empresa, se realizó una reunión en donde se abordaron los detalles de cómo debía ser el sistema a desarrollar, los cuales se manifiestan en forma de lluvia de ideas, Fig. 25, la cual se verá como siguiente punto de la ideación. Posteriormente se acudió al área de trabajo en donde se estaba realizando una de las instalaciones y calibración de sensores en una unidad de tracto camión, ahí se dio pauta para realizar una serie de preguntas respecto al procedimiento que se efectúa en dichas instalaciones. Estas preguntas se muestran en la Tabla siguiente.

Tabla 5 Cuestionario de entrevista

Preguntas	Respuestas
1. ¿Cuánto tardan en promedio realizando la instalación y la calibración?	Aproximadamente de 6 a 8 horas dependiendo de cuantos tanques cuente la unidad
2. ¿Cuántos sensores calibran normalmente?	2 sensores por unidad. Aunque hay unidades que cuentan con 3 tanques y en esos casos la calibración es para 3 sensores

3. ¿Qué capacidad en litros tienen los tanques?	Los más grandes son de 580 litros y los más pequeños 300 litros aproximadamente
4. ¿Qué datos recopilan en la calibración?	Los litros depositados y la lectura de voltaje que arroja el sensor en cada intervalo de llenado de diésel
5. ¿Cuál es el valor mínimo y máximo en voltaje que arroja el sensor?	El valor de voltaje varia completamente dependiendo de cada sensor; para ello se realiza la calibración
6. ¿Cuál es el procedimiento usual que siguen en una instalación?	Primero se vacían completamente los tanques, luego se instala el sensor y se realiza el cableado hasta el tablero del camión, finalmente se realiza el registro
7. ¿Cómo es la conexión de los sensores?	Los sensores tienen tres cables, dos de alimentación y uno de señal; los de alimentación se conectan a la batería y el de señal al GPS
8. ¿Cómo es la conexión de la bomba?	La bomba es de corriente continua y se conecta a las baterías de los camiones
9. ¿Es una actividad recurrente dentro de las que se efectúan en la empresa?	Normalmente es esporádico, no es tan recurrente, pero han existido casos en que se deben hacer instalaciones y calibraciones a 100 unidades
10. ¿Ayudaría un sistema automatizado a realizar el proceso de calibración de manera más efectiva y rápida?	Si, seria de bastante ayuda en los casos donde deben de hacerse gran número de calibraciones

Lluvia de ideas

Se efectuó una reunión preliminar en donde se establecieron los detalles y aspectos que se requerían para la elaboración del sistema. Estos parámetros se establecieron en forma de lluvia de ideas para luego implementarlas en la elaboración de dicho sistema. La lluvia de ideas se muestra en la siguiente figura.



Figura 25. Lluvia de ideas realizada

Matriz VOA

La matriz de análisis de valor (VOA), Tabla 6, se implementó para proyectar una hipótesis de cómo será el sistema en el área de trabajo; este análisis está sujeto a cambios en caso de que no se cumplan con alguno de los 7 parámetros esenciales. Las cualidades establecidas se determinaron una vez que el prototipo inicial fuese terminado.

Tabla 6 Matriz VOA

		Bajo	Medio	Alto
Emoción				
	Aventura			
	Seguridad			X
	Independencia			X
	Sensualidad			
	Confidencial		X	
	Poder		X	
Estética				
	Visual		X	
	Auditiva			
	Táctil		X	
	Olfativa			
	Sabor			
Identidad				
	Punto en el tiempo		X	
	Sentido del lugar		X	
	Personalidad		X	
Impacto				
	Social			
	Ambiental		X	
Ergonomía				
	Comodidad			X
	Seguridad			X
	Facilidad de uso			X
Tecnología central				
	Confiable			X
	Habilitante			X
Calidad				
	Artesanía		X	
	Durabilidad		X	

3.3 Desarrollo conceptual y básico

Osborn checklist

Durante el proceso de elaboración del sistema, se realizó el Osborn checklist, Tabla 7 para generar ideas en base al sistema que se había planteado en la ideación. Esto con la finalidad de replantear aspectos que en una primera instancia no se habían tomado en consideración

Tabla 7 Checklist

SUSTITUIR	
¿qué otros materiales o productos se pueden emplear?	Utilizar optoacopladores o transistores en lugar de relés para etapa de potencia
¿qué otros métodos o procedimientos se pueden emplear?	Utilizar comunicación wifi para comunicación entre dispositivos
MODIFICAR	
¿Podría cambiar la estructura de la programación?	Replantear la lógica de la programación para optimizar el proceso
REDISPONER	
¿Por qué no cambiar la secuencia de la programación?	Cambiar para evitar interferencias en la comunicación de dispositivos
AMPLIAR	
¿Qué se podría añadir respecto al diseño original?	Por momento ninguno
ADAPTAR	
¿Qué copiar que fuera aplicable?	No se encontró aplicación
DISMINUIR	
¿Qué se podría quitar?	Numero de tanques para llenado
INVERTIR	
¿Cómo podríamos expresar esto al revés?	Armado principal del prototipo y configurar mediante código
COMBINAR	
¿Qué podríamos usar para multiplicar los usos?	Ampliar al uso de distintos combustibles o fluidos
OTROS USOS	
¿En qué otra situación utilizar este procedimiento?	El sistema solo tiene una finalidad

De los 9 aspectos que se plantean en este checklist, con los cuales se establecen las preguntas esenciales para determinar las ideas de mejora o cambio, se establecieron 10 preguntas, las cuales se muestran en la siguiente Tabla.

Cabe mencionar que algunas de las ideas que surgieron dentro de este checklist no fueron finalmente consideradas para la idea final.

Diagrama de flujo de datos

El diagrama de flujo, Figura 26, que se estableció como propuesta de mejora para el proceso en sí, muestra el proceso desde la instalación de los sensores hasta el registro de datos de los mismos.

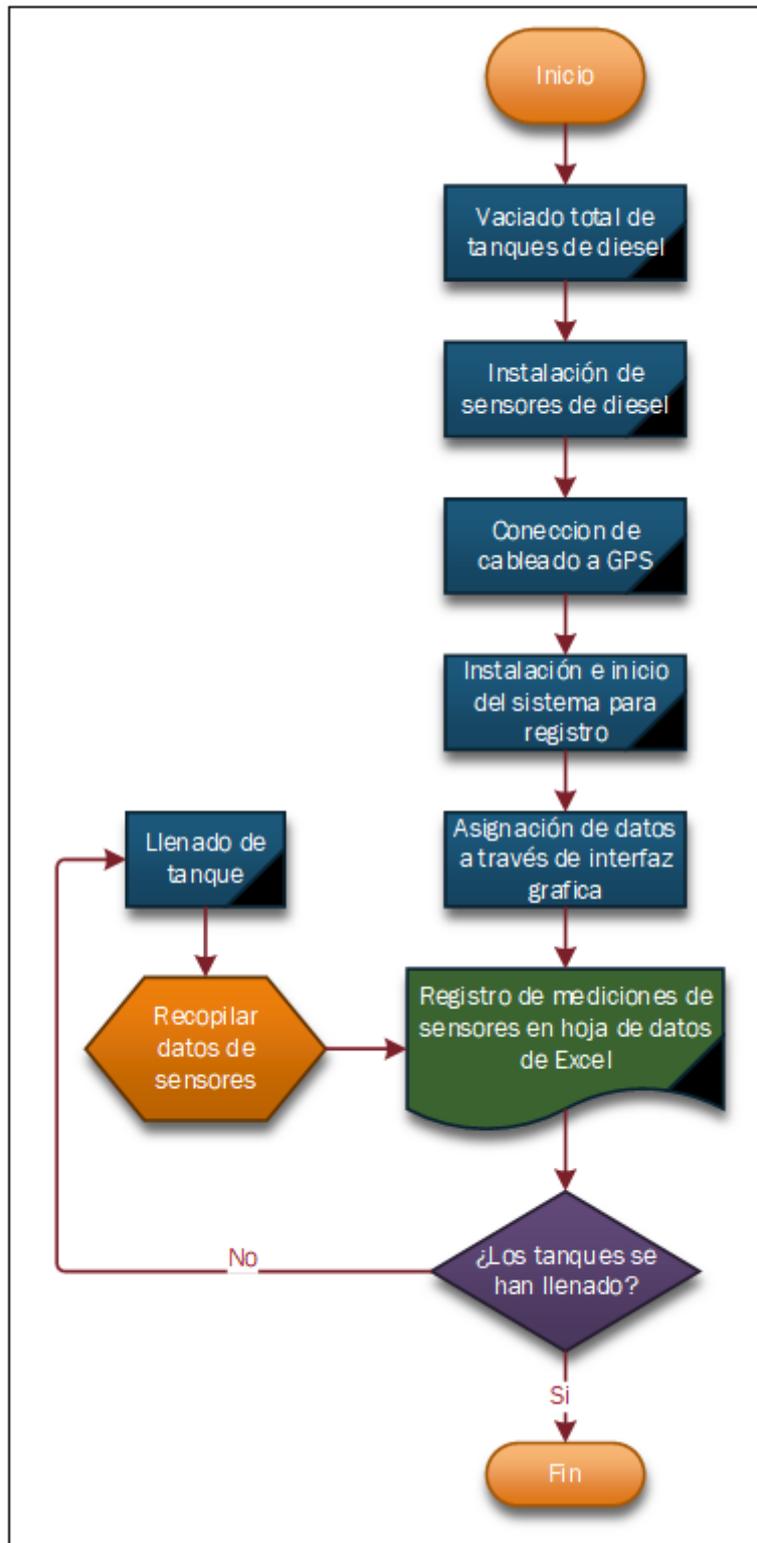


Figura 26. Diagrama de flujo de proceso del llenado y registro

Finalmente, una vez que se establecieron las ideas, hipótesis, funcionamiento, y demás parámetros que engloban al sistema, se realizó un diagrama ilustrativo, Figura 27, en el cual se muestra el sistema armado en su totalidad para el muestreo de un solo sensor en un tanque de diésel.

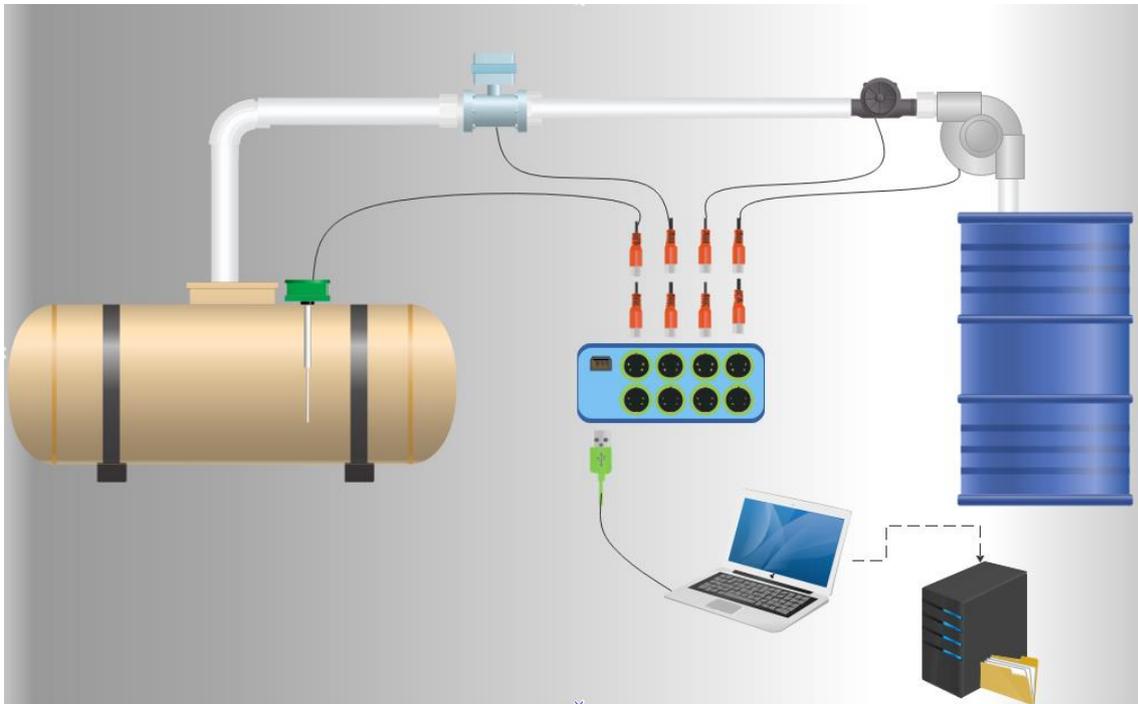


Figura 27. Diagrama ilustrativo del registro de un solo tanque

En la ilustración se muestra un solo sensor, del cual se deberán obtener los datos que este arroje desde que el tanque se encuentre vacío en su totalidad hasta que esté lleno completamente. El sistema registrará los datos y establecerá una secuencia de llenado del tanque controlando la apertura y cierre de la válvula, así como también el apagado y encendido de la bomba; el conteo de litros que fluyen desde el barril hasta el tanque es cuantizados por el fluxómetro, el cual le comunica el conteo al sistema; finalmente, el sistema comunica todo el proceso a la computadora, la cual redacta en un archivo Excel en donde se registran todos los datos adquiridos durante el proceso. En el caso de que se requiriera realizar el registro para dos o más sensores, la conexión sería prácticamente la misma, con excepción de incluir en ella los sensores y electroválvulas equivalentes a cada tanque adicional.

3.4 Desarrollo avanzado

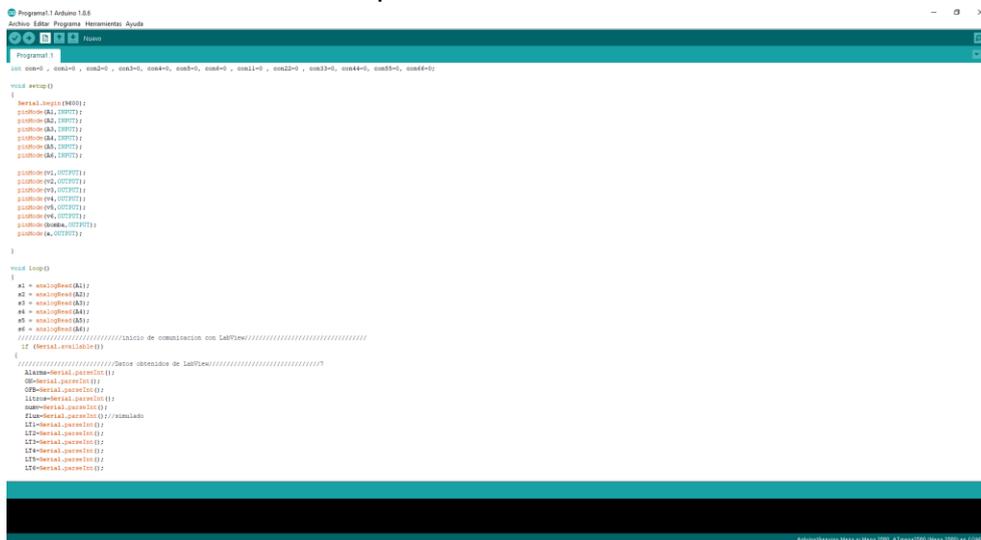
Prototipo rápido

El desarrollo de prototipo se llevó a cabo en 3 etapas:

- Programación y simulación en software
- Ensamble de prototipo con parámetros de control
- Ensamble de prototipo completo para pruebas integrales

Programación y simulación en software

Como primera instancia, se comenzó con la programación del dispositivo; traduciendo toda la lógica del funcionamiento del sistema entero a un lenguaje de programación (lenguaje de c++) dentro del entorno IDE de Arduino, Figura 28, para la carga del mismo en la placa del microcontrolador Arduino. Así mismo, a la par se desarrolló el panel de control y la misma programación por bloques dentro del entorno de LabView, Figura 30, en el cual, al comunicarse con Arduino mediante comunicación serial, se puede observar el proceso de trabajo del sistema mediante sus indicadores gráficos, Figura 29. Además de esto, se realizó una simulación del sistema en el software Proteus, el cual nos permite realizar diagramas eléctricos, así como también su simulación, Figura 31. El diagrama muestra indicadores Led, los cuales simulan los estados de apertura de las válvulas, y potenciómetros, los cuales simulan los sensores de diésel, todos conectados a los pines del microcontrolador.



```
Programa1 Arduino 1.8.6
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Programa1
// Definiendo pines de salida y entrada, sensores, actuadores, actuadores, actuadores, actuadores, actuadores, actuadores, actuadores, actuadores, actuadores
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A1, OUTPUT);
  pinMode(A2, OUTPUT);
  pinMode(A3, OUTPUT);
  pinMode(A4, OUTPUT);
  pinMode(A5, OUTPUT);
  pinMode(A6, OUTPUT);

  pinMode(Y1, OUTPUT);
  pinMode(Y2, OUTPUT);
  pinMode(Y3, OUTPUT);
  pinMode(Y4, OUTPUT);
  pinMode(Y5, OUTPUT);
  pinMode(Y6, OUTPUT);
  pinMode(Y7, OUTPUT);
  pinMode(Y8, OUTPUT);
}

void loop()
{
  #1 = analogRead(A1);
  #2 = analogRead(A2);
  #3 = analogRead(A3);
  #4 = analogRead(A4);
  #5 = analogRead(A5);
  #6 = analogRead(A6);

  //Inicio de comunicacion con LabView////////////////////////////////////
  if (Serial.available())
  {
    //Datos obtenidos de LabView////////////////////////////////////
    Serial.println("1");
    Serial.println("2");
    Serial.println("3");
    Serial.println("4");
    Serial.println("5");
    Serial.println("6");
    Serial.println("7");
    Serial.println("8");
  }
}
```

Figura 28. Fragmento del código realizado en el IDE de arduino

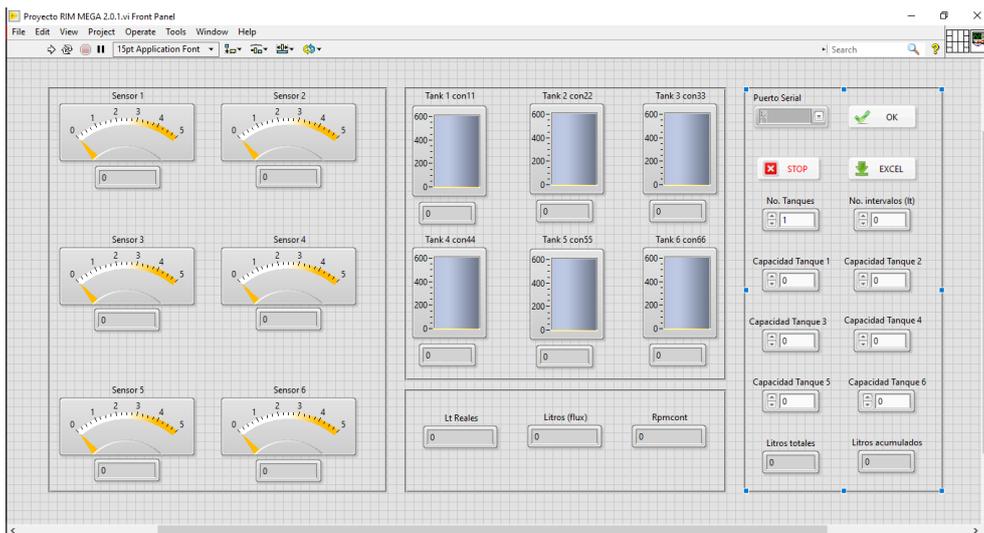


Figura 29. Panel de control frontal de LabView para el registro de parámetros

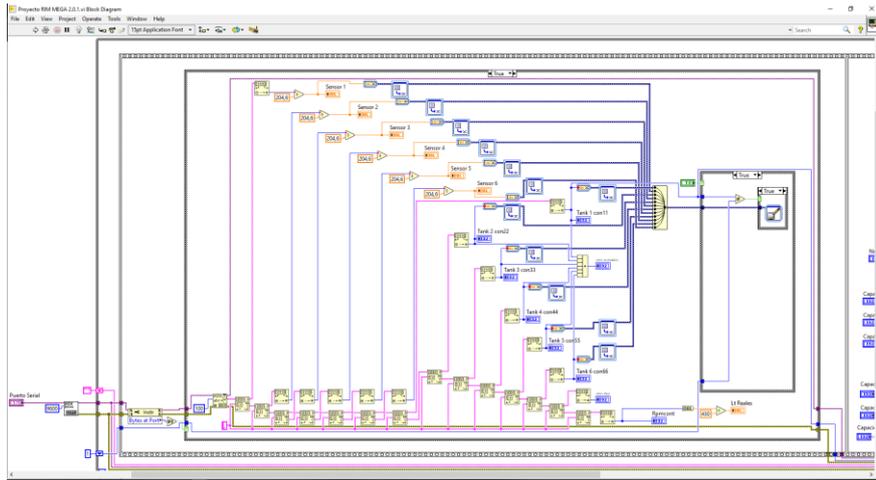


Figura 30. Fragmento del código por bloques para el proceso de LabView

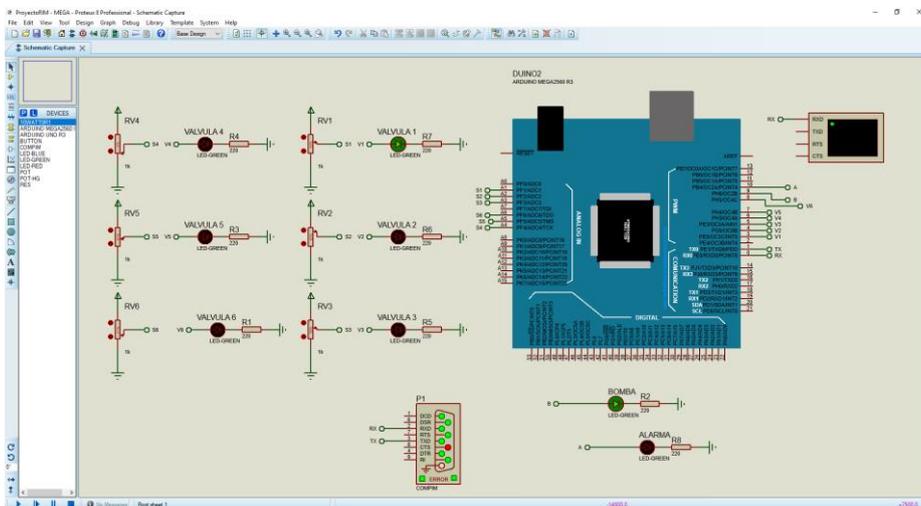


Figura 31. Simulación en Proteus del sistema

Ensamble de prototipo con parámetros de control

Posteriormente, se ensambló de manera física el mismo diseño del diagrama eléctrico en Proteus, Figura 32, esto para ejecutar de misma forma el proceso de manera real y observar posibles cambios o fallas.

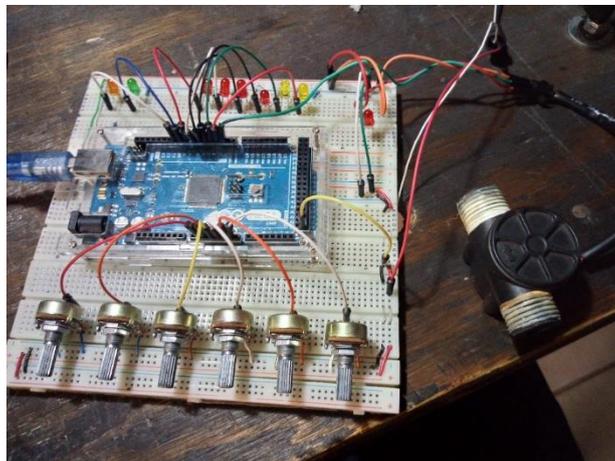


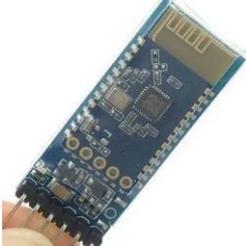
Figura 32. Ensamble de prototipo para pruebas iniciales

Ensamble de prototipo completo para pruebas integrales

Una vez realizadas las pruebas con los parámetros de control sin fallas, se procedió a la adquisición y ensamble de componentes para el prototipo final, Figura 33.

Los diferentes componentes que constituyen el sistema se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8 componentes que integran el sistema

Nombre de producto	Imagen
Electroválvula Válvula Agua 1/2 Solenoide 12v, Arduino, Pic	
Modulo Relay Rele Relevador De 8 Canales Arduino Pic Avr	
Modulo Bluetooth At09 Hm10 Cc2541 Arduino	
Conector Xlr 3 Pin Hembra Chasis Nickel Plata Nc3fp Alto Gen	
Zumbador Activo Con Pcb De 5v, Arduino, Electronica	
Conector Canon Macho Para Microfonos O Dmx Xlr	

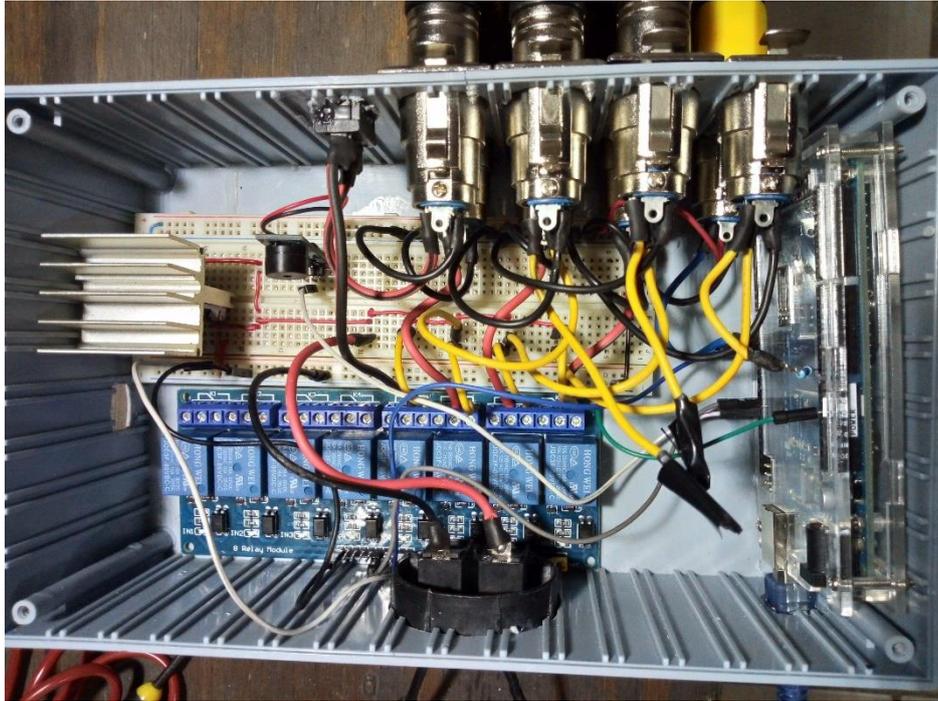


Figura 33. Ensamble total del sistema

3.5 Lanzamiento

Pruebas

Durante la etapa final, se procedió a realizar pruebas con la integración del sistema, sensores y tanques con diésel para un muestreo y registro de datos dentro de parámetros controlados y así poder observar el proceso y tener control de cada aspecto que pudiese estar sujeto a cambios, estas pruebas se observan en el siguiente capítulo.

3.5 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES EMPRESA-ALUMNO						
PROGRAMACION DEL PROTOTIPO						
ADQUISICION DE MATERIAL						
ENSAMBLE DEL PROTOTIPO						
REALIZACION DE PRUEBAS						
ENSAMBLE FINAL						
ENTREGA DE DOCUMENTOS						

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Resultados

Como se mencionó en el capítulo anterior, se realizaron las pruebas del funcionamiento del sistema, el cual arrojó resultados satisfactorios durante las

pruebas, efectuando de manera correcta cada parámetro establecido y realizando el registro de sensores de forma automática.

Los objetivos propuestos para la revisión del sistema entorno a las pruebas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9. Objetivos propuestos y resultados

Objetivo propuesto	Resultado esperado
Programación total y efectiva para el correcto funcionamiento del sistema	El sistema efectuó de manera satisfactoria el proceso y registro para tres depósitos con sus respectivos sensores.
Ensamble total del sistema	Se ensambló el sistema para un número de tres depósitos con sus respectivos sensores.
Prueba de llenado para tres depósitos	Se efectuaron las pruebas para un total de tres depósitos y tres sensores como se muestra en la Fig 34.
Registro de datos de sensores en un archivo Excel	Al finalizar las pruebas se obtuvo el registro digital en Excel de los sensores, el cual se muestra en la Fig. 36.
Espera de tiempo para la estabilización del combustible en el tanque antes de cada registro	Para el registro exacto de los sensores, fue necesario realizar una espera de tiempo para cada registro, esto con la finalidad de no obtener medidas inexactas
Conexión remota vía bluetooth	Debido al proceso conflictivo de comunicación entre el dispositivo y la computadora, el módulo bluetooth se mostró ineficiente, por lo que se descartó temporalmente del sistema hasta realizar pruebas posteriores.

Pruebas realizadas:

Las pruebas se realizaron aplicando la funcionalidad del sistema para un máximo de tres tanques en botes de 20 litros cada uno, Figura 34, a intervalos de 2 litros por iteración y un llenado máximo de 15 litros a cada tanque para evitar posibles desbordes de combustible, cada parámetro se preestableció en el panel frontal de LabView, Figura 35, finalmente para la prueba, se recopilaron los registros para cada sensor en el archivo Excel, Figura 36.



Figura 34. De izquierda a derecha; Tres electroválvulas y fluxómetro conectados a la salida de la bomba, Recipientes con sus respectivos sensores OmniComm, Conexión de terminales de entrada y salida al sistema.

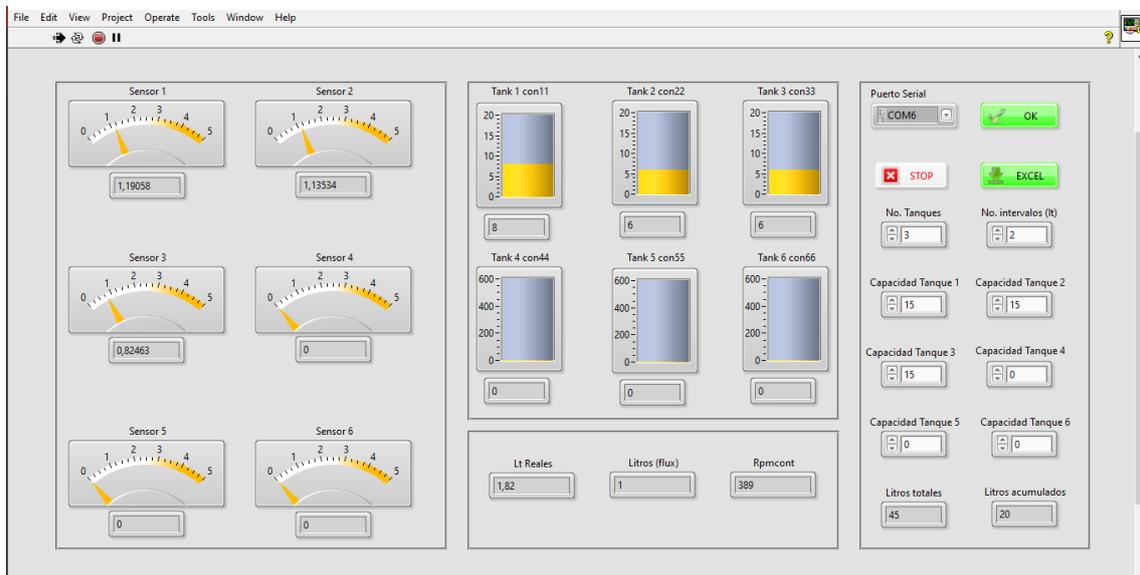


Figura 35. Panel de control frontal de LabView en ejecución del proceso de llenado y registro

Como resultado final de las pruebas se obtuvo el registro Excel, Figura 36, de los datos de los sensores en comparación con los litros depositados por cada intervalo en su respectivo tanque.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Litros en Tanque 1	Volts en Sensor 1	Litros en Tanque 2	Volts en Sensor 2	Litros en Tanque 3	Volts en Sensor 3			
2	0	0,048876	0	0,478876	0	0,158876			
3	2	0,048876	2	0,552297	2	0,229717			
4	4	0,400782	4	0,860215	4	0,620723			
5	6	0,879765	6	1,138807	6	0,874878			
6	8	1,192571	8	1,788856	8	1,681329			
7	10	1,744868	10	2,331378	10	2,101662			
8	12	2,673509	12	3,220919	12	2,73216			
9	14	3,064516	14	3,636364	14	3,416422			
10	15	3,460411	15	3,924731	15	3,763441			
11									
12									
13									

Figura 36. Registro de datos en hoja de Excel de sensores y cantidad de litros en cada tanque

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones del Proyecto

El presente proyecto describe la necesidad de la automatización en procesos laboriosos que requieren de tiempo y paciencia, además del empleo de nuevas tecnologías que se pueden implementar para el desarrollo y crecimiento de empresas de servicios de monitoreo.

Invertir en el desarrollo de automatización y mejora de procesos en cualquier área dentro de las empresas resulta en un cambio constante y refleja un panorama de progreso hacia la visión de cada empresa. Además de esto, se da pauta para el desarrollo de integral de nuevas tecnologías que resultan en nuevas herramientas para el futuro, las cuales a su vez terminan siendo el punto de partida para los nuevos enfoques de desarrollo y aplicación.

En Rainde resulta oportuno la implementación de un sistema de registro automático en uno de sus procesos más laboriosos, pues reduce la carga de trabajo hacia el personal y resulta de manera más eficiente, pues se pueden desempeñar otras labores mientras el sistema realiza su operación.

Debido a los tiempos, no se ha podido concretar una prueba real dentro de un entorno de trabajo de instalación de sensores en unidades debido a lo esporádico que suele ser este trabajo; aun con esto, con este proyecto, se logró realizar de manera más efectiva el proceso de calibración de sensores dentro de las pruebas controladas, pues los registros se realizaron de manera automática y digital, eliminando totalmente los registros a mano con calidad en letra deficiente.

Para finalizar, el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías es lo que se espera y busca dentro de la ingeniería, por lo que la oportunidad de realizar este proyecto ha sido gratificante en su totalidad, debido a la implementación de herramientas tan versátiles con las que se forma un Ingeniero Mecatrónico. El uso de factores individuales, desde la programación hasta la implementación de sensores y actuadores de forma conjunta, resulta en sistemas complejos capaces de dar solución a problemas reales existentes.

CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

A lo largo del desarrollo del presente proyecto, se me presentaron diversos inconvenientes derivando en problemas que ponían en riesgo el funcionamiento del sistema. Aun así, con cada problema surgía una duda, y con cada duda surgía una solución que, a su vez, surgía en aprendizajes, de estos aprendizajes surgieron las competencias que desarrollé y apliqué dentro del mismo problema como solución.

Las principales competencias que apliqué en el proyecto fueron entorno a la programación del sistema, ya que de ahí se establecía la mayoría del funcionamiento del sistema. Aplique análisis de las metodologías existentes y la lógica necesaria para llevar a cabo la programación del sistema en lenguaje secuencial y gráfico. Partí de una idea que fue derivando en diferentes aspectos que concluían en un correcto funcionamiento. Aun así, dentro de este análisis en la programación surgieron el mayor número de inconvenientes, por mencionar alguno se tienen: la dificultad de comunicación entre la interfaz de LabView y el microcontrolador Arduino, la cual solo incrementó el número de inconvenientes, derivando en múltiples errores en los códigos y replanteamiento del problema.

La segunda parte del sistema, donde implementé competencias como análisis de circuitos, derivó algunos inconvenientes como la quema de componentes por un manejo erróneo y conexiones equívocas que, con esto, sirvieron de experiencias para comprender cosas que solo con la práctica, aunque se entiendan los conceptos básicos, se desarrollan; como realizar pruebas de conexiones antes de energizar el sistema o verificar las polaridades de los elementos antes de su conexión.

Finalmente, englobando todo, las competencias que desarrollé durante el desarrollo del proyecto, giran en torno al uso de herramientas aprendidas a lo largo de la carrera, puesto que, el proyecto lo llevé desde comienzo a fin por mi propia cuenta debido a situaciones ajenas a la empresa e institución, tuve que desempeñarme totalmente valiéndome de mis conocimientos y capacidades para llevarlo a cabo. Aplicando conocimientos adquiridos de programación, instrumentación, electrónica, control entre otras. Debido que dentro de estas materias no se profundizaba en muchos aspectos por la naturaleza de la carrera, debí consultar muchos aspectos y rubros con personas

adentradas en los temas y consultando otros aspectos en foros de internet, adentrándome mas en cada aspecto que no se ahondó dentro de la carrera.

CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Fuentes de información

- [1] Ordóñez Arias, J. A. (2007). Los medidores de flujo (fluxómetros): mecánica de fluidos e hidráulica de tuberías. Buenos Aires, Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <https://www.elibro.net/es/ereader/parteaga/34449?page=18-22>.
- [2] Zubiaurre Lusa, J. y Moreno Zaragoza, F. (2014). Automatismos y cuadros eléctricos (2a. ed.). Barcelona, Spain: Cano Pina. Recuperado de <https://www.elibro.net/es/ereader/parteaga/43095?page=46-49>.
- [3] Eduardo J. Carletti. (2020). Sensores - Conceptos generales. Octubre10 del 2020, de Blog personal Sitio web: http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm
- [4] wordpress.com. (*). Conceptos y bases de los instrumentos electrónicos. octubre 10 del 2020, de Blog de WordPress.com. Sitio web: <https://instrumentacionelectronica.wordpress.com/tag/linealidad/>
- [5] G. J. Roy. (2013). Libros en Google Play Notes on Instrumentation and Control. *: Elsevier.
- [6] Sagrario Torres Cartas María José Medina Hernández Rosa María Villanueva Camañas. (*). "Operaciones básicas en análisis químico, farmacéutico y medioambiental". Octubre 15 del 2020, de Universidad de Valencia Sitio web: https://www.uv.es/gammm/Subsitio%20Operaciones/6%20Calibracion.htm#Paso_1_Preparaci%C3%B3n_patrones
- [7] Arduino. (2020). What is Arduino?. Octubre 17 del 2020, de arduino.cc Sitio web: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>
- [8] National Instruments. (2020). 1.1 LabVIEW Course Exercise Code . Octubre 17 del 2020, de Rice University. Sitio web: <https://cnx.org/contents/VJscm13M@4.6:jmlyIARE@3/LabVIEW-Course-Exercise-Code>
- [9] sicamedicion.com. (2020). Aprende a realizar una calibración de medidores de nivel. Octubre 07 del 2020, de sicamedicion.com Sitio web: <https://www.sicamedicion.com.mx/blog/calibracion/realizar-una-calibracion-medidores-nivel/>
- [10] Wikipedia. (2020). Level sensor. Octubre 07 del 2020, de Wikipedia Sitio web: https://en.wikipedia.org/wiki/Level_sensor

- [11] KOBOLD Instruments Inc. (*). Sensor Optico de Nivel OPT. Octubre 08 del 2020, de KOBOLD Instruments Inc Sitio web: <https://kobold.com/es/product/detail/~nm.61~nc.27~id.234/Sensor-Optico-de-Nivel-OPT.html>
- [12] Wikipedia. (2020). Sensor capacitivo. Octubre 08 del 2020, de Wikipedia Sitio web: https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_capacitivo
- [13] Preeti Jain Facebook Twitter LinkedIn Reddit Pinterest. (2012). Level Sensors. Octubre 11 del 2020, de engineersgarage.com Sitio web: https://www.engineersgarage.com/article_page/level-sensors/
- [14] The Editors of Encyclopaedia Britannica. (*). Database computer science. Octubre 12 del 2020, de britannica.com Sitio web: <https://www.britannica.com/technology/database>
- [15] Wikipedia. (2020). Database. Octubre 12 del 2020, de Wikipedia Sitio web: <https://en.wikipedia.org/wiki/Database>
- [16] tutorialspoint.com. (2020). Types of databases. Octubre 12 del 2020, de tutorialspoint.com Sitio web: <https://www.tutorialspoint.com/Types-of-databases>
- [17] Rubén Castro. (2019). La física que hace funcionar al sistema GPS. Octubre 13 del 2020, de wikiversus.com Sitio web: <https://www.wikiversus.com/deportes-y-aire-libre/reloj-gps-pulsometro/como-funciona-el-gps/>
- [18] Prof. Ing. Eduardo Néstor Alvarez . (*). Introducción a la Instrumentación. Octubre 13 del 2020, de * Sitio web: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lscm/Instrum01.pdf>
- [19] Andy Rangel. (2018). Robot cero . Octubre 13 del 2020, de blogspot.com Sitio web: <http://robotceroblog.blogspot.com/>
- [20] omniconm-world.com. (2019). Sensores del nivel de combustible. Octubre 14 del 2020, de omniconm-world.com Sitio web: <https://www.omniconm-world.com/es/fleet-owners/products/sensors/>
- [21] distritecsa. (2020). ¿QUÉ ES UNA ELECTROVÁLVULA Y PARA QUÉ SIRVE?. Octubre 20 del 2020, de distritec.com Sitio web: <https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>
- [22] altecdust.com. (*). ¿Qué son las Electroválvulas?. Octubre 20 del 2020, de altecdust.com Sitio web: <https://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>

- [23] CAVISA. (*). Electroválvulas. Octubre 20 del 2020, de joucomatic Sitio web: <http://www.joucomatic.com.es/electrovalvulas/accion-directa/>
- [24] CAVISA. (*). Electroválvulas. Octubre 20 del 2020, de joucomatic Sitio web: <http://www.joucomatic.com.es/electrovalvulas/accion-directa/>
- [25] <http://robots-argentina.com.ar>. (*). Módulos de relé y Arduino: Domótica (1). Octubre 21 del 2020, de <http://robots-argentina.com.ar> Sitio web: <http://robots-argentina.com.ar/didactica/modulos-de-rele-y-arduino-domotica-1/>
- [26] ahim de Anda. (2018). Comunicación serial. Octubre 21 del 2020, de factor.mx Sitio web: <https://www.factor.mx/portal/base-de-conocimiento/comunicacion-serial/>
- [27] Simson L. (1999). PLUGGED IN USB deserves more support . Octubre 22 del 2020, de simson.net Sitio web: https://simson.net/clips/1999/99.Globe.05-20.USB_deserves_more_support+.shtml

CAPÍTULO 8: ANEXOS

8.1 Anexos

Carta de termino de residencias



Aguascalientes, Ags., 10 de diciembre de 2020

Asunto: Carta de término

MA TI. HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO
Director de Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

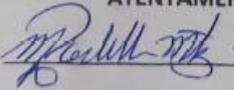
LIC. MA. MAGDALENA CUEVAS MARTINEZ
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

PRESENTE:

Por este conducto, me permito informarle que el C. Carlos Alejandro Romo Padilla, con número de control 161050124, alumno de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, terminó satisfactoriamente sus Residencias Profesionales en el Proyecto de Sistema electrónico autónomo para el control de llenado y la recolección y registro de datos de uno o más sensores de diésel en tanques de tracto camiones, donde cubrió un total de 500 horas durante el periodo agosto-diciembre 2020.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE:



MARTHA ALICIA PADILLA MARTINEZ
Director General y Representante Legal

www.RAINDE.net
Calle Salvador Dali 204, Lomas De Santa Anita, Aguascalientes, Ags.
Tel: (449) 9 96 75 00 Cel: (449) 9114400