



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**MEDICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN DE
VOLÚMENES ESPECÍFICOS DE UN LÍQUIDO A TRAVÉS DE
ULTRASONIDO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA**

AUTOR: RENÉ GONZALO ESTRELLA CHIGUANO

DIRECTOR: ING. GALO RAMOS

QUITO marzo del 2015

© UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIA. 2015

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS DE REPRODUCCIÓN

DECLARACIÓN

Yo RENÉ GONZALO ESTRELLA CHIGUANO, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

René Estrella

CI: 1720389459

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **“MEDICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN DE VOLÚMENES ESPECÍFICOS DE UN LÍQUIDO A TRAVÉS DE ULTRASONIDO”**, que, para aspirar al título de **Ingeniero en Mecatrónica** fue desarrollado por René Estrella, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing Galo Ramos

DEDICATORIA

A mis padres ya que los objetivos que me he planteado se han cumplido y ellos han estado siempre a mi lado para compartir esos logros.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo incondicional, su paciencia, su cariño y comprensión, especialmente a mi padre y a mi hermano que sin su consejo técnico y sus consejos no habría podido desarrollar el presente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	6
	ANTECEDENTES.....	6
	REGISTROS LEGALES	6
2.1.	BASES TEÓRICAS	6
2.1.1	Transmisión de ondas a través de un medio	7
2.1.1.	Corrosión de materiales a causa de vapores inflamables.....	7
2.1.2.	Diseño Industrial	7
2.1.3.	Trabajo en espacios confinados	8
2.1.4.	Corriente mínima de inflamación	8
2.1.5.	Varilla de aforo.....	8
2.1.6.	Tanque de almacenamiento de combustible.....	9
2.2.	EMISIÓN DE GASES Y VAPORES EN COMBUSTIBLE Y TOLERANCIA HUMANA A GASES INFLAMABLES	10
2.2.1.	Vapores de combustible.....	12
2.2.2.	Temperatura de inflamación	13
2.2.3.	Energía mínima de inflamación.....	13
2.2.4.	Rigidez dieléctrica.....	14
2.3.	ULTRASONIDO	15
2.4.	IMPEDANCIA ACÚSTICA	16
2.5.	ARDUINO	17
2.6.	PROGRAMACIÓN ARDUINO	19
2.6.1.	Librería ultrasonic	19
2.7.	PCB WIZARD Y LIVEWIRE	19
2.7.1.	Livewire.....	19

2.7.2.	PCB Wizard	20
2.8.	SOLIDWORKS	20
2.9.	IMPRESORA 3D.....	20
2.10.	SENSOR DE ULTRASONIDO.....	21
2.10.1.	Diagrama de temporización	22
2.11.	MÓDULO BLUETOOTH HC-05.....	23
2.12.	MICROSOFT VISUAL BASIC 2010.....	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.	METODOLOGÍA MECATRÓNICA.....	23
3.2.	MATERIALES	24
3.2.1.	Placa Arduino UNO.....	24
3.2.2.	Display 16x2 segmentos	24
3.2.3.	Baquelita personalizada.....	25
3.2.4.	Sensor de ultrasonido HC-SRF04.....	27
3.2.5.	Elementos electrónicos	27
3.2.6.	Diseño de armazón para el circuito.....	28
3.3.	MÉTODOS.....	31
3.3.1.	Conectar display 16x2 segmentos, sensor y módulo bluetooth con arduino.....	32
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
4.1.	CONEXIÓN DE ELEMENTOS EN PROTOBOARD	33
4.2.	PROGRAMACIÓN PLACA ARDUINO.....	33
4.3.	DISEÑO FINAL DE LA BAQUELITA.....	36
4.4.	CONEXIÓN DE ELEMENTOS.....	38
4.5.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	38
4.6.	ENSAMBLAJE CONJUNTO DE PIEZAS Y ELEMENTOS	40
4.7.	CALIBRACIÓN VOLUMÉTRICA DE TANQUE	43
4.8.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON AGUA	45

4.9. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON COMBUSTIBLE.....	46
4.10. DESARROLLO DE SOFTWARE APROPIADO PARA INTERFAZ CON USUARIO	48
4.10.1. Programación en Visual Basic 2010	49
4.11. FACTIBILIDAD	53
4.11.1 Factibilidad técnica	53
4.11.2. Factibilidad económica.....	54
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. CONCLUSIONES	49
5.2. RECOMENDACIONES.....	49
NOMENCLATURA O GLOSARIO	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	54
INTRODUCCIÓN	56
Propósito del documento	56
Identificación de problema.....	56
ALCANCE	57
MÉTODOS DE ENCENDIDO DEL DISPOSITIVO	57
Plug and Go.....	58
Transmisión bluetooth	58
ERRORES COMUNES	59
ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha Internacional de Seguridad Química ICSC:1400.....	11
Tabla 2. Valores límite de exposición laboral para BTX y n-Hexano	12
Tabla 3. Temperatura de inflamación de algunos gases según norma CENELEC 50014-EN.....	13
Tabla 4. Grupos de gases según la energía de ignición	14
Tabla 5. Valores de rigidez dieléctrica de algunas sustancias.....	14
Tabla 6. Velocidad de propagación del sonido en ciertos gases	16
Tabla 7. Valores de impedancia acústica para algunos elementos	17
Tabla 8. Características de microcontrolador Atmega 328	18
Tabla 9. Características de sensor de ultrasonido	22
Tabla 10. Características del módulo HC-05	23
Tabla 12. Resultados de la calibración volumétrica manual	43
Tabla 13. Costo de materiales	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Varilla de aforo.....	9
Figura 2. Tanque de almacenamiento	10
Figura 3. Efectos de la concentración en la energía de ignición.....	13
Figura 4. Componentes de la onda.....	15
Figura 5. Módulo Arduino UNO.....	18
Figura 6. Esquema de comunicación protocolo I2C.....	21
Figura 7. Diagrama de temporización para el sensor de ultrasonido	22
Figura 8. Etapas de desarrollo de dispositivo	23
Figura 9. Placa arduino Uno	24
Figura 10. Display 16x2 segmentos.....	25
Figura 11. Diseño de cableado entre terminales y elementos usando LiveWire.....	26
Figura 12. Diseño de circuito impreso usando PCB Wizard	26
Figura 13. Sensor de distancia HC-SR04	27
Figura 14. Potenciómetro y cables de arduino.....	28
Figura 15. Modelo del armazón de sensor, pieza frontal	29
Figura 16. Modelo del armazón de sensor, pieza posterior	29
Figura 17. Modelo de la pieza superior del circuito.....	30
Figura 18. Modelo de la base del circuito	30
Figura 19. Módulo HC-05.....	31
Figura 20. Diseño de conexión entre elementos.....	32
Figura 21. Elementos en protoboard.....	33
Figura 22. Circuito impreso en baquelita (vista posterior).....	37
Figura 23. Circuito en baquelita (vista superior).....	37
Figura 24. Conexión de todos los elementos	38
Figura 25. Elementos conectados a una fuente de poder.....	39
Figura 26. Modo de presentación de resultados en display.....	39
Figura 27. Base de armazón con elementos electrónicos	40
Figura 28. Armazón para el sensor de ultrasonido	41
Figura 29. Dispositivo ensamblado con todos sus componentes.....	41

Figura 30. Tanque cilíndrico	42
Figura 31. Tanque semejante a uno real con adecuaciones para el elemento electrónico	42
Figura 32. Calibración volumétrica.....	43
Figura 33. Resultados de capacidad volumétrica del tanque en un sistema	44
Figura 34. Recipientes necesarios para realizar la calibración volumétrica .	45
Figura 35. Pruebas del dispositivo en funcionamiento con agua	45
Figura 36. Dispositivo en funcionamiento con módulo bluetooth	46
Figura 37. Pruebas del dispositivo en funcionamiento con combustible	47
Figura 38. Medición con vara de madera simulando varilla de aforo para medir combustible.....	47
Figura 39. Pantalla de interfaz con el usuario	48
Figura 40. Métodos de encendido.....	57
Figura 41. Información presentada en el display	58
Figura 42. Dispositivo bluetooth para computador	59
Figura 43. Error mostrado en display	59
Figura 44. Componentes de la interfaz computador-usuario	60

RESUMEN

Este proyecto vincula teorías de electrónica para el uso del sensor de ultrasonido, así como una pantalla LCD para presentar resultados, teorías de informática y control al ser necesario un programa que pueda tomar la variable análoga de ultrasonido como una medida lineal y transformarla a una medida volumétrica con el desarrollo de un software, teorías mecánicas, al ser necesario el desarrollo de un prototipo resistente a la corrosión por gases y la resistencia en lugares confinados a distintas temperaturas dados por los estándares internacionales ISO y NACE, asimismo el diseño computarizado de planos para la construcción de las piezas a la medida. Es un dispositivo sumamente necesario ya que en las estaciones de servicio se toman medidas diariamente de los niveles de combustible, motivo por el que se han generado históricos de accidentes mortales con la gente que trabaja en el medio. Se busca minimizar de gran manera cualquier riesgo que se pueda encontrar en el área de trabajo dado que a nivel nacional existen varias estaciones de servicio de las cuales el 100% utiliza el método de medición con una barra de aforo, la cual consiste en introducir una barra marcada con valores estimados en el tanque, las medidas se toman manualmente. Tener documentación del aforo de tanques permite tener un control administrativo más preciso a la vez que se generan respaldos para combatir el fraude. La presentación de una alternativa tecnológica a problemáticas comunes da pie al desarrollo de nuevas ideas para impulsar el cambio en la matriz productiva en el país con elementos que están al alcance.

ABSTRACT

This writing binds electronic theories for usage of an ultrasonic sensor, as well as an LCD screen for results viewing, theories of informatics and control being necessary a program that can take the ultrasonic analog variable as a lineal measure and transform it into a volumetric measure with the develop of a software, mechanic theories, being necessary to develop a gas-corrosion resistant prototype and enclosed places with heat variation resistance given by the standards ISO and NACE, also the computer design of sketches for a precise construction. This is a highly necessary product as in the gas stations measurements of the oil levels are taken every day, reason why there have been reports of lethal accidents with people working in that environment. Is seek to reduce drastically any risk that can be found in the work area given that locally there exist several gas stations from which a 100% applies the method of measurement with a stick of measurement, which consists in introducing a stick labeled with estimated values into the tank, measurements are taken manually. Having documentation of the contained liquid volume offers a precise administrative control also creating backups helps fighting against fraud. The presentation of a technologic alternative to common problems boosts the development of new ideas to change the focus of production in the country with elements that are available easily.

1. INTRODUCCIÓN

A medida que pasa el tiempo, el conocimiento se extiende y con él la necesidad de explorar diferentes campos tecnológicos, necesarios para comprender nuestro entorno. Asimismo la necesidad intrínseca de evolución motiva el descubrimiento de nuevas áreas de estudio. La competencia presenta obstáculos que obliga a las personas a innovar desarrollando así el intelecto, el uso de conocimiento en áreas en las que otros requieren. Es necesario romper esquemas al momento de desarrollar, ya que lo establecido no es en su totalidad un preámbulo. También hay que aprovechar la capacidad lógica y de razonamiento que se ha otorgado al hombre ya que en temas de ciencia y tecnología las cosas están hechas para funcionar.

El presente proyecto se divide en 5 etapas; localización del problema, búsqueda de solución, análisis de la solución, desarrollo de un prototipo y pruebas de campo del prototipo. Es un dispositivo diseñado para funcionar en ambientes conflictivos ya que los gases emanados por los combustibles son altamente inflamables y se requiere de electricidad para poner en acción el dispositivo, sumado a que los mismos gases nocivos son altamente corrosivos, lo que limita el campo de acción en el área mecánica obligando al uso de materiales específicos.

Para el desarrollo del dispositivo se debe seguir sistemáticamente una serie de etapas, inicialmente el diseño físico en protoboard realizando pruebas de conexión, desarrollo de software para placa arduino, pruebas conjuntas de funcionamiento aplicando el software programado, diseño digital de elementos electrónicos, construcción de placa, conexión de elementos en placa, pruebas de funcionamiento, diseño de armazón para elementos, pruebas de funcionamiento en tanques vacíos y finalmente aplicarlo utilizando combustible.

Diariamente se requiere del uso de combustible para las actividades cotidianas en ámbitos industriales, personales, económicos; las estaciones

de servicio encargadas de proveer a la población del líquido son reguladas por la ARCH (Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos), el personal que trabaja en el medio es el encargado principal de llevar el control del producto en ingreso y despacho, así se generan plazas de trabajo y el personal en cuestión se encuentra expuesto a este hidrocarburo, especialmente en el área de descarga, y diariamente se deben presentar reportes con volúmenes expendidos. El método que está en uso vigente en la actualidad consiste en introducir por una ranura una varilla de aforo llamada así por su uso para medir el nivel contenido en tanques, estas varillas están marcadas con aproximados de volúmenes o en su defecto con una escala lineal. Dada esta acción se presentan dos problemas principales, la necesidad de que el operario interactúe directamente con el combustible y la ineficiente medición de volumen contenido.

Al tomar mediciones manualmente, se introduce la varilla hasta el piso del tanque sin ningún control para comprobar si lo ha hecho verticalmente a 90 grados de la faz del líquido, se extrae y observa por la marca de humedad el supuesto volumen contenido. Este procedimiento es de riesgo variable dependiendo de la estación, sin eliminar el hecho de que el riesgo existe y es latente, dado que al abrir la ranura del tanque y al ser el tanque un espacio confinado, la concentración de vapores de combustible es sumamente elevado, estos vapores son extremadamente riesgosos para el operario, sumado que al ser necesaria la presencia de una persona para realizar la tarea y al tomar en cuenta que la infraestructura de las estaciones varía según el propietario, es en algunos casos complicado acercarse al área, así se han reportado varios casos de sofocación y envenenamiento con consecuencias mortales. Los accidentes en su mayoría no son causados por el envenenamiento en sí, sino por los efectos que los vapores causan en el sistema respiratorio vinculado con la variación de facultados sicomotrices.

Otra parte del problema es la imprecisión para la toma de medidas dado que se utiliza un elemento con unidades lineales para tomar medidas

volumétricas. Se debe tener un control adecuado de la cantidad que ingresa así como la que se despacha a nivel administrativo, ya que las ganancias se manejan por galones y la precisión del dispositivo se encuentra dentro de ese rango. La ganancia que existe por galón es de centavos de dólar, así que la precisión con respecto a los volúmenes que se manejan es crítica. Tener acceso a la información recogida por el sensor de manera que se pueda revisar tabulada permite al área administrativa tener un respaldo del trabajo realizado y un mayor cumplimiento de normas para despacho de combustible.

El método actual de varillado permite tener únicamente aforos comprendidos en el orden de 50 galones a más que la ARCH (Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos) exige un control periódico del aforo de tanques, para realizar este control se utiliza un elemento llamado serafín el cual es un tanque calibrado previamente con algún volumen específico, el procedimiento consta en llenar un serafín calibrado, generalmente 50 galones, y vaciarlo en el tanque, paso seguido se introduce una varilla de aforo marcada en centímetros y se reporta la variación de centímetros respecto a galones introducidos.

El sector de hidrocarburos provee de un amplio número de plazas de trabajo dado que es una industria potente económicamente, más existen algunas falencias que impiden el crecimiento de la misma, el proponer soluciones tecnológicas en ésta área permite a los gerentes de estaciones tener mejor control sobre su negocio a la vez que se cuida el bienestar de las personas que trabajan en el medio.

El presente proyecto pretende dar una solución práctica al trabajo que se realiza en las estaciones de servicio diariamente, dado que a consecuencia del contacto directo entre las personas y un espacio confinado con combustible al que se requiere acceder existen varios registros de accidentes mortales causados principalmente por los vapores generados.

Sumado a esto, el conocimiento que del que se dispone no justifica el uso de técnicas como la varilla de aforo para la medición de volúmenes, tomando en cuenta que una varilla marcada linealmente es utilizada para hacer mediciones volumétricas. Con este proyecto se pretende motivar al estudio y análisis lógico de los problemas para dar soluciones tecnológicas rompiendo esquemas establecidos por temores o por no conocer lo suficiente de un asunto.

Como objetivo general se plantea el desarrollo de un dispositivo capaz de medir volúmenes en tanques de combustible con el empleo de ultrasonido como herramienta para la tarea en cuestión para reducir el índice de accidentes percibidos en el medio.

Dentro de los objetivos específicos está el utilizar un dispositivo ultrasónico de bajo costo capaz de realizar mediciones en rangos de hasta 2 metros. Diseñar el dispositivo personalizado con la ayuda de software electrónico y mecánico para la implementación conjunta de los elementos. Tener acceso a información tabulada de los volúmenes medidos por el sensor de ultrasonido. Hacer un diseño industrial que sea resistente para el área de trabajo requerida. Utilizar comunicación inalámbrica para la adquisición de resultados de manera óptima y de fácil presentación en cualquier dispositivo móvil Android.

Las estaciones de servicio nacionales llevarán un dispositivo que les permita tener un control automatizado y preciso de los volúmenes de consumo diario a la vez que se cautela por el bienestar y salud de las personas que trabajan en el medio.

El resultado esperado es la adquisición de un prototipo de dispositivo funcional para implementación industrial.

Éste también brinda control digital de los datos censados.

Cuenta con una interfaz inalámbrica con computador.

Brinda facilidad en la gestión de datos mediante computador

Acceso a la información de los volúmenes en los distintos tanques de una estación de manera tabulada.

Se entrega un documento que avale la investigación y desarrollo del dispositivo a más de un manual de usuario para prevenir cualquier mal uso del dispositivo.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se amplía el conocimiento requerido para el desarrollo del proyecto y su correcto funcionamiento, el estudio y comprensión del entorno en el que se trabaja, uso de variables análogas y la vinculación de éstas con herramientas que permitan utilizarlas y tratarlas con fines específicos y el almacenamiento de información recopilada.

ANTECEDENTES

Previo al planteamiento del tema del proyecto, se realizaron investigaciones de tesis, tesinas, informes, reportes entre otros documentos que puedan contener un trabajo parecido al propuesto en el presente, mas no existe coincidencia alguna de la vinculación que se hace con los elementos que serán utilizados para este proyecto con alguno que se haya realizado anteriormente, de la manera en que van a ser utilizados y en el ambiente al que están destinados para su funcionamiento. El proyecto implica una investigación pionera de lo que significa la medición de volúmenes en tanques de combustible en estaciones de servicio.

REGISTROS LEGALES

No se han encontrado impedimentos legales que impidan el desarrollo del presente proyecto, sumado a que se utilizará un módulo Arduino, el cual cuenta con su propio software de carácter libre, expuesto esto cabe mencionar el decreto 1014 de la constitución de la República del Ecuador, la cual promueve el uso de software libre.

2.1. BASES TEÓRICAS

En este apartado se manifiesta el conocimiento previo requerido para el desarrollo del proyecto como tal, así como los temas de investigación requeridos para la elaboración del plan de titulación.

2.1.1 Transmisión de ondas a través de un medio

Es necesario el comprender el funcionamiento teórico de la física del sonido para la selección apropiada de elementos con características específicas adaptables a un medio de trabajo conflictivo, así como el comportamiento de los átomos de una sustancia de diferente densidad.

2.1.1. Corrosión de materiales a causa de vapores inflamables

Los efectos que muestra un material expuesto a los vapores del combustible son en su mayoría corrosión, así que es necesario escoger un tipo de material anticorrosivo adecuado a más de programar mantenimientos periódicos para evaluar el nivel de corrosión por períodos de tiempo del material. Actualmente en la industria se utiliza acero inoxidable o acero negro por su mayor resistencia a la corrosión aunque es un material que debe ser usado de modo estacionario dado sus propiedades para generar chispas al friccionarse con otro cuerpo de características similares, más para la implementación del dispositivo propuesto en el presente documento se proyecta al uso de polímeros no derivados del petróleo por su resistencia a la corrosión por vapores a más de sus propiedades aislantes de electricidad y campos eléctricos como la posibilidad de generar chispas. El inconveniente del uso de materiales derivados de petróleo es que si existe corrosión y deformación del elemento.

2.1.2. Diseño Industrial

Dado que es un producto destinado a la comercialización, es necesario un diseño personalizado y estandarizado para todos los tipos de piezas. Tener un prototipo del modelo permite la fabricación de dispositivos en serie y a su vez establecer normas de diseño y de calidad para dispositivos en áreas confinadas con implementos electrónicos.

2.1.3. Trabajo en espacios confinados

Es indispensable el conocimiento de protocolos de trabajo en áreas confinadas dado que el dispositivo se coloca dentro del tanque y existen normativas para el trabajo en dicha área, como equipos de protección personal EPP, niveles de tolerancia humana a exposición de gases, tiempo requerido para la ventilación de áreas confinadas previo acceso, toma de niveles de carbono en el ambiente interno del tanque.

2.1.4. Corriente mínima de inflamación

Relaciona la corriente mínima requerida por una sustancia para su inflamación y la energía en joules generada por una fuente de voltaje continua, y si esta energía es capaz de producir una chispa. Este valor se presenta en el orden de los amperios y todas sus variaciones ya que a base de la sustancia se estima un valor alto o bajo.

2.1.5. Varilla de aforo

Elemento utilizado actualmente para la medición de volúmenes en tanques de almacenamiento. Es un elemento de bronce diseñado a la medida dependiendo de la capacidad del tanque, cuenta con una marca llamada Punto Muerto (PM) la cual debe ser paralela a la boquilla del tanque para establecer la completa perpendicularidad con el líquido. Está marcada con mediciones en pasos de 50 galones. El fabricante del tanque es el encargado de la entrega de una varilla afín al mismo ya que al momento de terminado el tanque se hace una calibración en volúmenes específicos y se marca la varilla dependiendo del cambio de nivel como se puede apreciar en la Figura 1.



Figura 1. Varilla de aforo

2.1.6. Tanque de almacenamiento de combustible

Elemento cilíndrico de acero en el cual se almacena el combustible, puede contener extra, super o diesel, uno solamente. No existen valores estándares de capacidades, más es común encontrar en estaciones tanques de capacidades de 5000 galones, 8000 galones y 10000 galones. El aforo depende del combustible que contenga y el lugar en el que esté ubicada la estación de servicio, un ejemplo de tanque de almacenamiento se presenta en la Figura 2.

Dado el avance tecnológico a la par con el descubrimiento de nuevas maneras de interactuar con la ciencia y el entorno, es necesario que se den soluciones prácticas a problemas comunes. La comprensión del entorno permite ampliar el uso de tecnología, extendiendo así también las áreas de aplicación. El acceso a diferentes tecnologías en Ecuador está limitado únicamente a empresas grandes por falta de información o protección del conocimiento, motivo por el cual con el presente documento se propone una alternativa para producción en el campo tecnológico y de fácil acceso a las

entidades que lo requieran. No existe ninguna estación de servicio a nivel nacional que tenga un control automatizado de su producto y a su vez, es un requerimiento indispensable para el cliente y la agencia reguladora de hidrocarburos (ARCH).

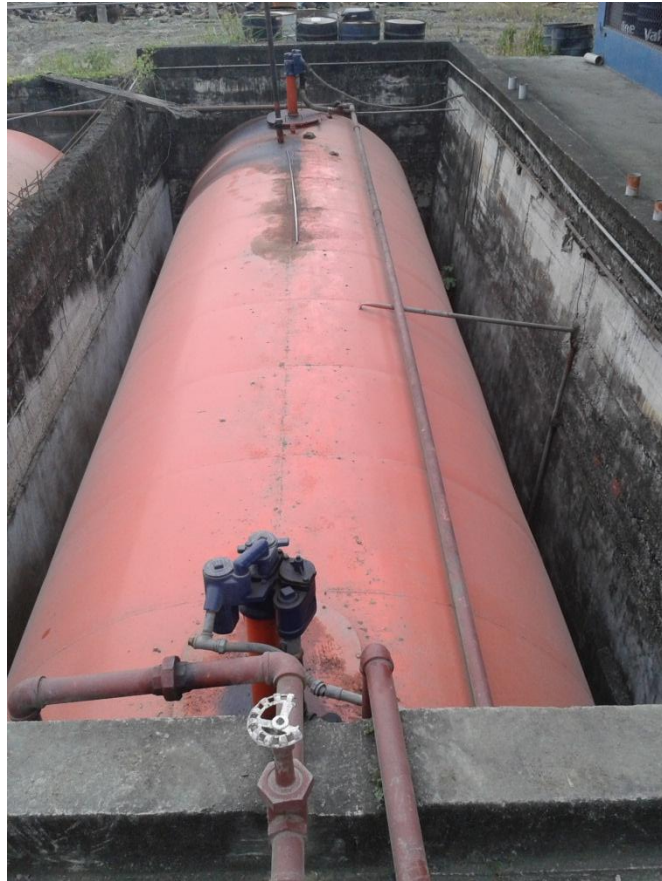


Figura 2. Tanque de almacenamiento

2.2. EMISIÓN DE GASES Y VAPORES EN COMBUSTIBLE Y TOLERANCIA HUMANA A GASES INFLAMABLES

El combustible se obtiene con el calentamiento a ciertas temperaturas de la materia principal que es el petróleo obteniendo así lo que se conoce como los tres tipos de gasolina que existen a disposición. Cualquiera de los tipos de combustible que se utilizan en el país emanan gases nocivos altamente tóxicos tales como benceno, tolueno, xileno, carbono en diferentes niveles

de concentración, especialmente el hexano (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España 2003). Este gas es a su vez altamente inflamable, riesgo al que se encuentran expuestos los operadores de las estaciones de servicio. Según la Tabla 1 se pueden apreciar parámetros importantes con respecto a la toxicidad de gases y vapores de combustible.

Tabla 1. Ficha Internacional de Seguridad Química ICSC:1400

Tipos de peligro/exposición	Peligros/Síntomas agudos	Prevención	Primeros auxilios/Lucha contra incendios
INCENDIO	Altamente inflamable	Evitar las llamas, no producir chispas y no fumar	Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra).	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
INHALACIÓN	Confusión mental. Tos. Vértigo. Somnolencia. Embotamiento. Dolor de cabeza.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
PIEL	¡PUEDE ABSORBERSE! Piel seca. Enrojecimiento.	Guantes protectores. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas de protección de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
INGESTIÓN	Náuseas. Vómitos. (Para mayor información, véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.

2.2.1. Vapores de combustible

Es importante el análisis de dichos gases, ya que éstos son en su mayoría causantes de accidentes ya sea por ignición o sofocación. Los combustibles derivados de petróleo en estado estacionario generan gases y vapores, estos se han sometido a diferentes pruebas para obtener valores referenciales de trabajo en el medio. Según estudios de la ACGIH (Conferencia Gubernamental Americana de Higiene Industrial) se describe en la “Documentation of Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices”: Los vapores actúan como un analgésico e irritante, pueden causar dolor de cabeza, mareos, vista borrosa y náusea en concentraciones de 160 a 270 ppm durante 8 horas e irritación de vías respiratorias y sistema ocular en concentraciones de 500 a 900 ppm durante 1 hora. Se ha podido demostrar mediante muestreos en roedores que la exposición prolongada a los vapores de gasolina puede tener consecuencias cancerígenas. (García, Torrado, Jiménez; Riesgos higiénicos de los trabajadores en las estaciones de servicio 2007).

Tabla 2. Valores límite de exposición laboral para BTX y n-Hexano

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)

Valores referenciales	Benceno	Tolueno	Xileno	n-Hexano
	ppm			
MAK a)		50	100	50
TLV-TWA b)	0,5 A1 e)	50(20)	100	50
VL c)	1 C1 f)		221	
VLA-ED d)	1 C1M2 f)	50	50	20

a) La DFG no asigna valores límite a las sustancias cancerígenas como es el caso del benceno.
b) ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 2006
c) Real Decreto 1124/2000 y Directiva Europea 2000/39/CE
d) INSHT Límites de Exposición Profesional 2007. () Propuesta de cambio
e) Cancerígeno categoría A1 por la ACGIH
f) Cancerígeno C1 Mutágeno M2
MAK: Concentración máxima en el área de trabajo
TLV-TWA: Threshold limit value – time weighted average
VL: Valor límite
VLA-ED: Valor límite ambiental exposición diaria

2.2.2. Temperatura de inflamación

Corresponde la temperatura mínima a la cual se inicia la combustión y se propaga por toda la mezcla. A continuación se muestran las temperaturas de inflamación de algunas mezclas en la Tabla 3.

Tabla 3. Temperatura de inflamación de algunos gases según norma CENELEC 50014-EN

Sustancia	Temperatura de inflamación
Butano	405° C
Propano	450° C
Vapor de gasolina	280° C
Hidrógeno	400° C

2.2.3. Energía mínima de inflamación

Corresponde a la energía mínima medida en joule (J) requerida para conseguir la inflamación de una sustancia. Este valor oscila entre los 20 μ J y 250 μ J dependiendo de la sustancia como se muestra en la Figura 3. Estos valores se obtienen mediante un dispositivo llamado ruptor de seguridad intrínseca. Centro de investigación y desarrollo en telecomunicaciones, electrónica e informática (Octubre 2000).

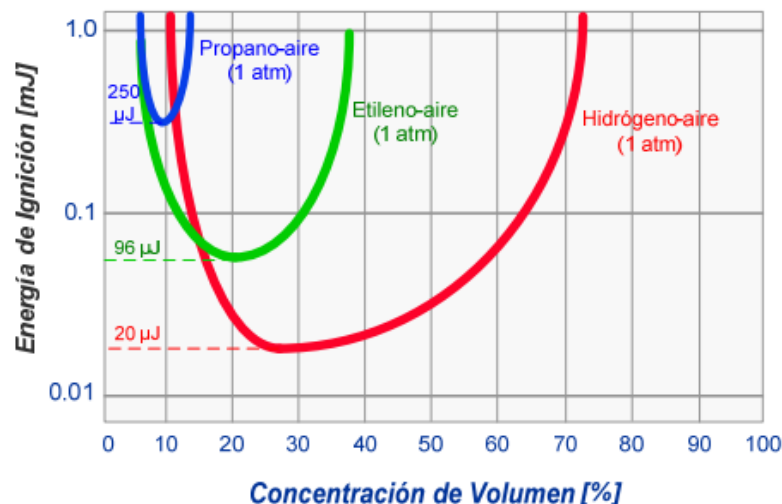


Figura 3. Efectos de la concentración en la energía de ignición

(Fuente: Seguridad eléctrica en ambientes explosivos, facultad de ingeniería UNLP)

Información y gráfica de *Seguridad eléctrica en ambientes explosivos- Instrumentación y comunicaciones industriales; Facultad de Ingeniería UNLP*

Según el IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) y de acuerdo a la norma 60.079-10 los gases se clasifican en subgrupos para establecer rangos de Energía mínima de ignición basada en el elemento gaseoso circundante. Cada subgrupo comprende un listado de gases con una EMI similar, por lo que se citan solo los más relevantes de cada sección, tomando en cuenta que las emanaciones producidas por los combustibles como benceno, tolueno se encuentran dentro de la agrupación IIA presentados en la Tabla 4.

Tabla 4. Grupos de gases según la energía de ignición

GAS	GRUPO (SEGÚN NORMA IEC 60.079-10)	ENERGIA DE IGNICION
PROPANO	IIA	> 180 μ J
ETILENO	IIB	> 60 μ J
HIDROGENO	IIC	> 20 μ J

(Fuente: Seguridad eléctrica en ambientes explosivos, facultad de ingeniería UNLP)

2.2.4. Rigidez dieléctrica

Se comprende como rigidez dieléctrica a la resistencia límite que presenta un material antes de convertirse en conductor de corriente. Este valor se mide en voltios/metro, en la Tabla 5 se pueden apreciar algunas sustancias y sus valores de rigidez dieléctrica. (IEC 60243)

Tabla 5. Valores de rigidez dieléctrica de algunas sustancias

SUSTANCA	RIGIDEZ DIELECTRICA (MV/m)
Aire	0.4 – 3
Benceno	16
Teflón	60

Vidrio	9.8 – 13.8
Neopreno	15.7 – 27.6

(Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Rigidez_diel%C3%A9ctrica)

En electrónica se define el Joule como el trabajo necesario para transportar una cantidad de vatios en una unidad de tiempo (Watts/sec).

2.3. ULTRASONIDO

El fenómeno físico que se conoce como sonido se transmite solamente a través de un medio elástico, inicia con el movimiento vibratorio de un elemento el cual agita las partículas adyacentes a la vibración transmitiendo así la onda producida inicialmente. Los componentes de una onda se muestran en la Figura 4.

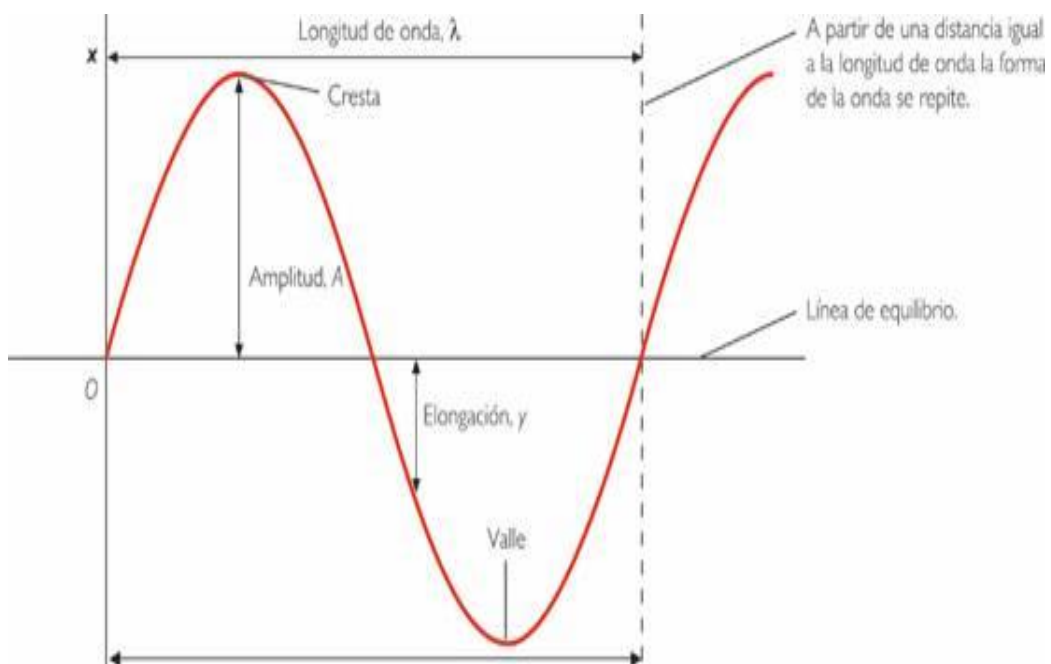


Figura 4. Componentes de la onda

Fuente: <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/SonidoOndas.htm>

La frecuencia se define como el número de oscilaciones de una onda en un período de tiempo, está dada en hercios (Hz) y se relaciona con la agudeza

o gravedad del sonido, a mayor frecuencia se dice que el sonido es más agudo mientras que a menos frecuencia el sonido viene a ser grave. El oído humano es capaz de percibir frecuencias que se encuentran entre los 16 y 20000 hercios, mas, el ultrasonido viene dado por una onda con una frecuencia mayor a la audible por el oído, es decir, mayor que 20000 hercios (Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, Curso de ultrasonido básico).

Ya que la transmisión de una onda sonora se puede dar solamente a través de un medio elástico, también existe variación respecto al medio por el cual se van a desplazar las ondas. Dado que todo lo que existe físicamente está compuesto por átomos y la distancia entre átomos de un elemento depende de su estado natural (sólido, líquido, gas), esto influye también en la calidad de transmisión de la onda, velocidad y distancia máxima que pueda recorrer antes de cesar con la vibración inicial, en la Tabla 6 se muestran valores de velocidad de propagación para algunos materiales.

Tabla 6. Velocidad de propagación del sonido en ciertos gases

(Fuente: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/acustica/sonido/sonido.htm>)

MEDIO	VELOCIDAD (m/s)
Aire	331
Alcohol etílico	269
Amoniaco	415
Gas carbónico	259
Helio	965
Hidrógeno	1284
Neón	435
Nitrógeno	334
Oxígeno	316
Vapor de agua	494

2.4. IMPEDANCIA ACÚSTICA

Como ya se había planteado, existen valores que permiten comprender la transmisión de ondas por medios gaseosos. La propagación de ondas se puede dar en todo tipo de materia en sus distintos estados, para cada medio existen diferentes tasas de propagación de ondas, éste índice se conoce

como impedancia acústica (Z), en la Tabla 7 se muestran los valores de impedancia para algunas sustancias. El valor de la impedancia resulta entre el producto de la masa volumétrica del elemento y la velocidad del sonido.

Tabla 7. Valores de impedancia acústica para algunos elementos

(Fuente: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Temall.2.4.ACUSTICAS.pdf>)

Sustancia	Impedancia característica $g/(s \cdot cm^3)$
Agua	$144 \cdot 10^3$
Aire	41,4
Vapor	23,5

2.5. ARDUINO

Arduino es un dispositivo multifunción que permite de una manera más sencilla el procesamiento de señales análogas o digitales de distintos tipos de dispositivos basándose en un software creado por el usuario. La interfaz de programación es flexible y cuenta con una amplia gama de variables para tener control sobre las señales receptadas así también como señales requeridas para actuadores. Se utilizará el modelo Arduino UNO, la facilidad que brinda para su uso y la baja alimentación que requiere hace de ésta tarjeta ideal para el desempeño en diferentes tipos de ambientes con requerimientos más específicos.

Al ser un producto libre con software gratuito es sumamente sencillo de utilizar ya que no se requieren licencias previas para su empleo. El diseño reduce en gran proporción el uso de elementos electrónicos, haciendo de ésta una solución eficiente para desarrollar nuevas tecnologías también facilitando el desarrollo de un diseño industrial.

Con el uso de tableros Arduino es posible tener un enfoque más industrial en el ámbito productivo motivando la investigación de diferentes campos tecnológicos.

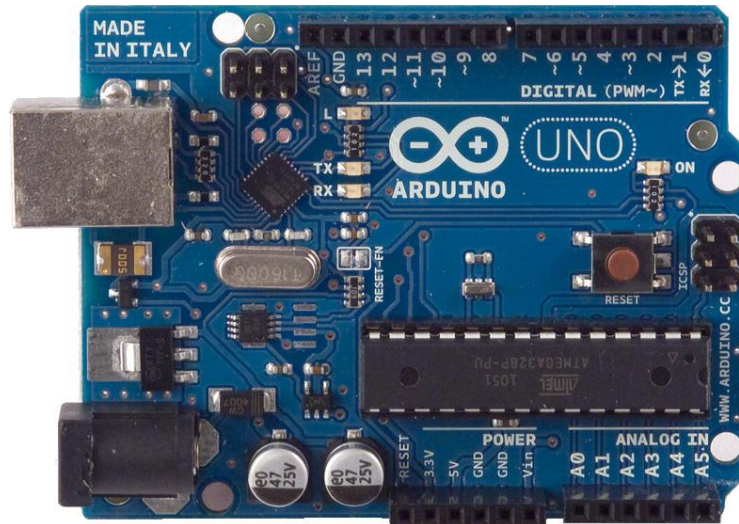


Figura 5. Módulo Arduino UNO

(Fuente: <http://arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>)

Arduino UNO funciona con el microcontrolador ATmega 328, en la Tabla 8 se pueden apreciar sus características con más detalle, cuenta con un puerto USB para interacción con un ordenador, un botón de reset para ejecutar nuevamente el programa cargado en el tablero. Funciona con una alimentación de 5 voltios, cuenta con 14 pines digitales de entrada/salida de los cuales 6 proveen salidas PWM (Pulse Width Modulation), la corriente máxima por pin de entrada/salida es de 40 mA. Dentro de los 32 KB de memoria flash, 0,5 KB están asignados para el sistema de arranque.

Tabla 8. Características de microcontrolador Atmega 328

(Fuente: <http://arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>)

Microcontrolador	Atmega 328
Voltaje operación	5V
Voltaje de entrada(recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada(límite)	6-20V
Pines digitales I/O	14 (6 proveen salidas PWM)
Pines entrada análoga	6
DC por pin I/O	40mA
DC para pin 3.3V	50mA
Memoria flash	32 KB
SRAM	2 Kb
EEPROM	1 Kb
Velocidad de reloj	16 MHz

2.6. PROGRAMACIÓN ARDUINO

Los tableros arduino se programan con el software libre que se puede encontrar en la página oficial de arduino. Es una herramienta de uso sencillo, utiliza el lenguaje de programación C y se pueden crear o agregar librerías para el empleo de varios elementos, tales como sensores, actuadores, transductores. Para el uso de nuevas librerías basta con copiarlas en el directorio (por defecto) C:\Program Files\Arduino\libraries, luego en el software arduino se debe importar dicha librería Sketch->Importar librería, lo cual permite tener acceso a ejemplos establecidos para el uso del elemento en cuestión e información sobre las sentencias requeridas para la manipulación del dispositivo.

2.6.1. Librería ultrasonic

Es una librería de arduino que permite el uso del sensor HC-SRF08 y sus pines respectivos como son eco y trigger, esta librería contiene fórmulas de temporización, conversión métrica, desviación estándar y otras funciones para el empleo del sensor. Esta librería está escrita en lenguaje C++ y es posible modificarla para cambiar la unidad de medición o la fórmula de conversión, así como crear varios “buffers” a diferentes distancias para crear una desviación estándar.

2.7. PCB WIZARD Y LIVEWIRE

Conjunto de programas utilizados para diseñar un circuito personalizado adaptable al diseño del dispositivo.

2.7.1. Livewire

Es un software de uso sencillo para el diseño de circuitos y cableado para electrónica. Cuenta con una gran variedad de elementos para el diseño personalizado de circuitos.

2.7.2. PCB Wizard

Es un software que trabaja a la par con LiveWire. Con PCB Wizard se pueden generar circuitos impresos de un esquema previamente diseñado, se pueden hacer diferentes pruebas de posición de los elementos para obtener todos los canales requeridos en el circuito impreso. Desde PCB Wizard se puede imprimir el circuito para posteriormente imprimirlos en una baquelita. Este software provee una variedad de opciones para esquematizar un diseño y diferenciar diseño de construcción. Posee medidas estándar reales para los implementos electrónicos así que el diseño creado encaja a la perfección con prototipos de protoboard.

2.8. SOLIDWORKS

Dado que es un dispositivo exclusivo para las estaciones de servicio sumado a los materiales de innovación que se utilizan es requerido un esquema virtual del elemento que lo va a contener. El software SolidWorks permite crear un diseño innovador acoplándose a las acotaciones del elemento electrónico. La libertad de poder fabricar piezas a la medida de los elementos permite una apreciación más real del trabajo finalizado y a su vez brinda nuevas acotaciones en generación de planos requeridos para su diseño real.

2.9. IMPRESORA 3D

Dados los requerimientos específicos del dispositivo, la opción de fabricar las piezas mediante el uso de métodos de desgaste y desprendimiento de material es complicado, y a su vez el tamaño de las piezas es otro factor clave para su dificultad de diseño. Gracias a los recientes avances tecnológicos en el área de diseño es posible el uso de métodos más viables y que se ajustan a las necesidades del proyecto, el uso de impresoras 3D reduce ampliamente los factores de costo y tiempo para diseño y a su vez

brinda nuevas posibilidades en la etapa de construcción de proyectos. El material utilizado por las impresoras.

2.10. SENSOR DE ULTRASONIDO

El sensor SRF 08 es un sensor de ultrasonido de fácil acceso y bajo costo con características apropiadas para el diseño de un prototipo. Este sensor funciona con el protocolo de comunicación I2C (Inter Integrated Circuit), posee un rango de medición entre 2 centímetros y 4 metros. Cuenta con 5 pines, alimentación, tierra, SDA, SCL. El bus I2C requiere los pines SDA (Serial Data Line) y SCL (Serial Clock Line) para su funcionamiento. La señal de SDA se mantiene en estado alto mientras que la señal SCL genera pulsos de reloj para informar a la señal de datos que se está enviando información, estos pulsos son repetitivos hasta que se termina de enviar el paquete de datos compuesto por 8 bits, en la Figura 6 se puede apreciar gráficamente el comportamiento de los pulsos, las características de operación se pueden apreciar en la Tabla 9.

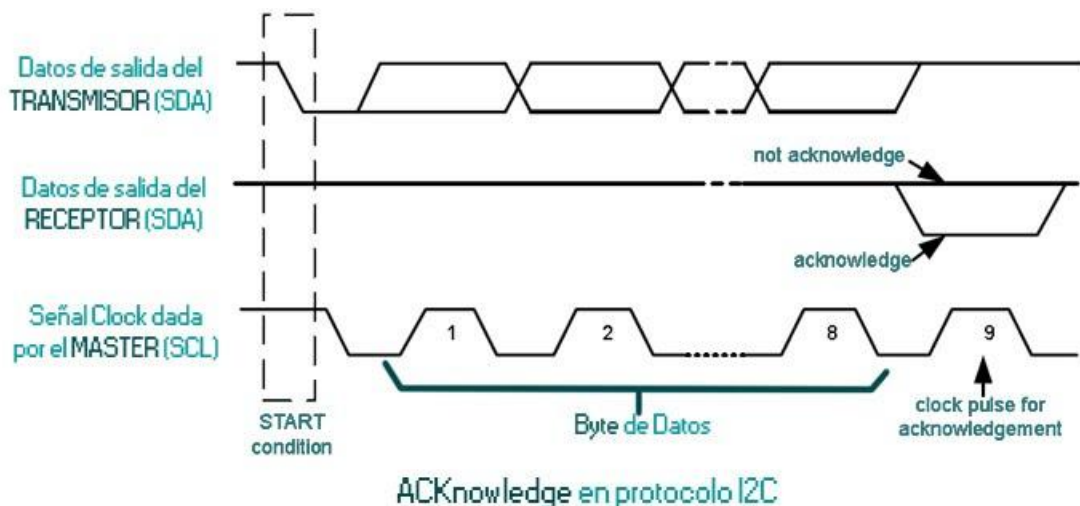


Figura 6. Esquema de comunicación protocolo I2C

Fuente: <http://www.quadruino.com/guia-2/sensores/protocolo-i2c-twi>

Tabla 9. Características de sensor de ultrasonido

(Fuente: Datasheet HC-SRF04)

Alimentación	5 V
Corriente	15mA
Frecuencia	40KHz
Rango máximo	4m
Rango mínimo	2cm
Angulo de medición	15 grados
Pulsi de 22ntrada de señal	TTL pulso 10 uS
Eco	Entrada TTL, señal de lever y rango en proporción
Unidades	Rango reportado en uS, mm o pulg
Masa	0,4oz
Dimensiones	45mm a x 20mm p x 15mm h

2.10.1. Diagrama de temporización

Para iniciar mediciones se debe enviar una señal de 10 uS al pin de “trigger”, a continuación, el sensor envía 8 pulsos de ultrasonido a 40 KHz y cambia de estado al pin de eco como se muestra en la Figura 7. Es posible calcular la distancia con el intervalo de tiempo del cociente en uS/58 en centímetros o uS/148 en pulgadas. (Sensores de distancia por ultrasonido, Diego Pérez de Diego)

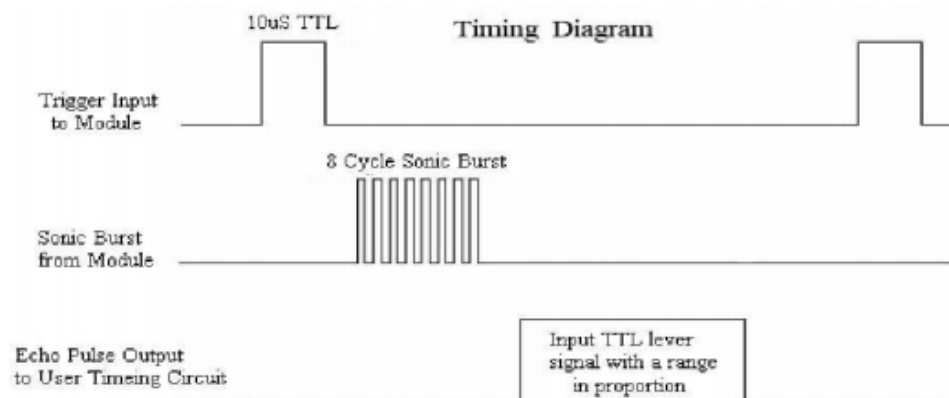


Figura 7. Diagrama de temporización para el sensor de ultrasonido

(Fuente: Datasheet HC-SRF04)

2.11. MÓDULO BLUETOOTH HC-05

Módulo que cuenta con un protocolo de comunicación serial y transmisión inalámbrica de información por medio de bluetooth. Se puede modificar su configuración inicial con el uso de comandos AT, a continuación se presenta en la Tabla 10 las características más relevantes del dispositivo.

Tabla 10. Características del módulo HC-05

(Fuente: <http://www.aquihayapuntes.com/indice-practicas-pic-en-c/bluetooth-hc-05.html>)

Alimentación	3.3 V
Corriente	15mA
Frecuencia	2.4GHz
Chipset	CSR BC417143
Versión de bluetooth	2.0+EDR
Modulación	GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
Seguridad	Autenticación y encriptación
Velocidad	Asíncrono: 2.1Mbps (Max) / 160 kbps ; Síncrono: 1Mbps/1Mbps
Temperatura de trabajo	-20 °C a +75 °C
Dimensiones	26.9mm x 13mm x 2.2 mm

2.12. MICROSOFT VISUAL BASIC 2010

Es un IDE (Integrated development environment) muy completo que permite la manipulación de variables de todo tipo y brinda herramientas para interfaz con puertos seriales facilitando así la vinculación de éste software ya sea con otro software o con hardware, permite también de manera sencilla crear a gusto del desarrollador diseños visuales para que el usuario interactúe de manera intuitiva con el sistema.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA MECATRÓNICA

El proyecto es considerado como sistema mecatrónico ya que involucra las ramas que conforman a la ingeniería como tal unificadas con un fin específico.

En esta sección se procede a detallar los materiales empleados para el dispositivo a más de presentar la secuencia del proceso de elaboración del proyecto incluyendo diseño de materiales, ensamblaje, adecuación del dispositivo, programación de placa arduino, diseño de piezas específicas, vinculación con elementos externos. Con la ayuda un diagrama de bloques esquematizado como la Figura 8 se detalla de manera más sencilla el proceso de desarrollo del sistema

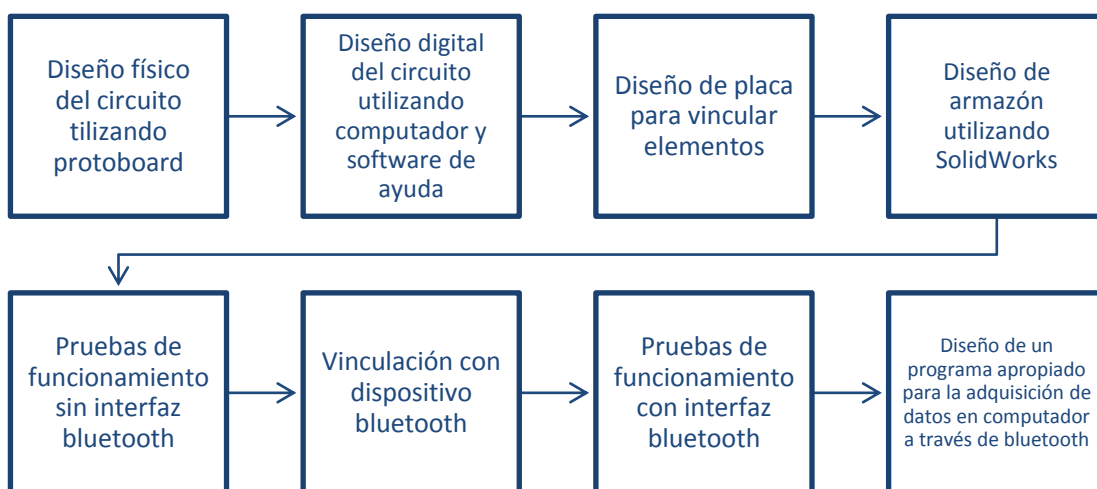


Figura 8. Etapas de desarrollo de dispositivo

Fuente: Autor

3.2. MATERIALES

Comprende todos los elementos electrónicos y de diseño que son necesarios para ensamblar el dispositivo en su totalidad.

3.2.1. Placa Arduino UNO

Se escogió esta placa por su diseño compacto y por la cantidad de pines que contiene, los cuales son necesarios para el funcionamiento de todos los elementos electrónicos.

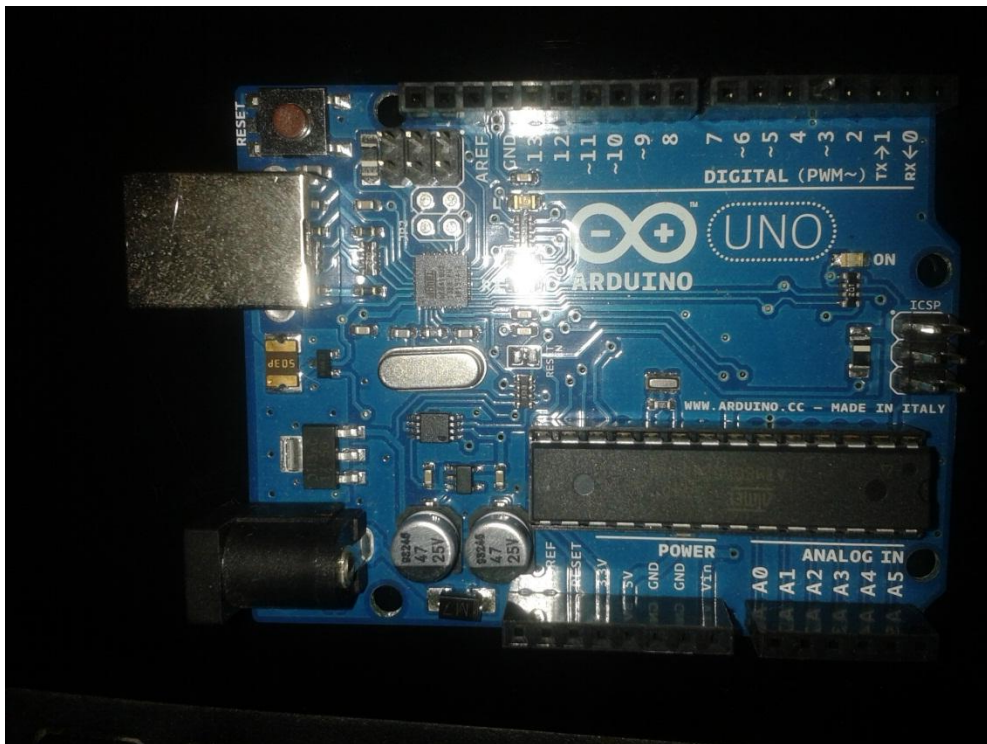


Figura 9. Placa arduino Uno

(Fuente: Autor)

3.2.2. Display 16x2 segmentos

Es muy útil para la presentación de datos de manera sencilla y legible a su vez que es económico y de fácil interfaz con la placa arduino.



Figura 10. Display 16x2 segmentos

(Fuente: Autor)

3.2.3. Baquelita personalizada

Fue necesario el diseño de una baquelita a la medida, dado que el diseño final debe ser de lo más compacto posible y el orden de los pines no es el mismo en los diferentes dispositivos, por lo cual es necesario crear nuevos caminos de comunicación entre pines con el fin de organizar de mejor manera el diseño del circuito y eliminar en lo posible el uso de cableado. Para esto se utilizaron dos programas que permiten el desarrollo de dicha placa.

Se utilizó el programa LiveWire que permite diseñar de manera sencilla un prototipo de cableado entre elementos y terminales, el resultado se muestra en la Figura 11, a más de ser complementario con el segundo sistema requerido para el desarrollo del circuito impreso el cual se logra con PCB Wizard el cual de manera automática genera un diseño óptimo de placa organizando los elementos para interconectarlos a más de generar puentes entre puntos si se requiere, facilitando así de gran manera el diseño del

esquema final, el esquema que se genera automáticamente con el software se muestra en la Figura 12. Los diseños generados por los programas LiveWire y PCB Wizard son de tamaño real, el espacio entre pines es el adecuado para los elementos disponibles en el mercado.

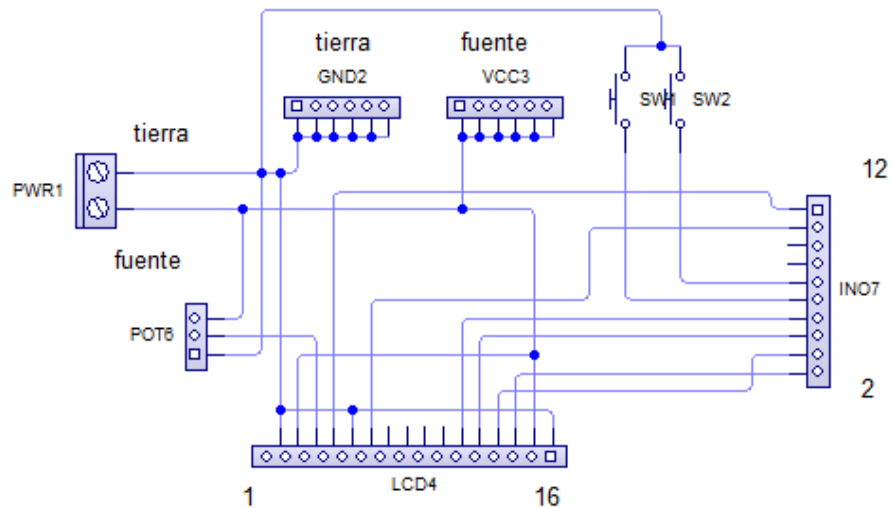


Figura 11. Diseño de cableado entre terminales y elementos usando LiveWire

(Fuente: Autor)

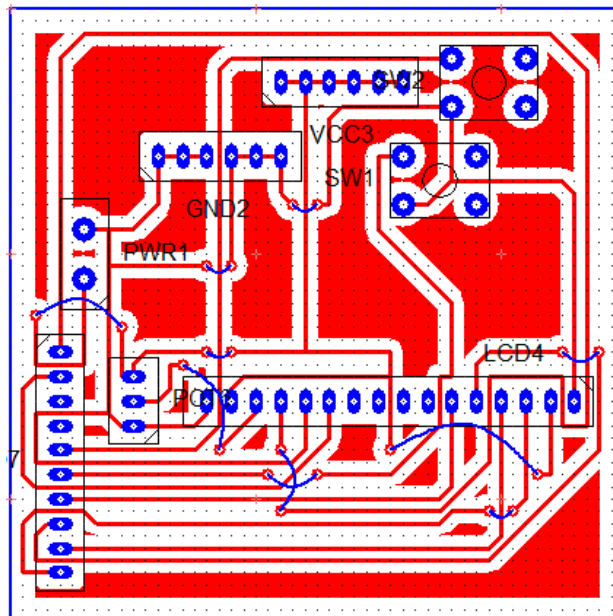


Figura 12. Diseño de circuito impreso usando PCB Wizard

(Fuente: Autor)

El diseño fue pensado para el acople del display de 16x2 segmentos con la placa arduino principalmente, aprovechando la facilidad de diseño se procede a insertar los elementos restantes en el mismo tablero simplificando de gran manera el trabajo de cableado con los elementos restantes necesarios.

3.2.4. Sensor de ultrasonido HC-SRF04

Es un sensor que cumple con los requerimientos para el desarrollo del proyecto, de interfaz sencilla y accesible en el mercado local, en la Figura 13 se muestra el sensor que se utilizó para el proyecto.



Figura 13. Sensor de distancia HC-SR04

(Fuente: Autor)

3.2.5. Elementos electrónicos

Es necesario el uso de un potenciómetro para el control de brillo del display, el empleo de un potenciómetro entre 1 kilo ohmio y 10 kilo ohmios es recomendable. Dado el diseño personalizado y la necesidad de complementar el dispositivo en 2 partes definidas como el emisor de señal y

el procesador de señal, es necesario el uso de cables extensores que puedan conectar ambas partes, dichos elementos se muestran en la Figura 14.

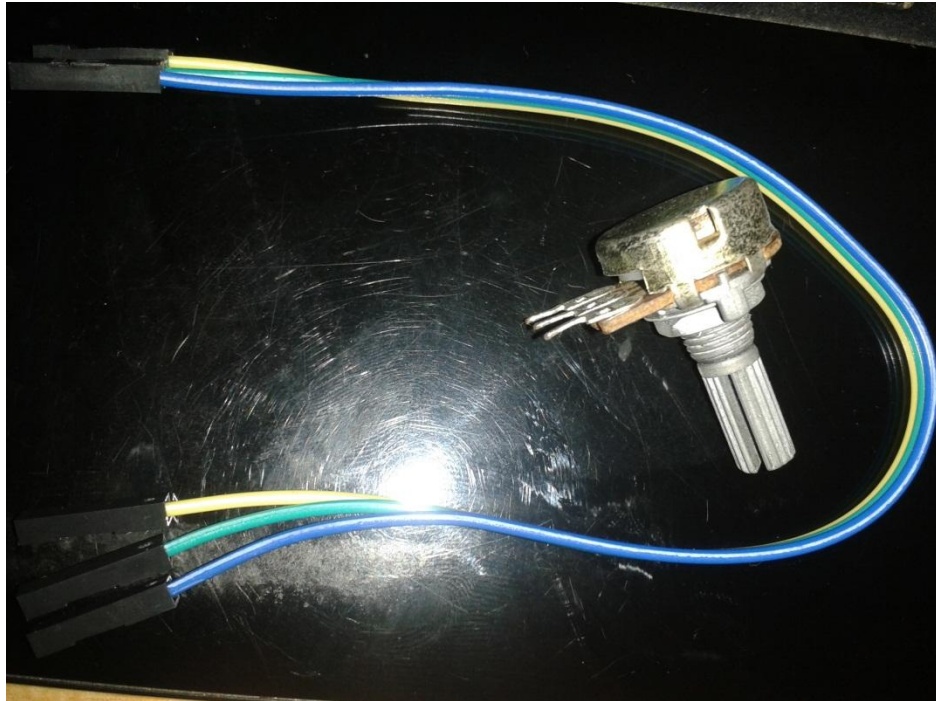


Figura 14. Potenciómetro y cables de arduino

(Fuente: Autor)

3.2.6. Diseño de armazón para el circuito

Para un diseño ergonómico y que se ajuste a los materiales utilizados se emplea el método de impresión 3D para el armazón con polímeros resultando un elemento de fácil instalación. Para esto se utiliza SolidWorks 2014 para el diseño preciso del armazón. Se debe diseñar un elemento resistente a golpes y completamente hermético para prevenir cualquier contacto directo de los elementos con el ambiente inflamable, independientemente para el sensor de ultrasonido como para el circuito, en la Figura 15 se muestra la vista posterior del armazón frontal del sensor y en la Figura 16 se muestra la parte trasera, mientras que en la Figura 17 y Figura 18 se muestra la parte superior del armazón del circuito y la parte inferior respectivamente.

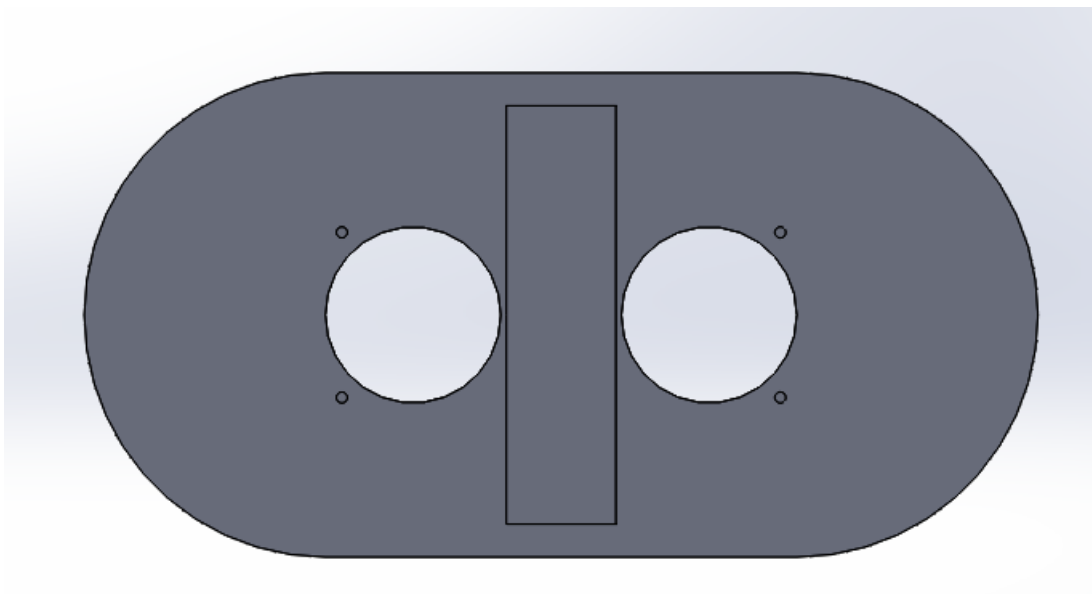


Figura 15. Modelo del armazón de sensor, pieza frontal

(Fuente: Autor)

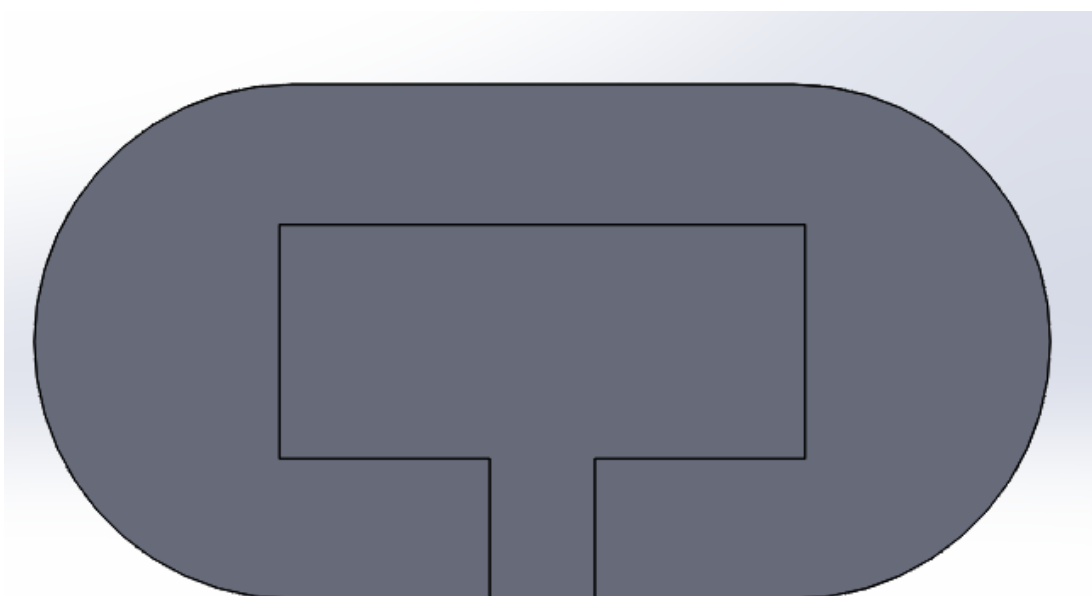


Figura 16. Modelo del armazón de sensor, pieza posterior

(Fuente: Autor)

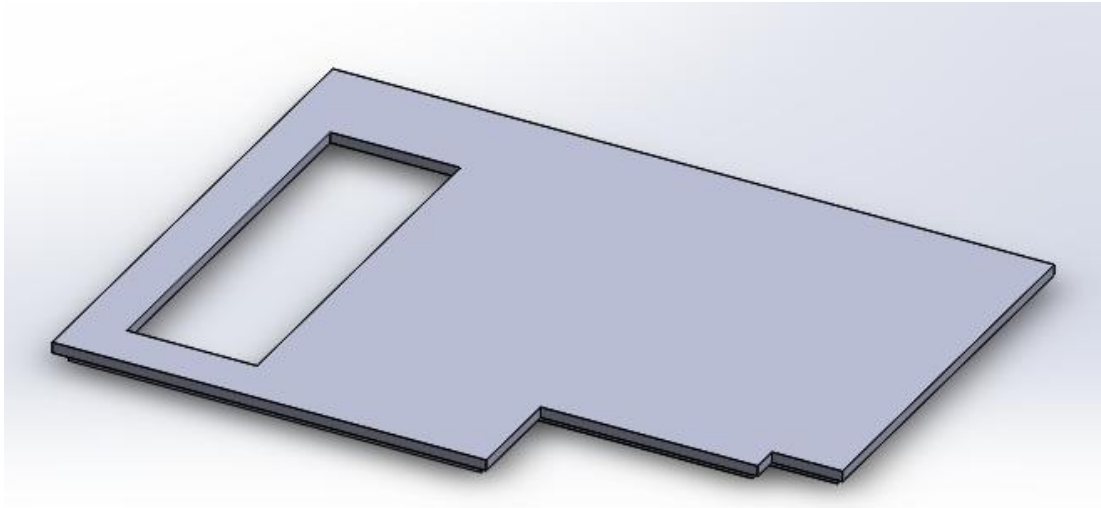


Figura 17. Modelo de la pieza superior del circuito

(Fuente: Autor)

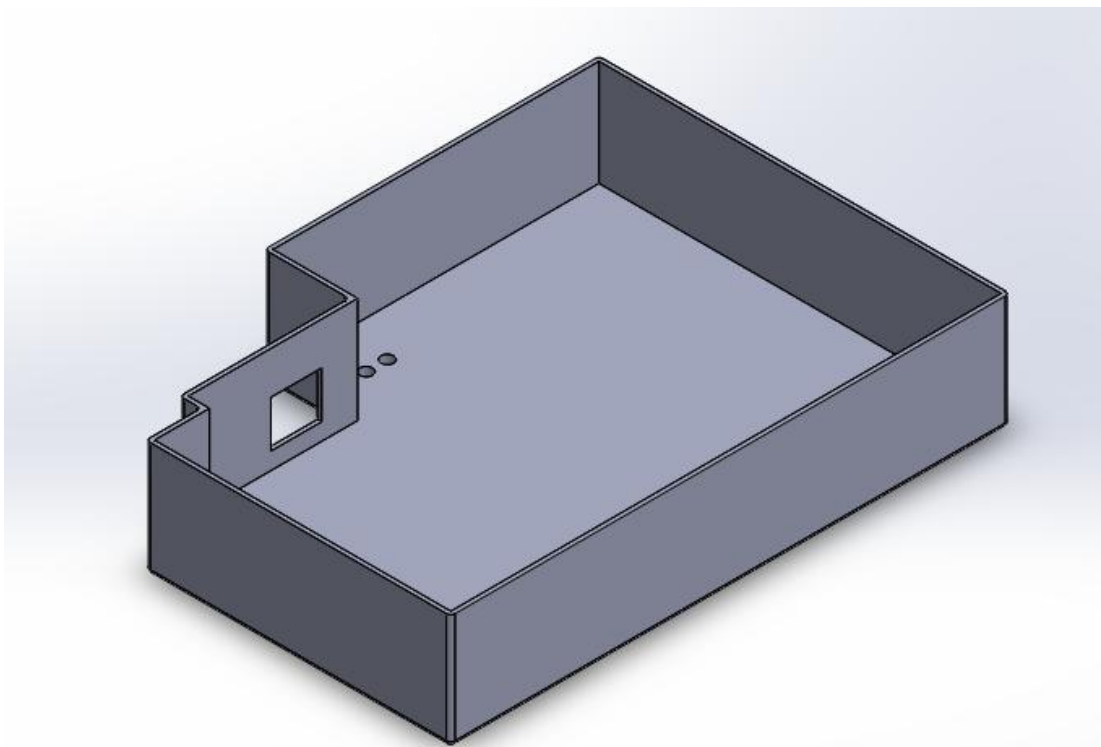


Figura 18. Modelo de la base del circuito

(Fuente: Autor)

3.2.7. Módulo HC-05

Para la interfaz inalámbrica mediante bluetooth se utiliza el módulo de arduino HC-05 mostrado en la Figura 19. La configuración que utiliza el dispositivo de fábrica es el necesario para la interfaz con el circuito diseñado.



Figura 19. Módulo HC-05

(Fuente: <http://mathsp.tuxfamily.org/spip.php?article275>)

3.3. MÉTODOS

Abarca el proceso de diseño con ayuda de un computador para obtener a base de una idea, el prototipo tangible del dispositivo con el uso de diferentes herramientas de ingeniería, dentro de los métodos de diseño se abarca lo correspondiente a conexión entre elementos, vinculación con un tipo de software y establecer una interfaz inalámbrica estable entre el dispositivo y un computador.

3.3.1. Conectar display 16x2 segmentos, sensor y módulo bluetooth con arduino

Inicialmente se obtiene un diseño de los elementos interconectados entre sí apreciando así el orden de conexión de los pines, en la Figura 20 se puede apreciar teóricamente la conexión entre todos los elementos en un protoboard.

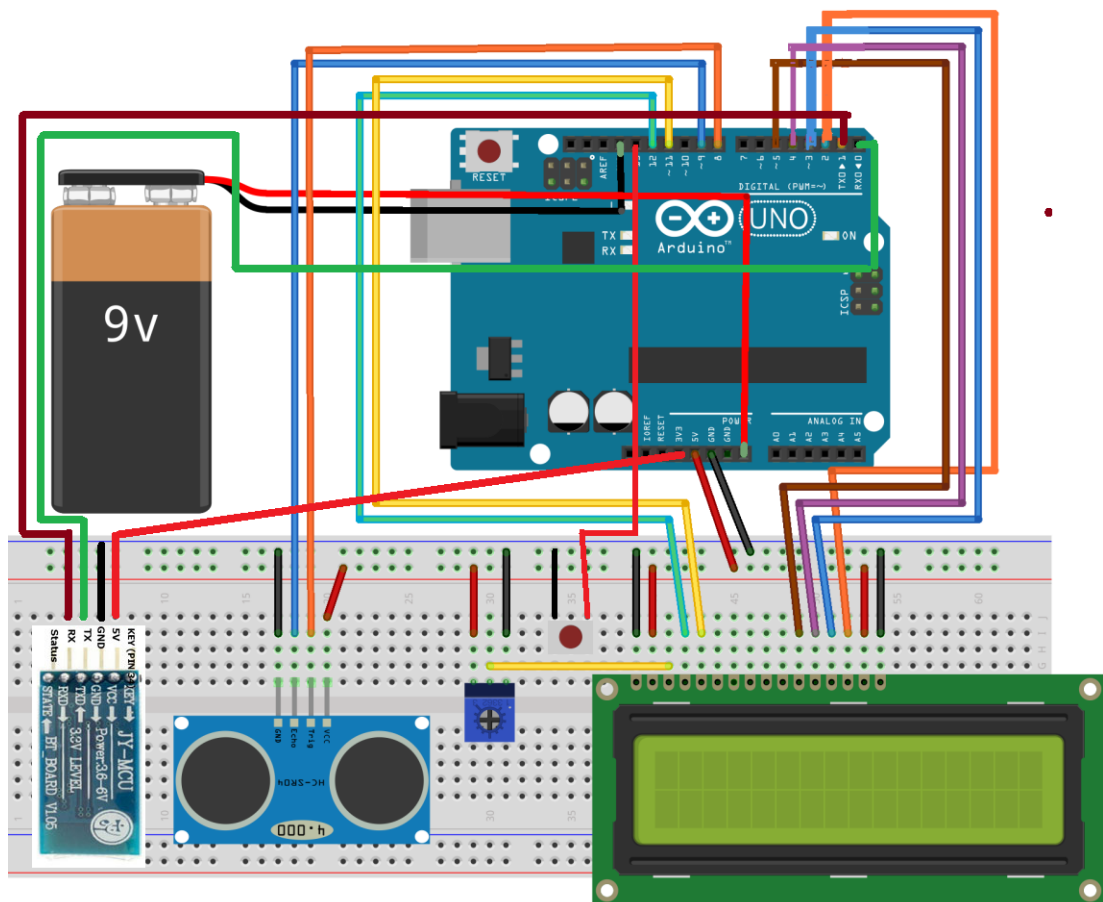


Figura 20. Diseño de conexión entre elementos

(Fuente: Autor)

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. CONEXIÓN DE ELEMENTOS EN PROTOBOARD

Para asegurar el óptimo funcionamiento del dispositivo se prueban las conexiones de los elementos definidas en el capítulo anterior en un protoboard, la Figura 21 muestra los elementos conectados para iniciar el proceso de pruebas.

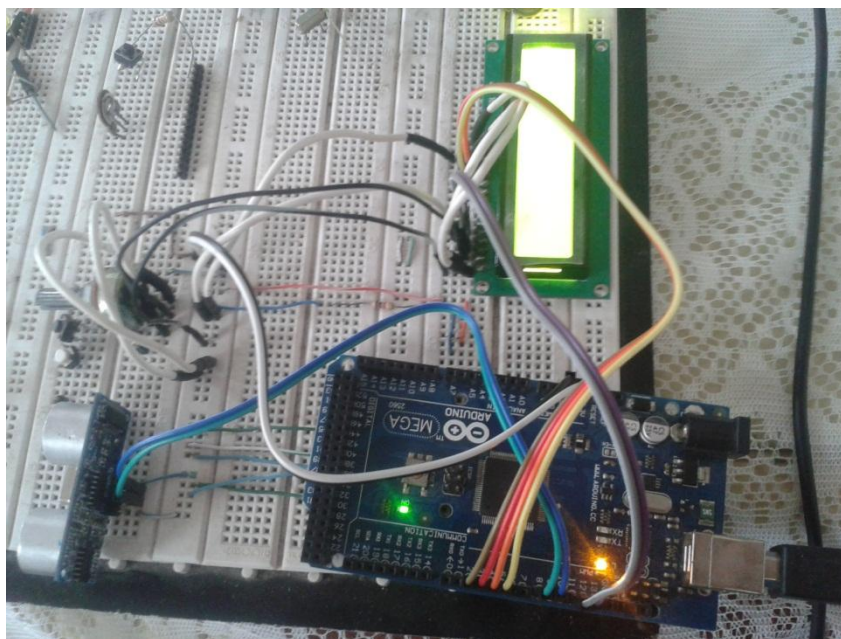


Figura 21. Elementos en protoboard

(Fuente: Autor)

4.2. PROGRAMACIÓN PLACA ARDUINO

Se utiliza el software Arduino para la interfaz máquina-humano, el código presentado a continuación es el que se utilizó en el proyecto.

```
#include <math.h>
#include <Ultrasonic.h>
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // LCD arduino library
```

```
Ultrasonic ultrasonic(9,8,30000); // (Trig PIN,Echo PIN, 30000 = 5mts)
```

```
const int buttonPin = 7;
```

```
int lastButtonState = LOW;
```

```
int addr = 0;
```

```
void setup() {
```

```
  // initialize serial:
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  pinMode(13, OUTPUT);
```

```
  lcd.begin(16, 2);
```

```
  pinMode(buttonPin, INPUT);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  float i, a, b, pi, c, r, h, l, v;
```

```
  int val = 1.00; //default value for EEPROM
```

```
  int k;
```

```
  int reading = digitalRead(buttonPin);
```

```
  int z; //variable para almacenar datos de bluetooth
```

```
  for (int k=0; k<=15; k++){
```

```
    lcd.setCursor(k,0);
```

```
    lcd.print (" ");
```

```
  }
```

```
  pi = 4 * atan (1);
```

```
  r = 50; //radio en centimetros del tanque
```

```
  l = 68; //largo en centimetros del tanque
```

```
  h = (r * 2) - ultrasonic.Ranging(CM);
```

```

if (h >= (r*2)){
    h = 0;
}

a = ((r - h) / r);
a = acos(a) * 180 / pi;
a = (pi * pow(r, 2) * 2 * a) / 360;
b = ((2 * sqrt(pow(r, 2) - (pow((r - h), 2)))) * (r - h)) / 2;
c = a - b;
c = l * c;
c = c / 1000;
c = c / 3.7854118;
delay (5);
for (int k=0; k<=15; k++){
    lcd.setCursor(k,0);
    lcd.print (" ");
}
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(c,2); // CM or INC
lcd.print(" gal");
val = c/1; //value of c to store later is divided by 100
        //because EEPROM only stores values up to 255

val = (int) val; //converts c to an integer value

if (reading == LOW){
    addr = addr + 1;
    if (addr == 512)

```

```

    addr = 0;
}
Serial.println(c,2);

//leer datos de bluetooth
/*if (Serial.available()){
    z=Serial.read();
    if (z=='1'){
        digitalWrite(13,HIGH);
        Serial.println(c,2);
    }
    else {
        digitalWrite(13,LOW);
        Serial.println("No value");
    }
}
*/
delay (2000);
}

```

4.3. DISEÑO FINAL DE LA BAQUELITA

Se diseñó el circuito impreso para plasmarlo en una placa de cobre obteniendo un resultado muy profesional, en la Figura 22 y Figura 23 se puede apreciar el resultado de la impresión del circuito en sus vistas posterior y frontal respectivamente.

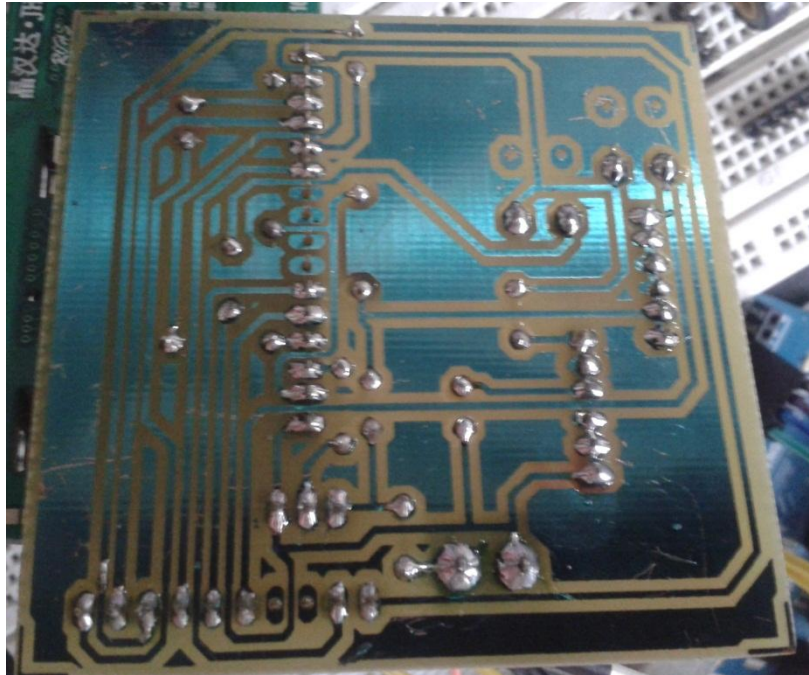


Figura 22. Circuito impreso en baquelita (vista posterior)
(Fuente: Autor)

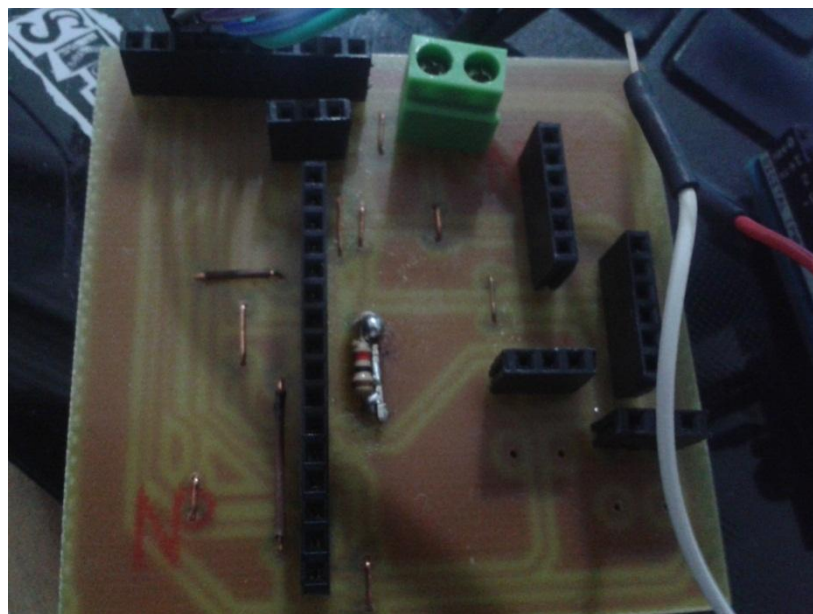


Figura 23. Circuito en baquelita (vista superior)
(Fuente: Autor)

4.4. CONEXIÓN DE ELEMENTOS

Tomando como referencia el diseño digital realizado en LiveWire y el datasheet respectivo de cada elemento se realizó el cableado requerido y el resultado se puede apreciar en la Figura 24.

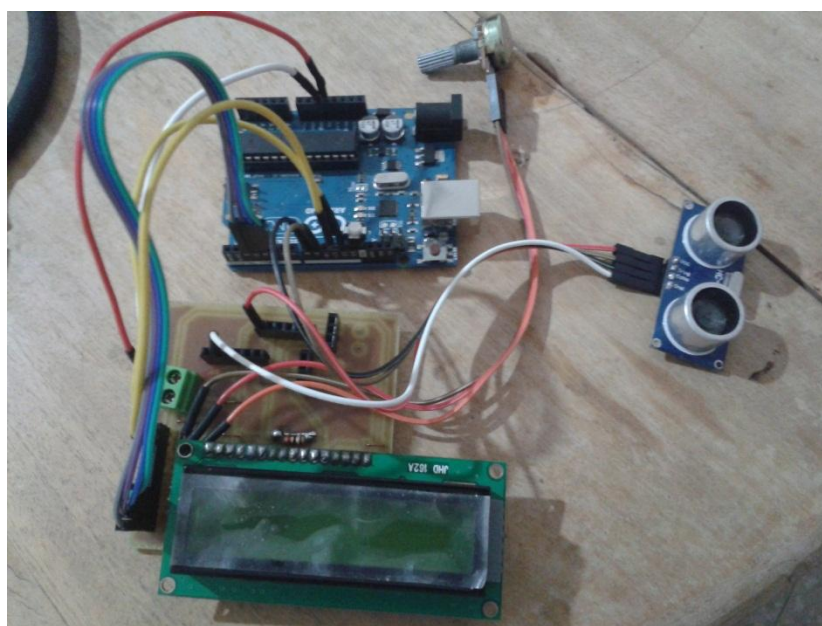


Figura 24. Conexión de todos los elementos

(Fuente: Autor)

4.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Se procede a conectar el tablero arduino con el computador para realizar pruebas de funcionamiento, en la Figura 25 se puede apreciar el resultado de la primera conexión de todos los elementos con una fuente de poder mientras que en la Figura 26 se puede observar la manera en la que se muestran los resultados de las medidas en el display.

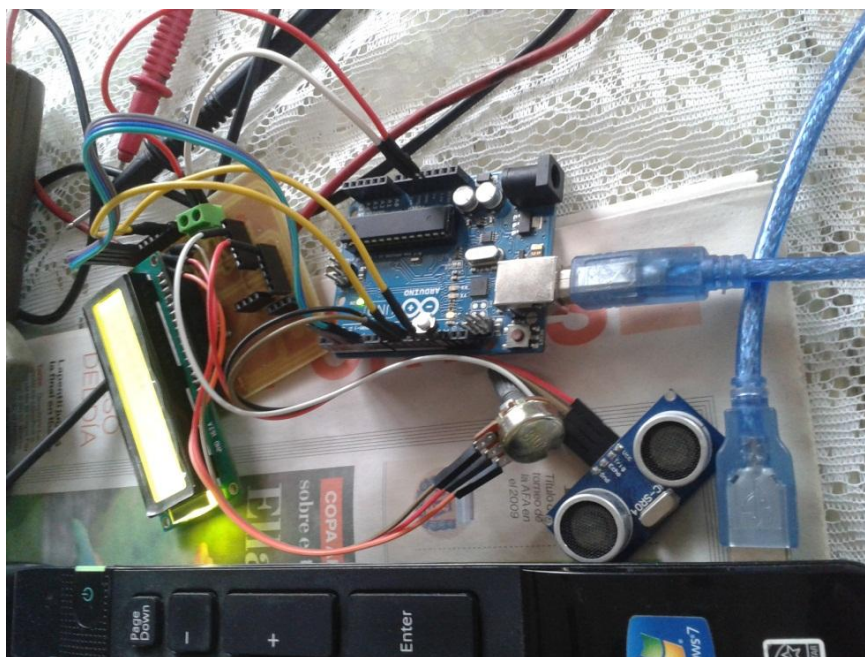


Figura 25. Elementos conectados a una fuente de poder
(Fuente: Autor)



Figura 26. Modo de presentación de resultados en display
(Fuente: Autor)

4.6. ENSAMBLAJE CONJUNTO DE PIEZAS Y ELEMENTOS

Se insertan los elementos electrónicos en el armazón diseñado a la medida, como se puede apreciar en la Figura 27, los elementos encajan y se puede proseguir con las diferentes pruebas, mientras que en la Figura 28 se aprecia el sensor insertado en su armazón respectivo, la Figura 29 muestra el resultado de todos los elementos introducidos en los armazones diseñados en SolidWorks y en la Figura 30 se observa el tanque que se utilizó para las pruebas de mediciones, en la Figura 31 se modificó el tanque para que se pueda operar con este con los requerimientos que el dispositivo necesita.



Figura 27. Base de armazón con elementos electrónicos

(Fuente: Autor)



Figura 28. Armazón para el sensor de ultrasonido
(Fuente: Autor)



Figura 29. Dispositivo ensamblado con todos sus componentes
(Fuente: Autor)



Figura 30. Tanque cilíndrico

(Fuente: Autor)



Figura 31. Tanque semejante a uno real con adecuaciones para el elemento electrónico

(Fuente: Autor)

4.7. CALIBRACIÓN VOLUMÉTRICA DE TANQUE

En la Figura 32 se puede observar que se está introduciendo agua en el tanque para calibrarlo, en la Tabla 12 se pueden apreciar los resultados obtenidos de la calibración volumétrica, mientras que en la Figura 33 se pueden ver los resultados de una calibración obtenida con un software externo e introduciendo solamente las medidas del tanque de prueba.



Figura 32. Calibración volumétrica

Tabla 11. Resultados de la calibración volumétrica manual

(Fuente: Autor)

Galones	Centímetros
1	3,5
2	5,8
3	7,6
4	9,5
5	11,4
6	13,1
7	14,7
8	16,2
9	17,4

Galones	Centímetros
10	18,9
11	20,5
12	22
13	23,6
14	25,4
15	27,3
16	29,5
17	32,2

(Fuente: Autor)

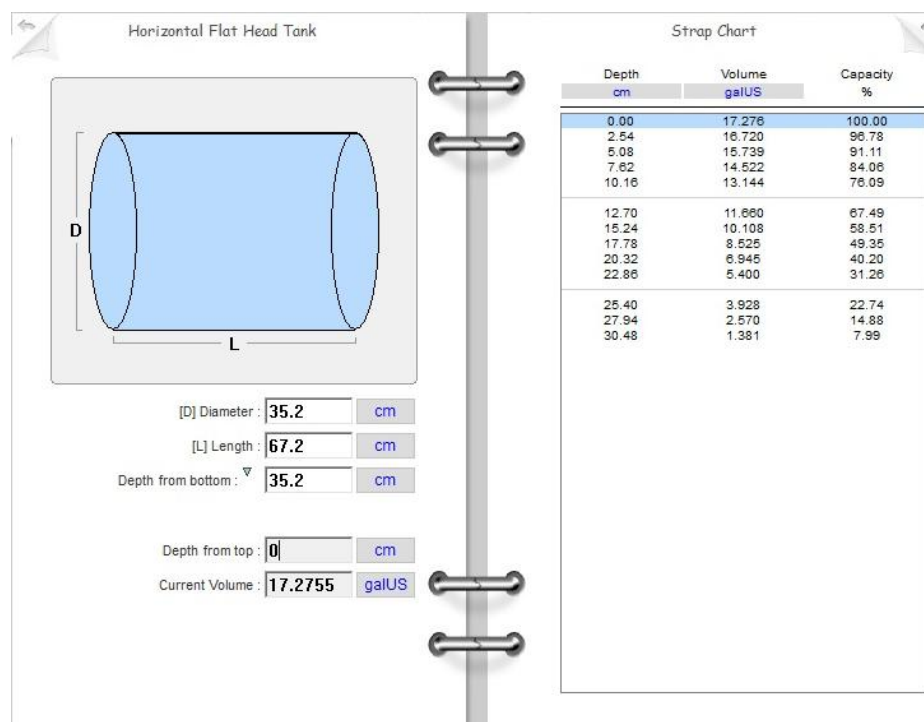


Figura 33. Resultados de capacidad volumétrica del tanque en un sistema

(Fuente: Autor)

Es necesario realizar una calibración volumétrica con agua para tener un estimado de la capacidad de almacenamiento real del tanque, para esto se requiere tener recipientes correctamente calibrados, en escalas precisas, con una jeringa de 60 ml, con la cual se llena una jarra de 1 litro con 10 medidas de dicha jeringa. Con la jarra marcada en la medida exacta de 1 litro se puede llenar el galón, que requiere 3,875 litros, en la Figura 34 se

pueden observar los implementos que se utilizaron para la calibración manual. Dadas las medidas del recipiente de galón correctamente marcado se puede calibrar el tanque horizontal de aproximadamente 15 galones.



Figura 34. Recipientes necesarios para realizar la calibración volumétrica
(Fuente: Autor)

4.8. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON AGUA



Figura 35. Pruebas del dispositivo en funcionamiento con agua
(Fuente: Autor)



Figura 36. Dispositivo en funcionamiento con módulo bluetooth

(Fuente: Autor)

En la Figura 35 se puede observar en la pantalla una medida real tomada del sensor en el display, mientras que en la Figura 36 se puede observar el dispositivo con la interfaz del dispositivo bluetooth.

4.9. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON COMBUSTIBLE

Después de realizadas las pruebas con agua, se utiliza combustible llenando el tanque con el uso de un embudo y se posiciona el dispositivo como se muestra en la Figura 37, en la Figura 38 se puede diferenciar que la marca de humedad en un pedazo de madera que simula la función de una varilla de aforo está casi a los 9 centímetros, mientras que en el dispositivo se puede ver que marca 3.60 galones, basándose en la tabla de calibración manual se puede apreciar que a una medida de 9,5 centímetros se tienen 4 galones.

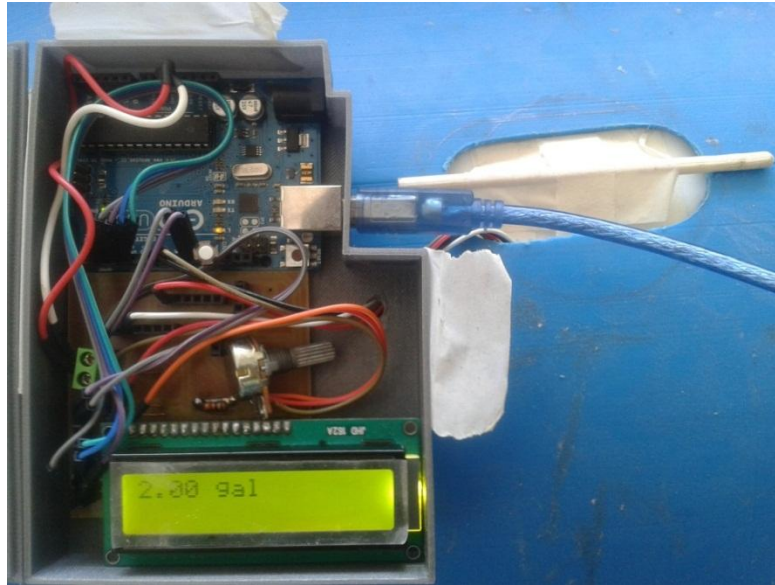


Figura 37. Pruebas del dispositivo en funcionamiento con combustible
(Fuente: Autor)



Figura 38. Medición con vara de madera simulando varilla de aforo para medir combustible
(Fuente: Autor)

4.10. DESARROLLO DE SOFTWARE APROPIADO PARA INTERFAZ CON USUARIO

Se desarrolló una interfaz para la adquisición de datos desde un puerto serial, dicha información se envía a una base de datos la cual se alimenta continuamente siempre que se dé al sistema la orden de iniciar la toma de datos, en la Figura 39 se puede apreciar el resultado del diseño en el software de visual basic 2010.

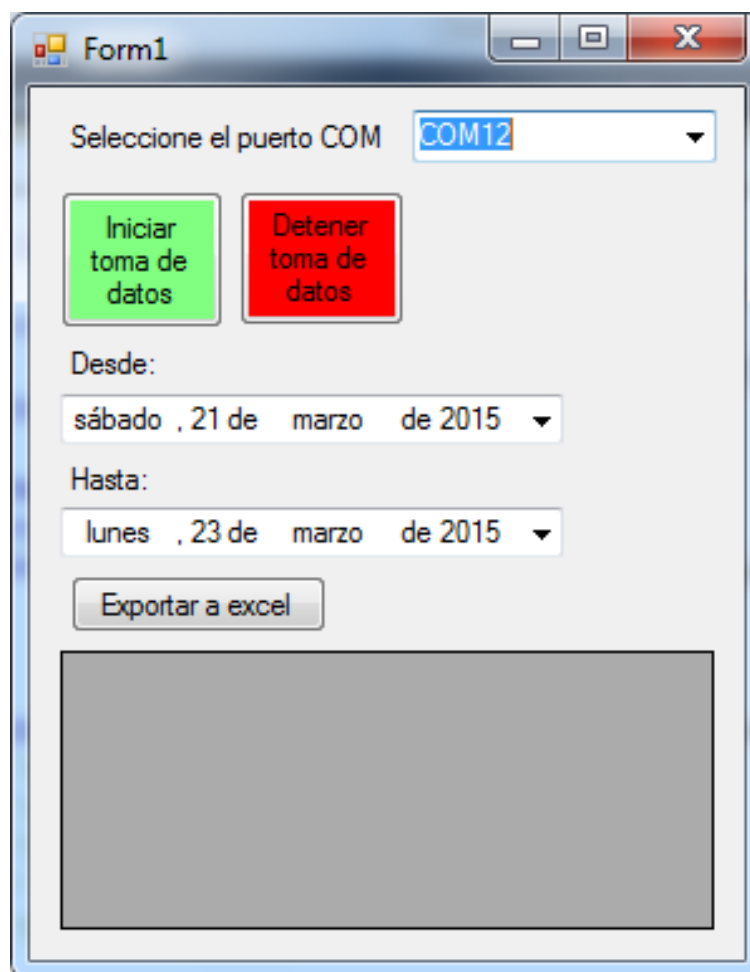


Figura 39. Pantalla de interfaz con el usuario

(Fuente: Autor)

4.10.1. Programación en Visual Basic 2010

A continuación se presenta el código fuente que se utilizó para programar la interfaz con el usuario.

```
Imports System.Windows.Forms
Imports Microsoft.Office.Interop

Imports Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel
Imports System.Data.OleDb
    Public Class Form1
        Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
            cbpuertos.Items.Clear()
            conectar()
            For Each puertodisponible As String In
My.Computer.Ports.SerialPortNames
                cbpuertos.Items.Add(puertodisponible)
            Next
            If cbpuertos.Items.Count > 0 Then
                cbpuertos.Text = cbpuertos.Items(0)
            Else
                MessageBox.Show("Ningún puerto encontrado")
                cbpuertos.Items.Clear()
                cbpuertos.Text = ""
            End If
            dtpk_inicio.Value = #3/21/2015 9:14:00 AM#
            dtpk_fin.Value = #3/23/2015 9:14:00 PM#
        End Sub
        Private Sub cbpuertos_ChangeUICues(ByVal sender As Object,
ByVal e As System.Windows.Forms.UICuesEventArgs) Handles
cbpuertos.ChangeUICues
            cbpuertos.Items.Clear()
            For Each puertodisponible As String In
My.Computer.Ports.SerialPortNames
                cbpuertos.Items.Add(puertodisponible)
            Next
            If cbpuertos.Items.Count > 0 Then
                cbpuertos.Text = cbpuertos.Items(0)
            Else
                MessageBox.Show("Ningún puerto encontrado")

                cbpuertos.Items.Clear()
                cbpuertos.Text = ""
            End If
        End Sub
        Private Sub btn_iniciar_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btn_iniciar.Click
```

```

        Timer1.Enabled = True
    End Sub

    Private Sub btn_detener_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
btn_detener.Click
        Timer1.Enabled = False
    End Sub
    Function ReceiveSerialData() As String
        Dim returnStr As String = ""

        Dim com1 As IO.Ports.SerialPort = Nothing
        Try
            com1 =
My.Computer.Ports.OpenSerialPort(cbpuertos.Text.ToString)
            com1.ReadTimeout = 10000
            Dim Incoming As String = com1.ReadLine()
            returnStr &= Incoming & vbCrLf
        Catch ex As TimeoutException
            returnStr = "Error: Serial Port read timed out."
        Finally
            If com1 IsNot Nothing Then com1.Close()
        End Try

        Return returnStr
    End Function
    Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
        cmd.CommandType = CommandType.Text
        cmd.Connection = con
        Dim vol As Double
        Dim fecha As DateTime = #12/22/2010 12:14:00 PM#
        fecha = DateTime.Now
        Dim v As String
        v = ReceiveSerialData()
        If (v.ToString Like "nan*" Or v.ToString = "nan") Then
            vol = 0.0
        Else
            vol = CDb1(v)
        End If

        sql = "INSERT INTO datos (volumen, fecha)"
        sql += "VALUES (" & vol.ToString & ",'" & fecha.ToString &
        "'"")"
        cmd.CommandText = sql
        Try
            cmd.ExecuteNonQuery()
        Catch ex As Exception
            If (ex.ToString.Contains("valores duplicados")) Then
                MsgBox("Identificación ya existe en la base de
datos.")
            End If
        End Try
    End Sub

```

```

        Else
            MsgBox(ex.ToString)
        End If
    End Try
End Sub

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs) Handles Button1.Click

    Dim fecha_inicio As DateTime
    Dim fecha_fin As DateTime
    Dim da As OleDbDataAdapter
    Dim ds As DataSet
    Dim tables As DataTableCollection
    Dim source1 As New BindingSource
    Dim APP As New Excel.Application
    Dim dt As New DataTable

    fecha_inicio = dtpk_inicio.Value
    fecha_fin = dtpk_fin.Value
    sql = "SELECT * FROM datos "
    sql += "WHERE FECHA >= '" & fecha_inicio.ToString & "' and
fecha <= '" & fecha_fin.ToString & "'"
    con.Close()
    con.ConnectionString = con_string
    ds = New DataSet
    tables = ds.Tables
    da = New OleDbDataAdapter(sql, con)
    da.Fill(ds, "Items")
    Dim view As New DataView(tables(0))
    source1.DataSource = view
    DataGridView1.DataSource = view
    DataGridView1.AllowUserToAddRows = False
    dt.Columns.Add("ID")
    dt.Columns.Add("VOLUMEN")
    dt.Columns.Add("FECHA")
    For i As Integer = 0 To DataGridView1.Rows.Count - 1
        For j As Integer = 0 To DataGridView1.Columns.Count - 1
            dt.Rows.Add()
            dt.Rows(i)(j) =
DataGridView1.Rows.Item(i).Cells(j).Value.ToString
        Next (j)
    Next (i)
    Dim objDlg As New SaveFileDialog
    objDlg.Filter = "Excel File|*.xls"
    objDlg.OverwritePrompt = False
    If objDlg.ShowDialog = DialogResult.OK Then
        Dim filepath As String = objDlg.FileName
        ExportToExcel(dt, filepath)
    End If

End Sub

```

```

Private Sub ExportToExcel(ByVal dtTemp As DataTable, ByVal
filepath As String)
    Dim strFileName As String = filepath
    If System.IO.File.Exists(strFileName) Then
        If (MessageBox.Show("Do you want to replace from the
existing file?", "Export to Excel", MessageBoxButtons.YesNo,
MessageBoxIcon.Question, MessageBoxDefaultButton.Button2) =
System.Windows.Forms.DialogResult.Yes) Then
            System.IO.File.Delete(strFileName)
        Else
            Return
        End If

    End If
    Dim _excel As New Excel.Application
    Dim wBook As Excel.Workbook
    Dim wSheet As Excel.Worksheet

    wBook = _excel.Workbooks.Add()
    wSheet = wBook.ActiveSheet()

    Dim dt As System.Data.DataTable = dtTemp
    Dim dc As System.Data.DataColumn
    Dim dr As System.Data.DataRow
    Dim colIndex As Integer = 0
    Dim rowIndex As Integer = 0

    For Each dc In dt.Columns
        colIndex = colIndex + 1
        wSheet.Cells(1, colIndex) = dc.ColumnName
    Next
    For Each dr In dt.Rows
        rowIndex = rowIndex + 1
        colIndex = 0
        For Each dc In dt.Columns
            colIndex = colIndex + 1
            wSheet.Cells(rowIndex + 1, colIndex) =
dr(dc.ColumnName)
        Next
    Next
    wSheet.Columns.AutoFit()
    wBook.SaveAs(strFileName)

    ReleaseObject(wSheet)
    wBook.Close(False)
    ReleaseObject(wBook)
    _excel.Quit()
    ReleaseObject(_excel)
    GC.Collect()

    MessageBox.Show("File Export Successfully!")

```

```

End Sub

Private Sub ReleaseObject(ByVal o As Object)
    Try
        While
(System.Runtime.InteropServices.Marshal.ReleaseComObject(o) > 0)
            End While
        Catch
        Finally
            o = Nothing
        End Try
    End Sub

End Class

```

4.11. FACTIBILIDAD

Es necesario presentar un análisis técnico y económico del proyecto sustentando así el uso de materiales específicos a más de la seguridad que presenta el dispositivo al direccionar su uso en ambientes conflictivos dado que es un elemento electrónico.

4.11.1 Factibilidad técnica

El hecho de que el dispositivo sea de muy bajo consumo y que limite el contacto directo de los usuarios con el área de tanques genera un nivel de seguridad y tranquilidad en el medio de trabajo, como punto extra se puede exponer que al utilizar herramientas que permiten la manipulación de variables externas a gusto del usuario genera un punto a favor muy grande presentando un dispositivo de características tecnológicas avanzadas y brinda la seguridad de que la información brindada se respalda en un ámbito técnico reduciendo en gran manera el margen de error que existe en la toma de medidas.

4.11.1.1. Factibilidad en software

Arduino es una herramienta muy robusta y permite manejar de manera sencilla variables analógicas lo que permite la interfaz entre elementos inalámbricos ya que se pueden manipular dichas variables a gusto del diseñador lo que es de gran ayuda ya que al momento de tomar la información y llevarla a una base de datos se vuelve un problema vastas soluciones y de manera más simplificada.

4.11.1.2. Factibilidad en hardware

El uso de elementos que se encuentran de manera sencilla en el país facilita el desarrollo de un prototipo como el presente pero para un funcionamiento óptimo es indispensable el uso de elementos electrónicos industriales que cumplan con normas de calidad como grados de protección IP dado que en elementos electrónicos es vital la certificación del funcionamiento de elementos en ambientes conflictivos.

4.11.2. Factibilidad económica

En la Tabla 13 se muestra el costo total de la materia prima para el desarrollo del dispositivo.

Tabla 12. Costo de materiales

Material	Costo
Placa Arduino Uno	\$ 30,00
Sensor SRF08	\$ 10,00
Display 16x2 segmentos	\$ 10,00
Baquelita impresa	\$ 20,00
Soldadura	\$ 10,00
Tanque de prueba	\$ 20,00

Soportes de aluminio y cable	\$ 35,00
Sierras caladora	\$ 8,00
Silicona	\$ 10,00
Metro	\$ 5,00
Tubo guía PVC	\$ 5,00
Costes de transporte	\$ 100,00
Elementos electrónicos	\$ 10,00
Case impresora 3D	\$ 100,00
Implementos varios	\$ 5,00
Dispositivo bluetooth para computador	\$ 6,00
Módulo HC-05	20
Total	\$ 398,00

(Fuente: Autor)

Dado este costo que es exclusivamente de materiales, se debe partir para definir un costo final del dispositivo, considerando que para el desarrollo de un elemento de estas características se requiere de un “know how” específico tanto en el área de ingeniería en mecatrónica como en el sector de hidrocarburos.

Dado ese número base se puede definir un costo final del dispositivo, considerando que ya existe en el mercado un elemento para medir niveles, pero no de características como el que se presenta en el presente documento. El costo por unidad del dispositivo ya existente parte de los 4000 USD contemplando instalación y varía dependiendo de los requerimientos a los que el usuario decida acceder, mientras que el costo propuesto para el dispositivo que se desarrolló se estima en 3500 USD

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El uso de variables análogas permite interactuar con entornos industriales de manera eficaz y segura, la precisión del dispositivo es bastante considerable tomando en cuenta que no existe en ningún momento contacto directo entre los elementos y el medio que se evalúa. Este tipo de herramientas facilitan de gran manera la gestión de material peligroso con el fin de limitar el contacto directo y cumpliendo una misma funcionalidad.

Es posible el uso de herramientas accesibles y de bajo costo para desarrollar prototipos funcionales en el ámbito industrial.

Es de suma importancia el estudio de entornos conflictivos de manera técnica, ya que experimentalmente tienen parámetros de trabajo con los cuales el diseñador tiene que considerar como son la impedancia acústica o la rigidez dieléctrica.

El diseño con elementos fabricados en impresoras 3D es viable estéticamente, por resistencia del material es recomendado utilizar acero inoxidable ya que el polímero utilizado en el proyecto tiene un tiempo de vida útil relativamente bajo.

Con el presente proyecto se prueba el uso de interfaz inalámbrica y la gestión de información obtenida desde el dispositivo brindando al usuario un documento detallado de los valores de volumen que se requieran.

5.2. RECOMENDACIONES

Con el desarrollo del proyecto se hace evidente que se requieren elementos de mayor robustez y que cumplan con normas internacionales para un funcionamiento de excelencia como el sensor de ultrasonido, ya que el utilizado en el proyecto genera varias dificultades como el ruido que produce en las señales de datos o el margen de error en medición que produce errores o discrepancias con respecto a cálculos.

Es altamente recomendable fortalecer el diseño industrial añadiendo diferentes tipos de sellos y empaques por seguridad y estética.

Se puede optimizar el diseño para hacerlo más compacto eliminando cables y optimizando el diseño de la placa en baquelita.

Como se trata de un dispositivo de medición, se requiere que esté con una fuente continua de voltaje, por esto se puede utilizar un transformador de la fuente existente o diseñar una nueva fuente de energía.

La instalación del dispositivo se debe hacer desde el interior del tanque para garantizar el buen funcionamiento del elemento.

El diseño del armazón debe ser más rígido y resistente para abarcar la posibilidad de hacer orificios y acoplar el elemento al lugar que el usuario requiera.

NOMENCLATURA O GLOSARIO

LCD.- Pantalla líquida para presentar resultados

Serafín.- Tanque de 50 galones calibrado con válvulas de evacuación y sobrellenado.

Variables análogas.- Variables que toman pueden tomar valores infinitos

Joule.- Unidad de medida de la energía

Corrosión.- Desgaste de algún material por efectos de contacto con una sustancia.

Polímeros.- cadena de varios monómeros

Áreas confinadas.- Espacio completamente hermetizado con una sola vía de entrada y salida.

Ruptor de seguridad intrínseca.- Equipo diseñado para cuantificar la energía mínima requerida para producir la ignición de una sustancia o mezcla

Baquelita.- Material utilizado para la impresión de circuitos

Impedancia.- Resistencia de un elemento al paso de corriente

Know How.- Conocimiento de algún área o campo en específico necesario para el funcionamiento óptimo de un punto en específico.

BIBLIOGRAFÍA

Diego Pérez de Diego, Sensores de distancia por ultrasonido [Versión electrónica].

DuPont Engineering Polymers. Tests for thermoplastic materials used in electrical and electrotechnic industries.

Elena Moren Salas, Juan Antonio Calvo Sáez, Nuevos aparatos y sistemas eléctricos de categoría 3 para atmósferas potencialmente explosivas [Versión electrónica].

Facultad de Ingeniería UNLP, Seguridad eléctrica en ambientes explosivos [Versión electrónica].

Facultad de Ingeniería, Universidad central de Venezuela. Curso de ultrasonido básico (Propiedades básicas del sonido) [Versión electrónica].

Ing Ma. García Rosell F, Lic. Nuria Jimenez S, Lic Susana Torrado R (2007) Riesgos higiénicos de los trabajadores en estaciones de servicio, Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (nota técnica de prevención).

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FI/SQ/Ficheros/1301a1400/nspn1400.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ISCS: 1400 España (2003),

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (s.f), https://www.uclm.es/servicios/prevencion/documentacion/NTP/Almacenamiento/ntp_369.pdf

International Electrotechnical Commission, (2007), http://en.hrlm.com/SC_Data/SC_Files/8/135989216318/f1.pdf

Jerónimo Ballesteros, Ramón MF, Martínez Arrieta MR (2005), https://www.msssi.gob.es/biblioPublic/publicaciones/docs/vol29_4IntoxicacionesAgHogar.pdf

Manuel Gazpio, Fernando Ferdeghini, Desarrollo de un ruptor de seguridad intrínseca para certificación de material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas [Versión electrónica].

Marceliano Herrero Sinovas, Normas y métodos para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión [Versión electrónica].

NACE International First Edition (2001), [http://naft.rivatadbir.ir/UserImage/MR0175ISO15156\(all\).pdf](http://naft.rivatadbir.ir/UserImage/MR0175ISO15156(all).pdf)

NACE MR0175 ISO / 15156 (2001) Petroleum and gas industries - Materials for use in H₂S containing environments in oil and gas production.

ANEXOS

MANUAL DE USUARIO

MEDIDOR NIVEL DE VOLÚMENES DE COMBUSTIBLE POR
ULTRASONIDO

Marzo 2015

INTRODUCCIÓN

Propósito del documento

Este documento tiene como finalidad explicar de manera clara y sencilla el uso apropiado del dispositivo medidor de nivel.

Identificación de problema

La medición del nivel de combustible es de mucha necesidad en las estaciones de servicio para lo cual el usuario debe tener acceso al área de tanques para realizarla, esto genera inconvenientes ya que existe contacto directo entre el usuario y los gases tóxicos que el combustible desprende por evaporación y con esto se aumenta la posibilidad de accidentes por intoxicación o pérdida de conocimiento.

La zona de almacenamiento de combustible siempre es un área peligrosa, por lo que limitar el acceso a ésta reduce en gran proporción la posibilidad de cualquier tipo de percance con la gente que trabaja en ésta área.

Existen también problemas con el manejo de volúmenes de combustible a razón de inventario ya que los tanques de almacenamiento tienen varios puntos de acceso al combustible, lo que causa siempre pérdida de combustible por robo o filtración, por esto es sumamente necesario tener un control constante del volumen almacenado en los tanques en ciertos períodos de tiempo.

ALCANCE

Este dispositivo está fabricado como prototipo y es de uso neto en tanques de prueba como el que se usó en las pruebas de campo realizadas.

MÉTODOS DE ENCENDIDO DEL DISPOSITIVO

El dispositivo se puede poner en marcha mediante el uso de 2 fuentes de poder elegidas por el usuario definidas como conexión USB y fuente de poder continua de 5 voltios, en la Figura 40 se aprecian los terminales de conexión para alimentar al dispositivo.

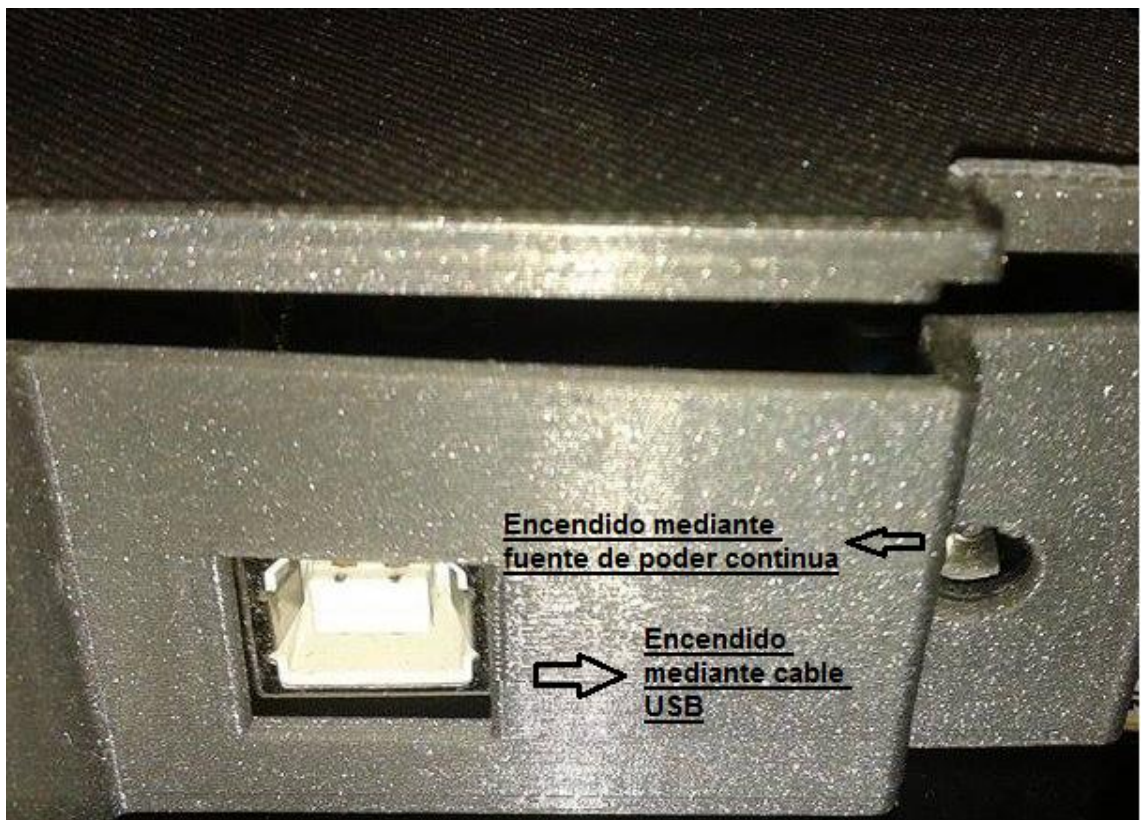


Figura 40. Métodos de encendido

(Fuente: Autor)

El uso de cualquiera de éstas, es decisión del usuario, se recomienda utilizar la conexión de fuente continua de 5 voltios ya que el puerto USB es utilizado como alimentación y para programación de la placa.

Plug and Go

El dispositivo comienza a tomar medidas desde el momento que es conectado, detecta cualquier cuerpo que se presente a una distancia dentro del rango, se puede ver en la Figura 41 la manera en la que se muestran los resultados en la pantalla.



Figura 41. Información presentada en el display

(Fuente: Autor)

Transmisión bluetooth

Para la transmisión bluetooth entre el dispositivo HC-05 y el computador se adquirió un dispositivo que brinda bluetooth al computador, en la Figura 42 se puede apreciar el dispositivo que se utilizó para la interfaz, este es un dispositivo que solo requiere que se conecte al computador y automáticamente instalará todos los drivers necesarios para su funcionamiento apropiado.



Figura 42. Dispositivo bluetooth para computador

(Fuente: Autor)

ERRORES COMUNES

Este dispositivo tiene un rango de 50 centímetros máximo, así que cualquier obstáculo fuera de ese rango no va a ser reconocido, de modo que en la pantalla se visualizará un mensaje de nan gal como se muestra en la Figura 43, que significa que está fuera de rango o que la señal de ultrasonido impactó con una superficie inclinada y el eco no pudo regresar al receptor del sensor.



Figura 43. Error mostrado en display

(Fuente: Autor)

En medición de combustible, especialmente en super y extra, la medición no es acertada al momento ya que los gases emanados por los líquidos son muy densos, por lo que se debe inducir una ventilación para disipar dichos gases, la ventilación inducida es de 5 minutos, por ventilación natural se requiere de al menos 30 minutos.

ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para el proceso de almacenamiento se debe abrir la aplicación creada en visual studio 2010. Primero se debe seleccionar el puerto que se asignó al dispositivo bluetooth, para confirmar el puerto que se autoasignó al dispositivo se debe ir a la dirección Panel de control\Hardware y sonido\Dispositivos e impresoras y localizar el dispositivo, dar click derecho, propiedades y en la pestaña de Hardware se podrá visualizar el número de puerto.

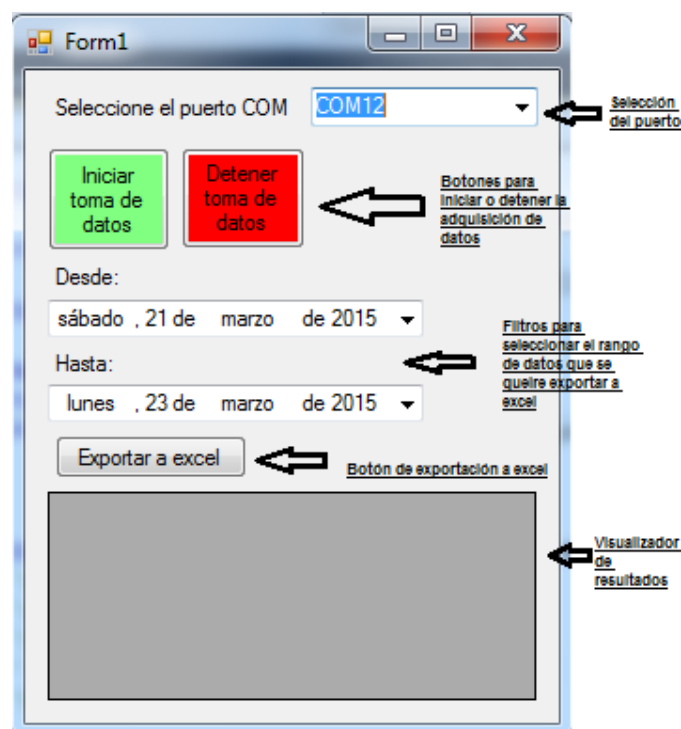


Figura 44. Componentes de la interfaz computador-usuario

(Fuente: Autor)

En la Figura 44 se aprecian los elementos con los que cuenta la interfaz, para iniciar la toma de datos se debe presionar el botón verde y para detener la medición se presiona el botón rojo, para la exportación de datos a Excel se debe primero detener la toma de datos, así que al momento de exportar se debe prestar mucha atención en primero presionar el botón rojo. Al momento de presionar el botón “Exportar a Excel” se desplegará una ventana, la cual solicita una dirección para guardar el archivo, se guarda con un nombre apropiado y se puede acceder libremente a la información.