

APP PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS DE GAS LP EN EL MERCADO MORELOS IXMIQUILPAN, HGO.

Maldonado Sánchez M^a., Pérez Ruíz Ma. de L^a., Flores López M^a., Tapia Calvo A., Camargo Ruíz A^a., Martínez Martín G^a.

Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, Programa Educativo de Tecnologías de Información y Comunicación, Ixmiquilpan, Hgo. México, 42300. mmaldonado@utvm.edu.mx

Recibido 06 de octubre de 2017; aceptado 21 de febrero de 2018

Palabras clave:
App, Arduino, gas LP

RESUMEN. Las fugas de gas constituyen uno de los accidentes más frecuente y que suelen generar daños graves tanto a los propios como a las personas expuestas, los daños a la salud por inhalación de gas son: dolor de cabeza, convulsiones, inconsistencia incluso la muerte. Se investigó que en el Estado de Hidalgo existen 211 tianguis, 60 mercados públicos y siete centrales de abasto repartidos entre los 84 municipios que manejan gas, así es cómo surge el interés de desarrollar una aplicación móvil (App) multiplataforma que ayude al mercado Morelos de Ixmiquilpan, Hidalgo a detectar fugas de gas conectado a un Arduino, ensamblando un sensor de gas MQ4. La metodología usada fue cualitativo Con una muestra dirigida, el instrumento con 10 its, para el modelado del App se usó UML para desarrollo fue Java y C++ para Arduino. Con este desarrollo se contribuye al control de riesgos por gas LP en el mercado Morelos de Ixmiquilpan, Hidalgo.

Key words:
App, Arduino, Gas LP

ABSTRACT. Gas leaks are one of the most frequent accidents and that usually cause serious damage to both own and exposed people. The damage to health by gas inhalation are: headache, convulsions, inconsistency even death. We investigate that in the State of Hidalgo there are 211, 60 public markets and seven power plants distributed among the 84 municipalities that handle gas, so it is the interest of developing a multiplatform mobile application (App) that helps the market Morelos Ixmiquilpan, Hidalgo to detect gas leaks connected to an Arduino, assembling a sensor MQ4 gas. The methodology used was qualitative with a directed sample, the instrument with 10, for the modeling of the App was used UML for development was Java and C ++ for Arduino. This development contributes to the control of risks by LP gas in the Morelos market of Ixmiquilpan, Hidalgo.

INTRODUCCIÓN

El gas LP es un combustible con un elevado consumo en el país, su mayor uso es en sector residencial, existen un marco regulatorio de las actividades de cadena de valor del gas LP ^[1].

Su comportamiento en el mercado del gas LP permite saber cuáles son las tendencias de su uso, el pronóstico para los próximos 15 años es mayor

control en su manejo y manipulación, la secretaria de energía de México publicó que el mayor uso del gas LP se encuentra en el sector residencial con 59%, le sigue el sector de servicios con 14.8% autotransporte con 12.5% industrial con 10.03 % ^[2].

Se encontró que existe la ley de los órganos reguladores coordinados en materia energética, que a su vez considera una comisión de regulatoria de

energía y la comisión nacional para hidrocarburos, siendo esta última la que establece los mecanismos de regularización en su manejo del gas LP ^[3].

También se encontró que en la reforma energética creada en el presente gobierno tiene como objetivo impulsar el desarrollo con responsabilidad social entre los mexicanos, otro objetivo es el de reducir riesgos ambientales en las actividades de explotación del gas ^[4].

Se concluye que los trabajos realizados por diferentes Instituciones de carácter federal, obedece a tener mayor seguridad en el manejo de los recursos, entre los que se encuentra el gas LP en esta investigación se consideró como objeto de estudio al ser calificado un riesgo en su manejo al no contar con mecanismos de seguridad que notifique al momento de detectar fugas de gas, eso

es lo que dio origen a la idea de desarrollar una tecnología que notifique al usuario al detectar las fugas de gas en los mercados, central de abastos u otros que sea prueba para replicarlo en el futuro a casa habitación y así los usuarios sean notificados de posibles fugas de gas existentes en sus hogares que les permita tomar las acciones pertinentes al manejo responsable del gas LP evitando el riesgo entre la sociedad.

Para el siglo XXI las tecnologías de la información y comunicación, permite generar grandes aplicaciones, que automatizan procesos y simplifican el trabajo, se puede decir que el avance científico y tecnológico va evolucionando para tener mejor control de los hechos en la vida diaria.

METODOLOGIA

Debido al gran uso que tiene el gas LP (licuado de petróleo) en el ámbito doméstico e industrial, los sistemas de transporte y almacenamiento de esta sustancia están expuestos a tener fugas, hay detectores de fugas que funcionan como herramientas necesarias para localizar estos defectos y así poder prevenir posibles daños. Estos detectores pueden localizar fugas de diferentes tamaños y características. Se revisaron algunos de ellos con el propósito de conocer sus funcionalidades y apto para los mercados, centrales de abasto u otros espacios que exista la exposición de tanques de gas LP algunos de ellos sirvieron como referencia para crear GASDetector.

Detector GD 383 Mide vapores de gasolina, propano, gas natural, el cual muestra alarma visual de LED en un display. Sus dimensiones son de 17.3 x 6.6 cm. Utiliza una sonda flexible clase "sniffer" para la detección del gas [5].

Detector Gasman N Detector de gases específicos inflamable o tóxico: metano, propano, butano, hidrógeno, oxígeno, entre otros. Utiliza una alarma y una señal visual que muestra el valor de la medición de gas. Puede enviar la información de lectura mediante un software opcional a una computadora personal [7].

Detector Tetra Mini Este detector mide gases tóxicos y gases inflamables, mostrando la información de medición en un display específico. Es exclusivo para uso en la industria pesada como construcción de

túneles. Emite una alarma sonora, vibratoria y visual. Opcional la conexión a una PC para envío de datos. [8].

Detector Securi SAT Detector de fugas de gas exclusivo para redes de tuberías, permitiendo visualizar las rutas inspeccionadas mediante un software administrador de rutas. Permite editar el sistema de planos digitales de compañías de distribución de gas industrial como metano, butano y propano [9].

Software detector VIVIUNAM Este software identifica el tipo de falla de los ductos de gas, agua o petróleo en condiciones normales de operación, mediante la toma de medición de presión. Utiliza deducciones lógicas, leyes de la física y un modelo matemático de mecánica de fluidos, que compara los registros de mediciones que las propias tuberías generan [9].

En la investigación se encontró que los sistemas anteriormente cuentan con la función de detectar las fugas de gas con dispositivos electrónicos que notifican sólo cuando el usuario revisa el tanque físicamente lo que no se encontró en alguno de ellos es una tecnología que comunique a otro dispositivo como un móvil para que se mande una alarma que notifique la fuga de gas LP.

El problema que se encontró a escala mundial, es que México es uno de los principales consumidores de gas LP como combustible de uso doméstico e industrial su producción, transporte, distribución y uso final, implican diferentes riesgos a la población, generalmente se presentan fugas e incendios que involucran este producto, en el hogar, comercios y también, en instalaciones industriales.

Las filtraciones de gas son la segunda causa de incendios reportados en el país, debido al deterioro en las válvulas y cilindros, siendo el principal origen de los siniestros las fugas.

Las condiciones de algunos cilindros portátiles de gas, representan un factor de riesgo latente, puede causar una catástrofe en su uso y movilidad. Se investigó que la explosión de un tanque de 10 kilogramos, que son los que usan normalmente los carritos que venden en las calles de la ciudad (hotdog, esquites y otros alimentos) tienen la presión contenida un mal manejo puede causar un incendio

o una explosión en el lugar provocando una destrucción daños lesiones muy graves o hasta la muerte a quien esté a 5 metros alrededor.

Hasta el momento ningún mercado de la ciudad tiene sistema contra incendios, en la zona de comida, en la encuesta se obtuvo un % alto de los negocios entrevistados que se resisten a invertir para poner una buena instalación de gas, siendo las gaseras quienes en algunos casos toman acciones de seguridad al cambiar perillas o cilindros en mal uso, pero no hay un reglamento que indique cuando se deba de hacer esos cambios. Sin embargo, de forma periódica se debe hacer la revisión y el cambio de válvulas y tuberías, la razón es que algunas de ellas están expuestas al sol y a las inclemencias del tiempo lo que les hace perder su capacidad de resistencia y se hacen vulnerables, el riesgo disminuye instalando sistemas contra incendios en los mercados.

El mercado Morelos de Ixmiquilpan Hgo., cuenta con diversidad de giros, como zapatería, ropa, artesanías, frutas y legumbres, hortalizas, semillas, cárnicos, pero sobre todo prevalece la venta de alimentos procesados, como fondas, antojitos, desayunadores, jugos y frutas preparados, carnitas, barbacoa, chicharrones de res y cerdo, alverjones, tortillas a mano, etc. Cuentan con inspectores que tienen las funciones de:

- Realizar la inspección y vigilancia del Mercado y de las zonas de mercado.
- Prohibir a los comerciantes locatarios se instalen en lugares prohibidos, es decir, fuera de sus locales.
- Retirar inmediatamente los puestos que se instalen en lugar prohibido.
- Retirar de las vías públicas a los comerciantes ambulantes.
- Examinar áreas de sanitarios y recolección de basura, así como pasillos, que los trabajadores estén cumpliendo óptimamente con sus funciones que correspondan.
- Realizar recorrido en días de Tianguis, sobre el contorno e infraestructura del Mercado, previniendo que los tianguistas no generen desperfectos en las instalaciones eléctricas y de gas LP de locatarios comerciantes, así como despejar pasillos.
- Vigilar que no se altere el orden público en el mercado y zona de mercado.

- Controlar el uso de aparatos de sonido que se tengan dentro del mercado y zonas de mercado.
- Vigilar que el mercado y zonas de mercado, mantengan buenas condiciones higiénicas y materiales.
- Aquellas funciones necesarias que tiendan a la vigilancia e inspección del Mercado, asegurando condiciones óptimas al interior del Mercado como zona de mercado, tanto para comerciantes como para el público en general.

Haciendo una revisión y análisis del objeto de estudio encontramos que no cuentan con mecanismos tecnológicos de apoyo en el control de fugas por gas LP que alerte sobre posibles fugas considerando un riesgo alto al contar con aproximadamente 1000, 000. Visitantes por temporadas.

A esta situación se planteó una propuesta de solución tecnológica con una aplicación (App) que notifique al usuario la fuga de gas LP y suene la alarma al detectar el olor a gas mediante sensores de gas MQ4 se detectará la presencia de gas LP, proyectando la lectura de datos en un display, cuando la lectura sea mayor a 200 ppm. (partes por millón), se activará una alarma sonora enviando la notificación al teléfono celular del cliente, la notificación se hace mediante Arduino en un módulo GSM con la finalidad de utilizar el mismo protocolo de comunicación con los teléfonos inteligentes, complementando esta tarea mediante una aplicación desarrollada para dispositivos móviles con plataforma Android versión 4.0 o superior. Que permita resolver los problemas al utilizar la aplicación que mande la señal de alarma de las fugas de gas en los mercados.

El objetivo de la investigación fue implementar un dispositivo que detecte las fugas de gas LP en tanques estacionarios, utilizando sensores de gas MQ4 y la plataforma electrónica Arduino que enviará notificaciones a teléfonos inteligentes mediante una aplicación móvil por WiFi, con la finalidad de evitar incidentes en mercado Morelos, ubicado en el municipio de Ixmiquilpan, estado de Hidalgo.

En la investigación se obtuvieron los requerimientos funcionales y no funcionales del dispositivo detector de fugas de gas LP. Para posteriormente construir el

dispositivo utilizando sensores de gas MQ4 y la plataforma Arduino.

Desarrollar la aplicación móvil Android que enviará notificaciones a los usuarios del mercado, así como generar pruebas de funcionalidad del dispositivo detector de fugas y de la aplicación móvil.

La metodología de investigación es ciencia aplicada al crear una App. Por su nivel de análisis es cualitativa de corte correlacionar al medir el grado de relación de los detectores de gas. Se identificaron variables de relación entre uno de otro. El tipo fue de campo al observar que existe una necesidad de prevenir el riesgo en el mercado municipal de Ixmiquilpan, Hgo. Con una técnica de obtención de datos estructurada al aplicar un instrumento de medición con 10 ltms. Entre las preguntas están ¿Crees importante implementar sensores que detecten gas LP? ¿Crees que sea útil una tecnología que notifique el riesgo al detectar el gas LP a través de un móvil? Y con una temporalidad del 2016 – 2017.

Para el desarrollo se utilizó la metodología del modelo en Espiral. Y UML (Lenguaje unificado de modelado) para el modelado. Actualmente la más utilizada en la ingeniería del software, ya que hace uso de un enfoque evolutivo que permite al equipo de trabajo y al cliente entender las necesidades y reaccionar a los cambios que se detectan en cada iteración o espiral [10].

Este modelo de desarrollo incorpora un elemento inexistente en otros modelos, denominado análisis de riesgos y que está definido por cuatro actividades principales que se describen en los cuadrantes de la figura 1.

Planificación se definen objetivos y restricciones, en el análisis de riesgo se identifican y se da solución a los riesgos, en la fase de ingeniería se desarrolla y verifica el producto, del siguiente nivel. Evaluación del cliente, al final se valoran los resultados y se hace la planificación para la siguiente fase.

Durante cada una de las aplicaciones del modelo, se van generando versiones sucesivas del software, y cada iteración, permite obtener un modelo más

completo del software, hasta llegar al sistema final que se pondrá en producción.



Figura 1. Modelo de desarrollo en espiral

Se describen los procesos realizados para desarrollar este dispositivo y la aplicación móvil:

- Se inició con la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales de acuerdo a las necesidades detectadas en el análisis.
- Se continuó con los requerimientos, del diseño y desarrollo del prototipo utilizando los sensores de gas MQ4.
- Se configuró la conexión y se programó el módulo GSM en la plataforma electrónica Arduino para establecer comunicación con el dispositivo móvil.
- De la misma manera, se fue desarrollando la interfaz gráfica de la aplicación móvil utilizando Android Studio.
- Se aplicaron pruebas a los cambios realizados con base a la iteración anterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como lo muestran la estadística, el uso de los gases el mayor consumo que hay es el de gas LP y su uso mayor es a través de la casa habitación. Siendo así es considerable el número de usuarios que tiene contacto con él. Esa misma razón es la que llevó a la creación de una tecnología que contribuya a la detención de riesgos.

El haber implementado esta tecnología, se podrá tener una mejor prevención en posibles siniestros relacionados con las fugas de gas LP inicialmente en tanques estacionarios del mercado Morelos, de la ciudad de Ixmiquilpan, estado de Hidalgo.

Las fases que se siguió fue el análisis, en estas fases se revisaron los requerimientos funcionales y no funcionales, se desarrolló la metodología de software, las entrevistas a los propietarios de negocio del Mercado se realizó la interpretación de esos datos y la entrevista con el presidente del Mercado. En la fase de diseño se crearon los diagramas en UML como fue el caso de uso la siguiente fase, es el desarrollo de la programación y la contrición del modelo, en la fase de pruebas se asistió al lugar a instalar el dispositivo, y en la última fase la de pruebas en esta se realizó con él presidente del mercado Ing. Leopoldo Vargas Álvarez, con dirección en Jesús del Rosal s/n. Centro, 42370 Ixmiquilpan, Hgo. Se realizaron las pruebas de usabilidad, funcionalidad al finalizar genero la constancia del desarrollo de la App terminado.

Se espera más adelante obtener financiamiento para poder instalar estos dispositivos en otros mercados y en otras instalaciones de escuelas, oficinas, hospitales, que almacenen gas LP en tanques estacionarios.

Las metas que se obtendrán con el uso de esta tecnología son:

- Mejorar el control y prevención de siniestros provocados por fugas de gas LP en mercados municipales.
- Disminuir el tiempo de respuesta del personal de protección civil en caso de detectar fugas de gas LP.
- Reducir el riesgo de personas lesionadas por algún siniestro
- Aumentar la confiabilidad de la población y fomentar la cultura de la protección civil.
- Facilitar el proceso de modernización mediante el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

El desarrollo de la investigación considera la siguiente estructura:

Se elaboró una maqueta, que se muestra en la figura 2, en la cual se simula la instalación de tanques estacionarios, en la cual se instaló la placa Arduino para programar el sensor MQ4 MQ4 programando las ppm (partes por millón) para la detección del gas.

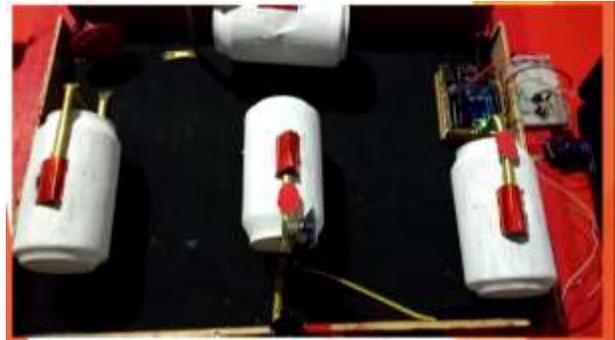


Figura 2. Maqueta del dispositivo

Los sensores tienen la finalidad de enviar la lectura de los datos a un tablero de control el cual contiene un display, para posteriormente transmitir los resultados a la aplicación móvil por medio del módulo GSM, el cual sirve de interfaz entre el dispositivo y el teléfono inteligente, la comunicación es a través de un modem que se conecta con el Ethernet Shield (connects Arduino to the internet in mere minutes). Haciendo la misma comunicación con la plataforma Arduino.

En la figura 3 se muestra el Diagrama de Despliegue el cual permite conocer la arquitectura de los artefactos que conforman este sistema.

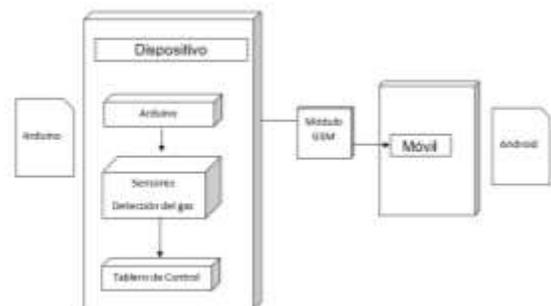


Figura 3. Diagrama de despliegue

Se utiliza también el diagrama de componentes, figura 4, el cual muestra todo este sistema de hardware y software dividido en componentes y cuáles son las dependencias que existen entre ellos.

Finalmente, se muestra en la figura 5, las secuencias de las actividades que se generan durante la operación de este sistema detector de gas, el cual considera los posibles casos que se puedan presentar y el flujo de la información que se da durante estos procesos.

En cuanto a la aplicación móvil desarrollada con Android Studio para teléfonos inteligentes con sistema operativo Android versión 4.0 o superior, en la figura 6 se muestra la Pantalla de Inicio, la cual permite acceder al menú principal, al botón Activar y el botón marcar directamente al número de emergencias 066.

La figura 7 muestra el menú principal de la aplicación, donde se listan las opciones que están programadas

en la aplicación, donde encontramos la selección del color para la aplicación y la elección de los tonos de alarma para las notificaciones.

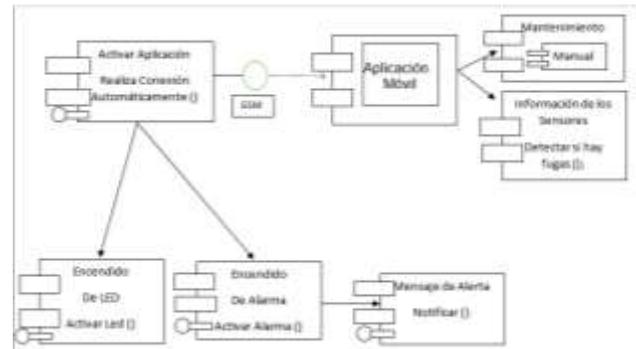


Figura 4. Diagrama de componentes

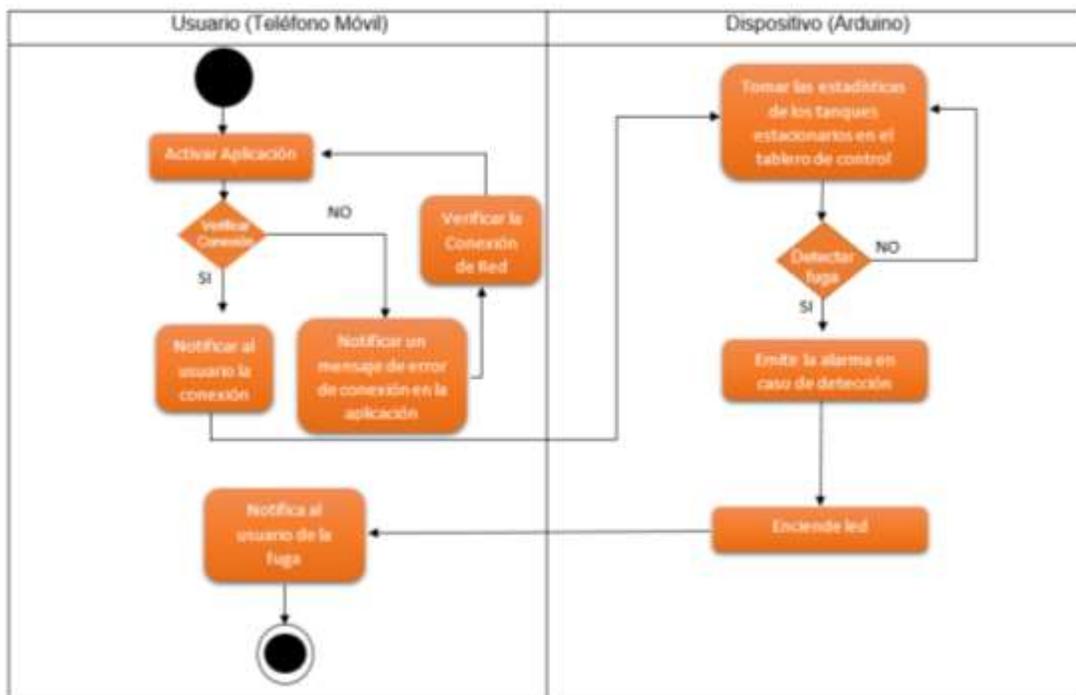


Figura 5. Diagrama de actividades

Al acceder al menú personalización, se observa que se puede cambiar el color de la barra de menú de la aplicación, y que se ilustra en la figura 8.

El menú tono de alarma, (Figura 9), permite elegir el tono de alarma que se emitirá al detectar una fuga, es cuestión de elegir alguna de ellas, escucharla y guardar el tono seleccionado.

Por último, en la pantalla de inicio se tiene acceso al botón ACTIVAR, el cual permite hacer el enlace con el dispositivo detector de gas, esperando sólo la recepción de la notificación de alarma correspondiente, y que se puede ver en la figura 10.

En el trabajo de investigación se le aplicaron pruebas de caja blanca para verificar que las líneas de código de las App funcionen completamente bien y se validen los requisitos funcionales del sistema, como es la entrada y salida de datos por medio de las interfaces. Con esta prueba se garantiza una buena funcionalidad del sistema a entregar.

Las pruebas de caja negra se subdividen a su vez en pruebas de integración que se basa en la construcción de la arquitectura de diseño, las de unidad están relacionadas con la parte interna del sistema que vendría siendo la codificación los casos de pruebas se realizaron en cinco ocasiones teniendo un margen de error del 1 % la validación de la App fue avalada por el cliente y los asesores.



Figura 6. Pantalla de Inicio



Figura 7. Menú Principal



Figura 8. Menú personalización



Figura 9. Menú tono de alarma



Figura 10. Botón activar

Id Caso de Prueba:	AGD-TC-GD01	Tester:	Yesenia Chávez Chávez														
Fecha:	04/03/17	Entorno:															
Sistema:	Dispositivo Gas Detector	Base de datos:	No														
Versión:	1.0	Ciclo:															
Revisión:	1	Pantalla/Modulo/ C. Uso	Caso de uso detectar fuga de gas														
Tipo de Prueba:	<table border="0"> <tr> <td>Caja Blanca</td> <td>Caja Negra</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Estructura de control</td> <td>Interfaz</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Integración Unidad</td> <td>Sistema Validación</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			Caja Blanca	Caja Negra	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estructura de control	Interfaz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Integración Unidad	Sistema Validación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Caja Blanca	Caja Negra																
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																
Estructura de control	Interfaz																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
Integración Unidad	Sistema Validación																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																
Objetivo de la Prueba:	Sensores detecten el gas LP y envíen datos al tablero de control																
Prerrequisitos de la prueba:	<ul style="list-style-type: none"> Los sensores estén ensamblados en los tanques estacionarios. Tener un tablero de control Los sensores tomen el nivel de la fuga en el medio. Los sensores envíen la información correctamente al tablero de control, sin que se pierdan datos. 																
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> Ensamblar los sensores en los tanques estacionarios. Conectar los sensores a la placa de Arduino mediante un tira de pines. Por medio de la placa de Arduino tomar la información obtenida de los sensores y enviarla al tablero de control En el Display se mostrará la información obtenida de los sensores. 																
Resultados Esperados:	<ul style="list-style-type: none"> Los sensores detectan el gas y envían información al tablero de control correctamente, sin que produzca pérdida de datos. Los datos son visualizados en el Display. 																
Resultados Obtenidos:	<ul style="list-style-type: none"> Los sensores detectan el gas y envían información al tablero de control correctamente, sin que produzca pérdida de datos. 																

Figura 11. Caso de pruebas

CONCLUSIONES

El manejo del gas LP es responsabilidad de todos y se debe de realizar desarrollos para evitar el riesgo de personas.

Es de gran importancia utilizar las tecnologías de la información para establecer mejoras en los mercados, centrales de abastos e instituciones, organizaciones, para establecer códigos de seguridad. El trabajo de investigación muestra que al combinar las tecnologías con los riesgos del diario vivir se pueden prevenir en áreas de oportunidad para evitar accidentes, en este caso, prevenir fugas de gas LP en tanques estacionarios.

El desarrollo, ha requerido de gran investigación y arduo trabajo, así como profundizar en otras áreas del conocimiento para poder utilizar recursos como lo es Arduino.

Así mismo, el saber que existen espacios para dar a conocer nuevas ideas, e investigaciones, impulsa a seguir desarrollando proyectos que contribuyan en pro de la sociedad. En específico en este proyecto se

trabajó con un sensor y un teléfono móvil que tienen comunicación a través del módulo GSM, con el fin de mandar mensajes para verificar los estados de los tanques, y al mismo tiempo que suene la alarma, y en caso de un incidente mayor se activa el encendiendo de LEDs de alerta en el móvil, permitiendo con ello prevenir accidentes. Esta es una forma de proteger a las personas que tienen una cercanía con los sitios de almacenamiento de gas LP, al tener un adecuado control en caso de presentarse fugas de gas.

Las cinco pruebas aplicadas en el mercado Morelos de Ixmiquilpan, Hidalgo fueron registradas por medio de una métrica para medir la funcionalidad portabilidad robustez como mecanismo de calidad en el desarrollo, siendo el presidente quien dio fe y legalidad del funcionamiento del sistema de alarma.

En conclusión, la investigación que fue de ciencia aplicada utilizando metodologías para su desarrollo concreta los trabajos académicos de la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital al contribuir con la región en el uso y manejo de las tecnologías de Información y Comunicación.

REFERENCIAS

1. Prospectiva de gas LP 2016- 2030 Secretaria de Energía SENER, Marco normativo y de Políticas de las Energías Renovables, pág. 17-18.
2. Prospectiva de gas LP 2016- 2030 Secretaria de Energía, Autoabastecimiento pág. 111, 114 SENER.
3. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos.
4. Senado de la república, Gobierno Federal 2013, Modelo de transporte, almacenamiento y distribución de hidrocarburos y sus derivados. 15, 20. noviembre 2017.
5. Detector GD 383, instruments, El detector de fugas GD 383, diciembre 2017.
6. Detector de fugas Gasman N, España, 2017. Detector de fugas de gas único para la protección personal con logger de datos, software y cable de datos ATEX II 1G EEx ia IIC T4 / ATEX II 2G EEx ia d IIC T4 (EEx ia (d) IIC T3/T4).
7. Medidor de gas Tetra Mini, medidor de gas múltiple con autorización ATEX / homologado por gas natural, noviembre 2017.
8. Detector Securi SAT, Detección de fugas de gas sin guía, consultado diciembre 2017 de Detector Securi.

9. Ingeniería de software. un enfoque práctico (pressman 5th ed). (s.f.). Recuperado el 29 de octubre de2013, www.ingenieria-de-software-un-enfoque-prctico-pressm.com.
10. Roberto H. (2001) Metodología de investigación, Capitulo 7 Diseño de la investigación 195,212. Cuarta edición. Editorial Mac Graw Hill.