



ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

Tema:

PROTOTIPOS IOT DE MONITOREO Y CONTROL DE FUGAS DE GLP EN DOMICILIOS

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en de Tecnologías de la Información

Línea de Investigación:

Inteligencia Artificial, Robótica, Domótica y/o Sistemas Expertos

Autor:

Bryan Paúl Sánchez Pazmiño

Director:

Ing. Mg. Daniel Marcelo Acurio Maldonado

Ambato – Ecuador

Abril 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO
HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

PROTOTIPOS IOT DE MONITOREO Y CONTROL DE FUGAS DE GLP EN
DOMICILIOS


Línea de Investigación:

Inteligencia Artificial, Robótica, Domótica y/o Sistemas Expertos

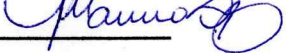
Autor:

Bryan Paúl Sánchez Pazmiño

Daniel Macelo Acurio Maldonado, Ing. Mg.
CALIFICADOR

f. 

Galo Mauricio López Sevilla, Ing. Mg.
CALIFICADOR

f. 

Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.
CALIFICADOR

f. 

Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.
DIRECTOR ESCUELA DE SISTEMAS

f. 

Hugo Rogelio Altamirano Villaroel, Dr.
SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. 


Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
**SECRETARIA GENERAL
PROCURADURÍA**

Ambato Ecuador
Abril 2022

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, **Bryan Paúl Sánchez Pazmiño** portador de la **CC. 180517195-4**, autor del trabajo de graduación intitulado: "PROTOTIPOS IOT DE MONITOREO Y CONTROL DE FUGAS DE GLP EN DOMICILIOS", previa a la obtención del título profesional de INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION, en la escuela de INGENIERÍA EN SISTEMAS.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontifica Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos del autor.
2. Autorizo a la Pontifica Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ambato, abril 2022



Bryan Paúl Sánchez Pazmiño

CC. 180517195-4

AGRADECIMIENTO

Agradezco este trabajo principalmente a mis padres. Ellos fueron y siguen siendo mi inspiración para ser un hombre, al igual que un profesional exitoso y de bien. De igual manera, se merecen un agradecimiento mis hermanas y mis primos, los que han sido soporte incondicional en el proceso de mi formación académica y personal.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo realizado a todas las personas que formaron parte de mi educación, debido a ellos he aprendido muchas cosas nuevas, he mejorado mi apetito de investigar y he aprendido a dar todo de mi para resolver mis problemas.

Así mismo, dedico este trabajo a mis padres, a su constante esfuerzo de educarnos a mí y a mis hermanas, a apoyarnos en todo lo que necesitemos para de esta forma llegara a ser mucho más exitoso de lo que ellos son en este momento.

RESUMEN

Este trabajo de investigación va enfocado a los usuarios que no tienen conocimiento de lo que sucede con el sistema de gas licuado de petróleo de uso doméstico. Por esta razón, se propone advertir al usuario sobre situaciones imperceptibles a simple vista o intuición. De esta forma, se plantea el objetivo general de diseñar un prototipo IoT de monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios. En cuanto a la metodología general del proyecto, se divide en dos secciones que contemplan el sector de investigación y el sector de desarrollo. Para la parte investigativa de este proyecto, se establece una investigación cualitativa, en donde, se caracteriza a los usuarios de GLP de la ciudad de Ambato por medio de una ficha de observación tomada de diferentes domicilios de sector planteado. Correspondiente a la metodología de desarrollo, se utiliza la metodología de desarrollo de software (Prototipado). Ésta cuenta con cinco etapas, las cuales son: recolección de datos y requerimientos, Modelado, Desarrollo y evaluación, refinación del proyecto y entrega final, las que, se cumplió de forma satisfactoria. En conclusión, después de la aplicación de las metodologías de investigación y desarrollo, se llegó a diseñar un prototipo IoT de monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios completamente funcional. Fue evaluado por los expertos del cuerpo de bomberos de Ambato del cual, se obtuvieron resultados favorables y felicitaciones verbales por parte de todo el equipo.

Palabras clave: internet de las cosas, recursos de gas, prototipo, diseño, Información y comunicación.

ABSTRACT

This study focuses on users who do not know what happens with the liquefied petroleum gas system for domestic use. For this reason, it is planning to warn the user about imperceptible situations to the naked eye. In this way, it is proposed the general objective of designing an IoT prototype for monitoring and control of LPG leaks in homes. Regarding the general methodology of the project, it is divided into 2 sections that contemplate the research section and the development section. For the investigative part of this project, a qualitative investigation is established, in which the LPG users in the city of Ambato are characterized using an observation file taken from different addresses in the proposed city. Regarding the development methodology, the software development methodology (Prototyping) is applied. This has 5 stages, which are: data collection and requirements, Modeling, development and evaluation, project refinement, and final delivery, which were fulfilled satisfactorily. In conclusion, after applying research and development methodologies, a completely functional IoT prototype has been designed to monitor and control LPG leaks in homes. It was evaluated by the experts of the Ambato fire department from which favorable results and verbal congratulations were obtained from the entire team.

Key words: internet of things, gas resources, prototype, design, information, and communication.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	8
1.1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL IOT	8
1.2. USO Y MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE GLP EN ECUADOR.....	13
1.3. PARTES Y MECANISMOS IOT PARA DESARROLLO DEL PROYECTO	19
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	26
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS USUARIOS DE GLP DISTRIBUIDO POR BOMBONAS EN ECUADOR.....	26
2.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	27
2.3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO	29
2.3.1. Recolección de requerimientos y datos.....	32
2.3.2. Modelado.....	36
2.3.3. Desarrollo y evaluación	40
2.3.4. Refinamiento del prototipo.....	48
2.3.5. Entrega final	53
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y EVALUACIÓN.....	56
3.1. MÉTODO DE EVALUACIÓN.....	56
3.2. RESULTADOS DE EVALUACIÓN	57
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	61

BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	66
ANEXO 1. FICHA DE OBSERVACIÓN DIRECTA	66
ANEXO 2. CÓDIGO 1 DE SENSOR IoT	68
ANEXO 3. CÓDIGO 1 DE ACCIONADOR IoT	70
ANEXO 4. CÓDIGO 2 DE SENSOR IoT	72
ANEXO 5. CÓDIGO 2 DE ACCIONADOR IoT	75
ANEXO 6. ENCUESTA PARA VALIDACIÓN POR EXPERTOS	77
ANEXO 7. PLANO Y DESPIECE DEL SENSOR	79
ANEXO 8. PLANOS Y DESPIECE DEL ACCIONADOR	81

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, es de conocimiento general que, en la mayoría de las ciudades, es utilizado el GLP (gas licuado de petróleo) para realizar muchos trabajos, entre estos, se distingue los más cotidianamente utilizados en domicilios como lo es cocinar y calentar el agua potable. La forma en la que las personas adquieren este servicio de primera necesidad es por medio del intercambio de bombonas. Existen vehículos que transportan bombonas de GLP y al momento de vender, los comerciantes cambian un tanque lleno por uno vacío. Al llegar la bombona llena a los domicilios, las personas conectan estas a sus diferentes sistemas de distribución. Existen 2 tipos de instalaciones para distribución de GLP dentro de un domicilio. El primer tipo de instalación es con diferentes tipos de válvulas, las que, se encargan de regular el flujo y la presión de todo el sistema. En el segundo tipo de conexión las personas, se dirigen por un sistema un poco más sencillo y económico, este consiste en conectar una manguera de alta presión a una sola válvula que controla el flujo, abre paso a la bombona y regula la presión necesaria para los equipos domésticos, distribuir el GLP en sus domicilios.

Desde la antigüedad las personas siempre han buscado permanecer seguras ante cualquier riesgo. Esta necesidad provocó el desarrollo de artículos que han permitido alertar accidentes como, por ejemplo, campanas, sirenas, alarmas, entre otros. Mientras la tecnología más se desarrollaba, estos sistemas, se han combinado y evolucionado hasta tal punto que las alertas cuentan con su propio accionar en algunos casos de emergencia, y todo esto, se debe al desarrollo de nuevas tecnologías, entre estas el IoT (Internet of Things) o también conocido en español como "internet de las cosas". Sobre este concepto Álvarez & Santoyo (2017) comentan que esta nueva tecnología permite que objetos cotidianos, se comunican entre sí.

Quiere decir que cualquier objeto por más cotidiano que sea cuenta con la capacidad de generar información, la que, se recolecta con una muy amplia variedad de sensores y es compartida con mucha facilidad en la red.

El IoT tiene como objetivo el compartir con el usuario cualquier información que lo rodee como mantener alerta de cualquier situación problemática que sería imperceptible para esta misma persona. El IoT trabaja con servidores online que permite la conectividad y comunicación entre dispositivos, los cuales por medio de detecciones y comandos tienen la capacidad de ser autónomos y seguir las reglas del cliente. Es tan popular para el futuro que Álvarez & Santoyo (2017) están de acuerdo en afirmar que esta nueva tecnología es una revolución que permite el obtener, analizar e incluso distribuir datos colectados.

La tecnología tiene la cualidad de ser escalable y de cumplir con un desarrollo bastante rápido. Estas cualidades hacen que el hombre moderno este en constante actualización. De este modo, se dice que los avances realizados mejoran la interacción entre el humano y la máquina, al ser ahora la tecnología la mayor herramienta del ser humano. Esta gran herramienta cumple la función de mejorar la vida del ser humano dentro de todas sus ramas y que mejor el adentrarse en la seguridad y el bienestar del hombre. De esta manera, se presenta dentro del ámbito internacional un ejemplo de cómo brindar mayor seguridad en el hogar, en el que Alvarez (2018) demuestra su objetivo de “Implementa una válvula de control remoto para la regulación del flujo de agua y gas en una vivienda.” p.5. Para que este objetivo sea cumplido a su totalidad el autor desglosa su objetivo general en los siguientes específicos:

- “• Acondicionar un sistema mecánico para controlar el flujo con interacción electrónica.
- Diseñar plataforma de software con el fin de controlar la válvula.
- Implementar e integrar los circuitos electrónicos que requiere el sistema.
- Documentar el proceso de integración e implementación y puesta en marcha.” p.5

En este trabajo el autor desarrolla todos sus objetivos con metodologías a la altura del proyecto, lo cual deja como prueba que este tipo de sistemas son un buen ejemplo base para desarrollo de nuevos proyectos. El autor demuestra como conclusión de su trabajo, Alvarez (2018) que la domótica es un gran recurso dentro del área de la tecnología por la forma en que esta permite automatizar muchos tipos de sistemas. Es importante recalcar que la domótica evolucionó al termino de IoT al que hace referencia este trabajo.

De igual forma en Colombia, según la investigación de Betancourt & Gómez (2015) manifiestan su enfoque al uso de del IoT con respecto al cumplimiento de su objetivo el cual tiene la meta de “Desarrollar un sistema de vigilancia aplicando conceptos de la internet de las cosas y el uso de servidores privados de almacenamiento que permita la captura y transferencia en tiempo real de imágenes y asegure su acceso y disponibilidad de manera remota en un dispositivo móvil.”p.20 en el que, se aprecia un enfoque directo y concentrado en la mejora del tiempo de respuesta debido al uso de un servidor propio. Este concluye en que la velocidad de sincronización con respecto al servidor es muy independiente de la conexión a internet que tenga cada dispositivo y es limitante en un sentido de bajo control.

Al entrar más en contexto de este proyecto, a nivel internacional Sánchez & Rodríguez (2008) desarrollaron un proyecto enfocado a prevenir desastres por fugas de gas con un sistema automático. Entre sus objetivos específicos estos hacen referencia al uso de electroválvulas como seguridad del sistema total de gas. De igual manera mencionan que uno de sus objetivos es el optimizar los sensores de gas para aumentar la seguridad en la vivienda. Como conclusiones, los autores mencionan que el proyecto cumple con el objetivo de disminuir accidentes por inhalación, sin embargo, la automatización del dispositivo genera rango de tiempo mayor para la atención de accidentes por fuga de gas. Como positivo, se obtiene que es un producto de costo bajo y disponible para cualquier usuario.

En el ámbito nacional nacionales, Mecía (2018), en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas, desarrolló un “Dispositivo de monitoreo basado en el internet de las cosas que obtenga evidencias de lo que acontece en el barrio 20 de noviembre de la ciudad de esmeraldas y genere una alarma de alerta en el mismo”p.1 , debido a la inseguridad del sector, se diseñó un prototipo de seguridad comunitaria que utilice el internet de las cosas para dar a conocer algo extraño, al crear una interconectividad entre los dispositivos tecnológicos que realizan varias actividades, como el monitoreo., se creó una alerta comunitaria en conjunto con la Policía nacional, para resguardar la integridad de los individuos que habitan en el sector. Como conclusión este trabajo llego a cumplir su objetivo de brindar una mejor seguridad al emitir alarmas y alertar a las autoridades en momentos oportunos los cuales brindaron mayor tranquilidad a la comunidad.

Por otro lado, en la Universidad de las Américas Valle(2019) agrega un nuevo enfoque de computación en la niebla a los sistemas IoT con el objetivo de “Desarrollar un sistema de vigilancia aplicando conceptos de la internet de las cosas y el uso de servidores privados de almacenamiento que permita la captura y transferencia en tiempo real de imágenes y asegure su acceso y disponibilidad de manera remota en un dispositivo móvil.” p.15. Sin embargo, al final el autor concluye que este sistema de computación en la niebla solamente es una extensión de la computación en la nube, con la característica que los dos sistemas en conjunto estos tienen la facilidad de reducir tiempos de respuesta si la información más importante es procesada de forma local. Esto es algo bastante importante al tomar en cuenta que para un sistema de seguridad el tiempo es lo primordial.

Dentro de la misma temática, Benavides (2020) en Ibarra presentó el proyecto de titulación que tiene como objetivo el “implementar un dispositivo inteligente con tecnología móvil para la detección y prevención de accidentes causados por fuga de gas que es usado en los hogares.”p.15 Este trabajo tiene una gran importancia debido a su procedencia, este dispositivo creado fue tomado en cuenta con respecto a un sector semejante al que, se va a tratar y, se centra en la misma problemática

planteada. Este trabajo da paso al desarrollo del presente prototipo de IoT que, se desea desarrollar. Como base este trabajo concluye que fue posible implementar un dispositivo que envía notificaciones de detecciones de posibles fugas dentro de los hogares. También dejan como base que existe una gran importancia entre la integración de las tecnologías Android y Arduino de forma que estas doten con más funciones a los sistemas de detección de fugas para brindar mejores prestaciones. Es bastante importante el recalcar la importancia de las conclusiones de estos trabajos. La gran mayoría de trabajos aporta con referencias positivas a la tecnología IoT. Es una tecnología que, se encuentra en proceso de desarrollo y aporta grandes avances a la sociedad, tal como, se pudo mencionar. El IoT son importantes en muchas ramas, sin embargo, en la seguridad es una de las herramientas que aportan un gran apoyo al ser humano.

En el paso del tiempo las personas han tenido la necesidad de cocinar sus alimentos, crear fuego, controlarlo y hasta transportarlo. En la actualidad existen varias formas de generar la combustión necesaria para saciar las tareas diarias. Una de estas y de las más populares en Ecuador para la vivienda es el gas licuado de petróleo (GLP) transportado por bombonas. Adicionalmente, en los hogares, se tienen una gran variedad de instalaciones del gas al ser la válvula el elemento primario de estas.

Según Jácome (2015) cada 82 horas existen deflagraciones y explosiones debido al GLP en la ciudad de Quito. Estos accidentes suceden debido a varios factores, uno de estos las válvulas. Estas, se encargan de fijarse al tanque de gas, abrir paso al contenido y regular la presión y flujo del GLP. Sin embargo, al ser la mayoría de estas solo de función mecánica, no existe un sistema que controle alguna fuga o filtración del contenido, que causa los accidentes en algunos casos.

Los usuarios no tienen conocimiento de lo que sucede con el sistema de gas de la casa. Por esta razón, se propone advertir al usuario sobre situaciones imperceptibles a simple vista o intuición. Existen dispositivos que permiten alertar

fugas de GLP de forma local por medio de alarmas, luces, etc. Lamentablemente no hay un sistema basado en IoT que permita un control de lo que sucede en el domicilio de forma remota.

Con los antecedentes señalados, se escribe el problema científico como pregunta: ¿Cómo contribuye un prototipo IoT en el monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios?

La pregunta de investigación planteada hace referencia a una problemática de seguridad que influye directamente hacia el bienestar de las personas que, se encuentran en contacto directo con las emisiones o fugas que existen en la distribución del GLP en el Ecuador. Al pensar en una solución, se plantea la idea a defender de que un prototipo IoT permite el monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios.

Objetivo general

Para cumplir con la idea propuesta, el objetivo general de esta investigación es diseñar un prototipo IoT de monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios.

De este modo, se plantean objetivos específicos que aporten a esta meta:

1. Reconocer las características mecánicas de la estructura de las conexiones domesticas para control de flujo de GLP.
2. Determinar las características que resume un sistema IoT para monitoreo de fugas de gas.
3. Aplicar la metodología de desarrollo de software (prototipado) en un prototipo IoT de monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios.

De acuerdo con los objetivos propuestos, la metodología de investigación abordada plantea el proceso de cualificación de resultados con respecto a los trabajos previos observados, de modo que estos lleguen a demostrar mejoras y una notoria evolución en el prototipo presentado. Dentro del área de desarrollo, se plantea el uso de la metodología de modelo de desarrollo de software prototipo. De esta manera desarrollar un buen dispositivo con los programas y equipos adecuados en el menor tiempo posible y con los recursos mínimos.

Las ventajas de los dispositivos IoT son su reducido tamaño, cuenta con bajo consumo de recursos y tiene una alta disponibilidad. De este modo es posible siempre estar alerta del monitoreo de cualquier circunstancia. Es también eficiente que un sistema tenga una respuesta rápida y directa en situaciones de peligro al ser así los dispositivos IoT capaces de cumplir con esta labor. Este proyecto tiene beneficiario directo de estas ventajas, a cualquier persona que tengan el deseo de mejorar la seguridad en su vivienda y cuente con conexión a internet. Lo que se quiere realizar con este proyecto es que las deflagraciones y explosiones dentro de las viviendas llegarán a evitarse y detectarse antes de que estas llegaran a afectar la vida de las personas que usan como sustento el GLP.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

A continuación, se exponen en detalle todos los temas relacionados de este trabajo de titulación, estos son: Origen y evolución del IoT, GLP en Ecuador y GLP e IoT. Con la idea de ampliar toda la temática relacionada a la idea principal del proyecto. Es importante saber sobre el contexto del proyecto de forma que sea más fácil desarrollar de forma correcta y evitar problemas que otros investigadores hayan encontrado.

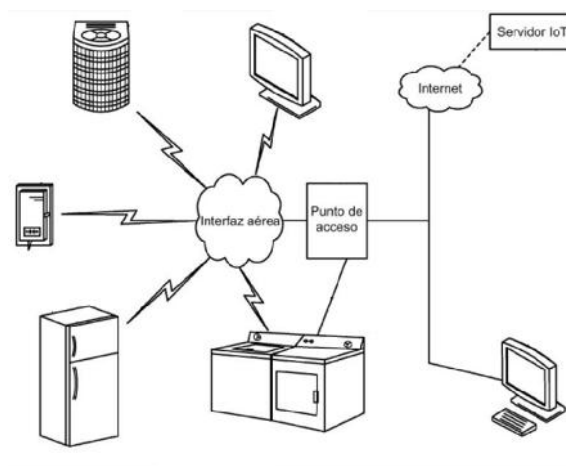
1.1. Origen y evolución del IoT

El IoT o Domótica son términos que existen muchos años, sin embargo, en la actualidad estos han llegado a tener mucha más acogida por los usuarios. Rose, Eldridge, & Champin (2015) definen el término IoT como “escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad de cómputo, se extienden a objetos, sensores y artículos de uso diario que habitualmente no, se consideran computadoras”. En otras palabras, Espinoza, Pérez & Peralta (2017) explican que las IoT “permite la interacción entre personas, entre objetos y entre personas con objetos en referencia a la interconexión en red de los objetos cotidianos que a menudo están equipados con inteligencia ubicua” p.7. De esta forma, se da a entender las definiciones anteriores a el IoT como la interconexión de objetos de uso común que difunden, comparten y capturan datos entre ellos y con los seres humanos.

Para entender un poco más este concepto, se representa de manera grafica tal como, se lo observa en la figura 1, en donde, se aprecia un esquema en donde estos dispositivos, se interconectan.

De esta forma, se entiende que los objetos más comunes de un hogar son capaces de conectarse a la red con el único objetivo de brindar y compartir datos de su entorno para agilidad y beneficio de los seres humanos. Así mismo es bueno entender que uno de los objetivos del IoT es que estos objetos brinden datos que faciliten al usuario a entender de mejor manera su alrededor, de la forma más sencilla y siempre al tratar de usar la menor cantidad de recursos posibles.

Figura 1. Esquema de conectividad IoT



Fuente: Modificado a partir de (España Patente nº 2622160, 2017)

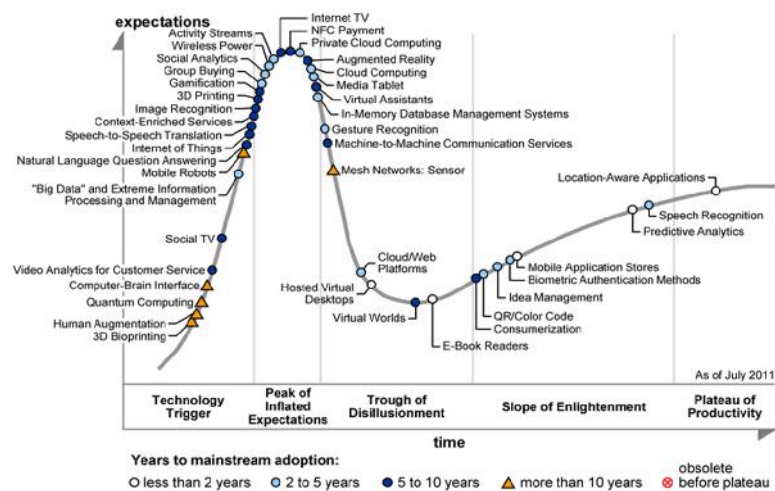
El origen de este concepto ya tiene algunos años en vigencia. Según Rose, Eldridge & Chapin (2015) el británico Kevin Ashton en 1999 hizo la primera mención de este término como descripción de un sistema en el que objetos cotidianos, se conectarían a la red por medio de sensores. Desde ese punto nace la gran idea de lo que ahora, se conoce como IoT.

Después de la primera mención del término, la ITU (International telecommunications union) que, en español, se entiende como Unión Internacional de Telecomunicaciones, publicó el primer artículo en donde habla sobre este tema, como se compone y en general a que se refiere el término. Ahora con este artículo ya finalmente, se conceptualiza y, se tiene claro de que hace referencia el IoT. La ITU (2005) en lo publicado, expresa su visión de la tecnología a futuro, como los aparatos iban a ser a la para que más convenientes en relación con la cantidad de servicios que estos brindarían. De ese modo, esta organización no, se equivocó, En comparación un teléfono celular tiene muchas más funciones que un simple teléfono como, se lo conocía no hace unas 2 décadas atrás y existen unidades de costos módicos y accesibles para la población.

Estos dispositivos no solo ayudan a la población a estar más conectados, si no. Ayudan a que la idea de las IoT sea cada día más posible.

En 2007 Steve Jobs desarrollo el iPhone. Este dispositivo lanzo el mercado a un nuevo mundo de oportunidades de desarrollo. Este compacto celular contaba con conectividad bluetooth, wifi, y a la red móvil GSM. El desarrollo y lanzamiento al mercado, obligo al resto de fabricantes a impulsar un desarrollo que hasta la fecha sigue en crecimiento y cada vez mejor. La conectividad que brindan ahora estos smartphones sirven como base o centro de gestión portátiles con los que, se manejan los últimos dispositivos en el mercado que cuentan con tecnología IoT.

Figura 2. Gartner's Hype Cycle



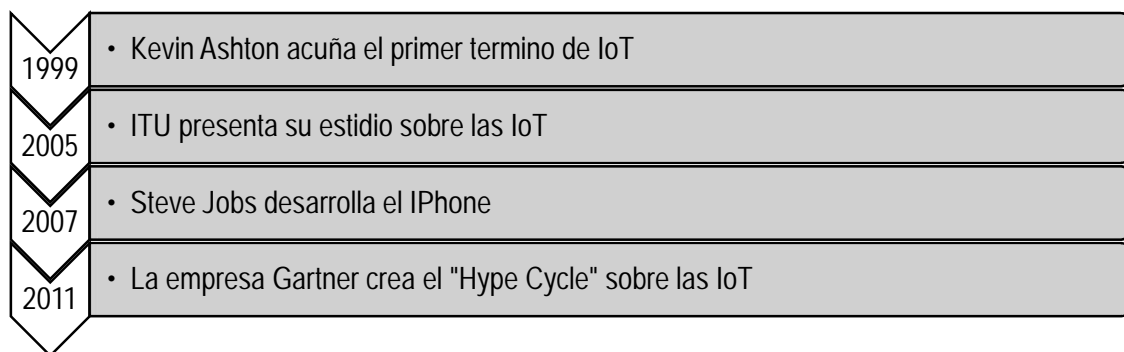
Fuente: Tomado de Gartner (2011)

Desde 2011 la línea de desarrollo en las IoT, se dispersa de un modo en el que cada empresa empieza con desarrollos independientes, dispositivos que van desde relojes inteligentes, focos inalámbricos, incluso tomacorrientes controlables con cualquier celular inteligente. Sin embargo, en este mismo año Gartner desarrolló una curvatura en la que, se expresa los desarrollos a futuro al tomar en cuenta las tendencias actuales. Este "Hype Cycle", como, se observa en la Figura 2, es una

gráfica que demuestra predicciones de desarrollos tecnológicos que, se dan dé cuenta con desarrollos que van desde televisión social, hasta el IoT.

Seguido hasta la actualidad existieron muchos desarrollos enfocados a este tema. No obstante, el concepto que engloba a IoT, no, se modificó de ninguna manera. Finalmente, se dice que, en la actualidad, la humanidad ya, se encuentra en convivencia con el concepto de IoT. Esto hecho realidad por los diferentes fabricantes que tratan de mejorar la vida a los usuarios de modo que estos tengan mayores libertades de realizar sus trabajos domésticos y profesionales de forma más ágil y rápida. Al final como resumen, se muestra en la Figura 3, los puntos más importantes de la conceptualización de las IoT.

Figura 3. Línea del tiempo de las IoT



Fuente: Modificado de Simon IOT (2020)

Si hablamos de IoT en la actualidad, es posible que hagamos referencia a cientos de miles de dispositivos que ya, se encuentran creados, configurados y en funcionamiento a nivel mundial. Cada uno de estos dispositivos interconectados comparten información con el usuario dueño del equipo de modo que sea un beneficio para el usuario, tal como ya, se lo mencionó.

De una manera un poco más complicada de la que, se encuentran beneficios, es posible encontrar una o dos desventajas en los dispositivos IoT. Rose, Eldridge, & Champin (2015) coinciden en que una de las grandes dificultades que en ese tiempo

existió fue el costo de desarrollo de estas herramientas tecnológicas. Sin embargo, en la actualidad ese concepto del costo de desarrollo es mucho menor, se cuenta con infraestructuras ya desarrolladas de bajos costos, e incluso plataformas libres de trabajo como lo es la de Arduino, Zetta, Open Remote, entre otras. Este tipo de plataformas brindan diversos tipos de códigos abiertos para desarrollo de cualquier usuario.

Salazar & Silvestre (2016) expresan de manera asertiva que “La selección de las características de seguridad y mecanismos continuará siendo determinado por el impacto en los procesos de negocio; y las contrapartidas estarán entre el tamaño del chip, el coste, la funcionalidad, la interoperabilidad, la seguridad y la privacidad” p.33. Dicho de otra manera, la seguridad en la conectividad de los IoT es una vulnerabilidad en cuanto a que existen sistemas sencillos que, se enfocan en ahorrar costos para obtener un producto económico. Por otra parte, la seguridad depende del fabricante, esto quiere decir que es posible generar un producto IoT más seguro, al sacrificar un poco el costo de producción.

En la tabla 1 es posible ver las ventajas y desventajas de los dispositivos IoT de manera resumida. Es importante recalcar que en la actualidad el campo de desarrollo de estos equipos y evolucionar de manera exponencial. Por lo tanto, muchas de las desventajas que eran muy notorias, en el presente son posibles solucionarlas de una forma sencilla. De este mismo modo, se considera que a un futuro este tipo de problemas sean solucionados de forma permanente.

Tabla1. Ventajas y desventajas de las IoT

Ventajas	Desventajas
Altos costos de desarrollo (solucionado)	Conexión a Internet
Reducción de la intimidad	Alta productividad
Requiere de una inversión	Ahorro de tiempo
La información no, se encuentra cifrada (depende del desarrollador)	Comunicación con el entorno

Fuente: elaboración propia

1.2. Uso y métodos de distribución de GLP en Ecuador

El gas licuado de petróleo (GLP) es un compuesto de diferentes químicos derivados del petróleo. Repsol (s.f.) en su página web explica la historia del descubrimiento del GLP. Ellos comentan que:

Se comprobó que la gasolina sin refinar se evaporaba muy fácilmente cuando estaba almacenada.

Una investigación del químico estadounidense Walter Snelling, en el año 1911, demostró que la causa de dicha evaporación era la presencia de propano y butano en el combustible. Esto le llevó a desarrollar un sistema que permitía separar estos gases de la gasolina y licuarlos al aplicarles cierta presión. Así surgió lo que hoy conocemos como el GLP o Gas Licuado de Petróleo. p.1. De este modo, es como a partir de ese año las personas, se adaptaron al uso de este combustible para diferentes trabajos.

Para ser más específicos en cuanto al proceso que estos gases pasan para ser licuados. Peralta (2003) especifica que “el GLP en forma líquida es 250 veces más denso” p.13. Esto quiere decir que para mezclar estos derivados del petróleo es necesario presurizar estos compuestos a una presión mucho mayor que la del ambiente. De igual manera es posible conseguir este compuesto de 2 formas, el gas natural ya obtenido del ambiente o de la refinación del petróleo. Es importante comentar que el gas natural es muy complicado el almacenamiento y en Ecuador, se encuentra un yacimiento en el Golfo de Guayaquil. Por otro lado, el gas derivado del petróleo es mucho más sencillo de almacenar y transportar, por lo que el costo del producto final es mucho más conveniente.

Existen diferentes formas en las cuales es posible la distribución de este hidrocarburo. Varían desde transportes de tanqueros, líneas interconectadas de distribución y bombonas individuales. Para contexto nacional, la forma más utilizada

y común es por medio de bombonas recargables como, se lo observa en la Figura 4. Este método de distribución consta en intercambiar bombonas vacías por bombonas llenas de GLP a un costo de 3 USD actual, subsidiado y accesible para cualquier persona natural.

Figura 4. Bombonas de distribución de GLP domestico



Fuente: Tomado de Izurieta (2019)

En cuanto, se refiere al contenido de la bombona, se comercializa 3 diferentes tipos de hidrocarburos. En Estados Unidos es de conocimiento general que, se distribuye el propano y en otros países, se encuentra que, se distribuye butano. Sin embargo, en Ecuador la distribución es de una mezcla de 70% propano y 30% butano. Según lo que menciona Peralta (2003)

El GLP para uso estándar de calefacción y para propósito de uso doméstico generalmente consiste en una mezcla de propano y butano. El propano comienza a evaporarse por encima de los 45 C por lo que es el gas más versátil para uso general. El butano comienza a evaporarse por encima de los 2 C y en ambientes fríos, se requiere de una mezcla de propano/butano, el butano no se evapora tan rápidamente como el propano, es el componente gaseoso preferido particularmente para el uso industrial donde, se requiere una alta capacidad 15

de evaporación rápida. Por otro lado, el butano es 12% más pesado (denso) que el propano, por lo que es posible transportarlo y almacenar más butano (en peso y por lo tanto energía térmica) para un volumen líquido dado. p.14

Una vez envasada esta mezcla de hidrocarburos la venta al usuario se da desde camiones que recorren la ciudad e intercambian bombonas vacías con llenas, como ya, se mencionó anteriormente. Sin embargo, el trato que estos comerciantes tienen con las bombonas y con los camiones de transporte son bruscos a modo que los transportes cuentan con marcas notorias del trato. En la Figura 5 es notorio el deterioro del vehículo al igual que algunas de estas bombonas.

Figura 5. Transporte de bombonas en Ambato



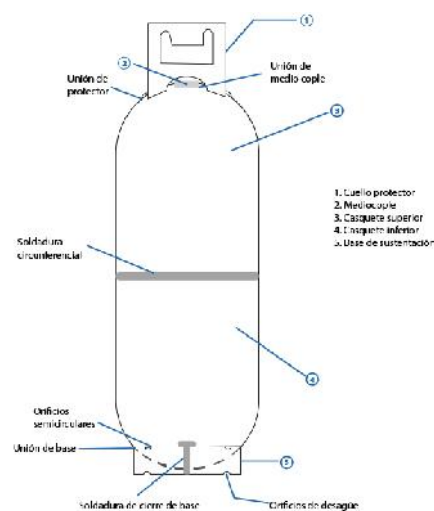
Fuente: Diario La Hora (2012)

Hay que tomar en cuenta que la imagen obtenida es del 2012 y en la actualidad La agencia de regulación y control hidrocarburífero del Ecuador en 2017 en su regulación RE-2017 005 declara que para el funcionamiento de los centros de distribución mixtos de GLP cuentan con los certificados de: medición de espesores (certifica que el espesor del tanque no supere el mínimo y que siga apto), el cual, se da cada 5 años, previo al registro del centro y en caso de modificaciones o reparaciones de estos; así mismo, el certificado de calibración de las válvulas de

seguridad en tanques el cual, se obtiene de la misma forma que el certificado anterior.

Para ser un poco más claro en cuanto, se refiere a la composición de la estructura de un tanque o bombona, en la Figura 6, se detalla de mejor manera sus partes, sus componentes y la forma de cómo son ensamblados los tanques que, se utilizan mayormente en la ciudad de Ambato.

Figura 6. Esquema de bombona de dos cuerpos



Fuente: Grupo Propagas (s.f.)

Este método de distribución, al igual que el contenido en la proporción indicada, como, se lo observa, ya tiene mucho tiempo en distribución. Sin embargo, en el 2020 según Toranzos (2021) “se reportaron 55 incidentes de este tipo, este año, en menos de cinco meses ya, se han atendido veintisiete deflagraciones de GLP” p.1. Estas son cifras que preocupan a las autoridades del distrito metropolitano de Quito, a las que pertenecen las cifras de los incidentes ocurridos en las fechas pasadas. Pero ¿Cuáles son las principales causas de estas deflagraciones y explosiones? El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2015) responde esa

pregunta por medio de una recolección de datos, en donde refleja que las principales causas son:

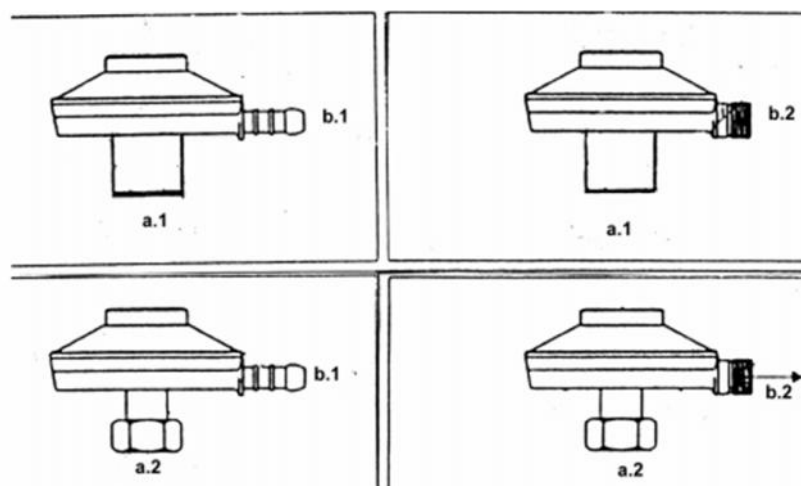
Corrosión. Muchos tanques están expuestos a la intemperie y la acción del agua de lluvia o el viento pueden producir fugas que, al entrar en contacto con alguna fuente de calor, desencadenen la explosión.

Sobrecalentamiento. Al someter a los tanques de gas a temperaturas elevadas, su superficie metálica, se puede sobrecalentar y expandirse al punto de explotar.

Malos manejos. Al transportar, manipular o instalar un tanque de gas, se pueden presentar golpes, caídas u otros accidentes que afecten la superficie del mismo.
p.1

Estos factores hacen referencia mayormente al mantenimiento de los equipos de distribución interna del GLP, tales como conexiones, válvulas, reguladores, los cuales, se observa en la figura 7, en donde demuestra el tipo de acoplamiento que existen normalizados en Ecuador.

Figura 7. Acoplamientos de entrada y salida



Fuente: (Ecuador Patent No. 1686, 1998)

Para entender la Norma INEN 1686 que, se refleja los tipos de acoplamientos que, se rigen las empresas fabricantes de reguladores de presión en Ecuador, es importante diferenciar las 2 formas en las que estos sistemas, se acoplan en cuanto a lo que es la salida y la entrada del GLP. Como, se ven la figura 7. El diagrama a. 1 y a. 2. hace referencia al sistema de acoplamiento para entrada del GLP. Este, se conforma por acople rápido y acople roscado, respectivamente. Para la salida, de igual manera, se muestra los literales b. 1y b. 2 como referencia al primero como salida para manguera flexible y el segundo como salida rosca para cañería de gas los cuales son mayormente conocidos por formar parte en sistemas centralizados de gas, como, se muestra en la figura 8.

Figura 8. Sistema de conexión centralizado de GLP



Fuente: Mercado Libre (s.f.)

Hay que tomar en cuenta que la mayor parte de la población, en sus domicilios utilizan un regulador con entrada de acople rápido y salidas para mangueras flexibles. De este modo el enfoque de este proyecto es de ese tipo de equipos reguladores.

1.3. Partes y mecanismos IoT para desarrollo del proyecto

El hablar de las nuevas tecnologías, se menciona a muchos investigadores que, se encuentran dedicados a crear, desarrollar y moldear lo que ya existe, con el objetivo de mejorar la vida humana. Muchos de estos investigadores, se enfocan a varias ramas de la ciencia. Dentro de la presente rama, es posible encontrar a unos cuantos investigadores con proyectos semejantes que tienen el objetivo de brindar mayor seguridad a los usuarios finales. Estos trabajos previos brindan un apoyo y aporte necesario para el desarrollo del presente proyecto.

En el trabajo de Padilla & Hernández (2007) titulado “Automatización de una válvula en una estación de seccionamiento y en una trampa de diablo de los gasoductos” tienen como objetivo el diseñar un sistema que de forma automática, se operen estas válvulas que normalmente, se utilizan en los gasoductos. Para esto, ellos demuestran que, en su situación geográfica, el gas natural, es transportado de 2 diferentes formas, tales como transporte por medio de buques marítimos y tuberías terrestres conocidas como gasoductos. Dentro del trabajo, los investigadores enfocan su atención al sistema de gasoductos como, se muestra en la figura 9. Ellos mencionan que estos tipos de gasoductos transportan altos volúmenes de gas y por esta razón trabajan con tuberías de entre 20 a 40 pulgadas, según lo comentan.

En la conclusión de este trabajo, se menciona que lograron el objetivo del diseñar un sistema automatizado, el cual pretenden implementar en algunos terminales de la empresa PEMEX con la ayuda de la información recolectada de los procesos logísticos. Aparte de esto, también comentan que la implementación de su sistema SCADA permite al usuario final, el disfrutar de beneficios como lo es la puntualidad en la distribución y la seguridad a la población que consuma gas natural.

Figura 9. Gasoducto en Vaca Muerta

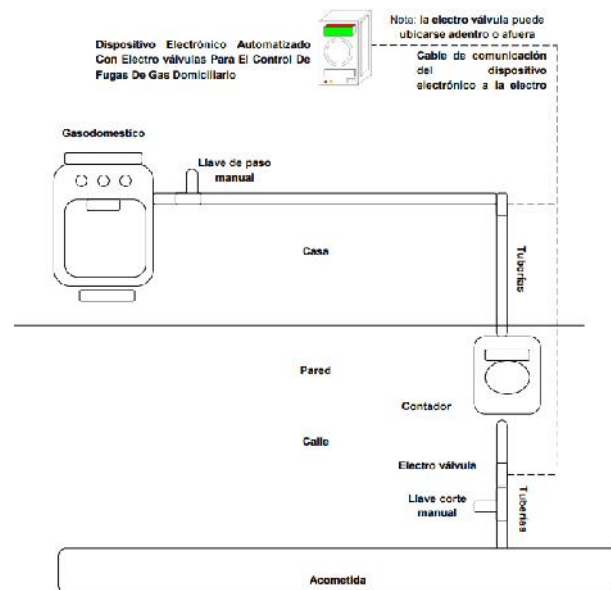


Fuente: Business News Americas (2019)

Si bien este trabajo, se enfoca bastante en válvulas automatizadas, se alejan al entorno al que el presente proyecto quiere enfocarse. Este proyecto, se enfoca en asegurar el uso del GLP en domicilios. Por lo tanto, existen partes técnicas que aportan al prototipado del proyecto.

Por otro lado, el trabajo de Sanchez & Rodriguez (2008) en su investigación tienen como objetivo principal, el “Implementar un sistema automatizado de control de fuga de gas domiciliario que evite accidentes e intoxicaciones a los usuarios que utilizan este servicio.” p.16. Esto lo pretendieron desarrollar al diseñar e implementar electroválvulas en los dispositivos de seguridad de los hogares, al optimizar los sensores de gas y al implementar tuberías de gas a un equipo de cierre de flujo automático. Ellos en un esquema que, se muestra en la figura 10. Diagraman como es el funcionamiento y las conexiones que realizan en las instalaciones centralizadas de una supuesta vivienda.

Figura 10. Diagrama de funcionamiento de electroválvula



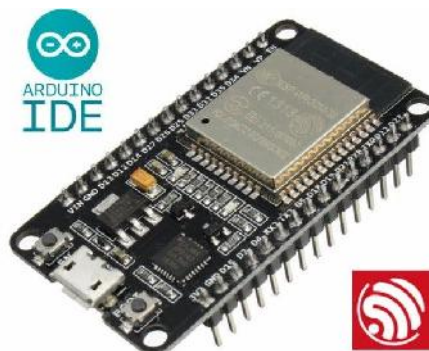
Fuente: Sanchez & Rodriguez (2008)

Los investigadores, en la conclusión de su trabajo demuestran que el riesgo de accidentes inhalación, señala una disminución. Del mismo modo presentan que es bastante mayor el plazo de ayuda en el que los servicios de emergencia, se presentan, por la acción inmediata que el sistema presenta. Dentro de lo más notorio para el usuario, es que el producto es accesible, a la par que genera confianza y seguridad. El proyecto es una buena base de donde tomar en cuenta errores y logros, con el objetivo de crear un mejor producto.

La diferencia entre la investigación señalada y la presente radica en la implementación de las IoT, que permite notificar al usuario de alguna fuga en el sistema y que el sistema de conexión al suministro de GLP lo trabajan por medio de puntos centralizados, en donde es más sencillo conectar directamente una electroválvula, al ser el enfoque de este proyecto una conexión directa, como, se muestra en la figura 7.

En cuanto, se refiere a la infraestructura del proyecto, se cuenta con sensores, accionadores y lo más importante que es el procesador o cerebro. La base de la comunicación IoT es una infraestructura simplificada, pero poderosa. Entre las placas que conforman el cerebro de cualquier proyecto, se encuentra una infinidad de marcas, así como tamaño, e incluso de diferentes formas de conectividad.

Figura 11. ESP8266 on Arduino IDE



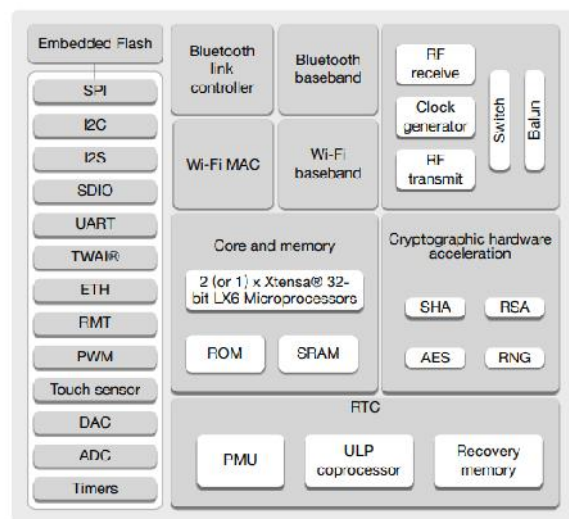
Fuente: Rovai (2017)

De entre las marcas de desarrollo de tarjetas para proyectos de IoT más conocidas en el mercado, se encuentran: Arduino y Raspberry. Sin embargo, existen muchas empresas más que, se encargan de desarrollar placas potentes y compactas para la evolución de IoT, entre estas placas, se encuentran la potente ESP8266, la que, se muestra en la figura 11.

Según Arturo (2020) esta placa cuenta con un procesador Tensilica Xtensa LX6 de 24 pines, con frecuencia de trabajo de 160MHz, usa como plataforma de comunicación y codificación Arduino, y trabaja con los lenguajes: JavaScript y C++. Esto quiere decir que cuenta con una interfaz de desarrollo abierta, sin la necesidad de tener que comprar o alquilar una licencia para programar este tipo de placa. Al igual que Arduino, esta es una placa que, se encuentran en el mercado, con la ventaja que esta placa original, tiene un costo más accesible para cualquier persona.

La empresa encargada del desarrollo de esta placa tiene como nombre, esta empresa cuenta con sucursales alrededor de todo el mundo y, se dedica a fabricar este tipo de placas, con el objetivo que las personas desarrollen proyectos IoT económicos y fáciles. Según Espressif Systems (2021) en su hoja de datos sobre las placas de los modelos esp8266, explica por medio de gráficos y diagramas, como, se compone su procesador, los diferentes tipos de tecnología de comunicación que dispone y las funciones de cada pin.

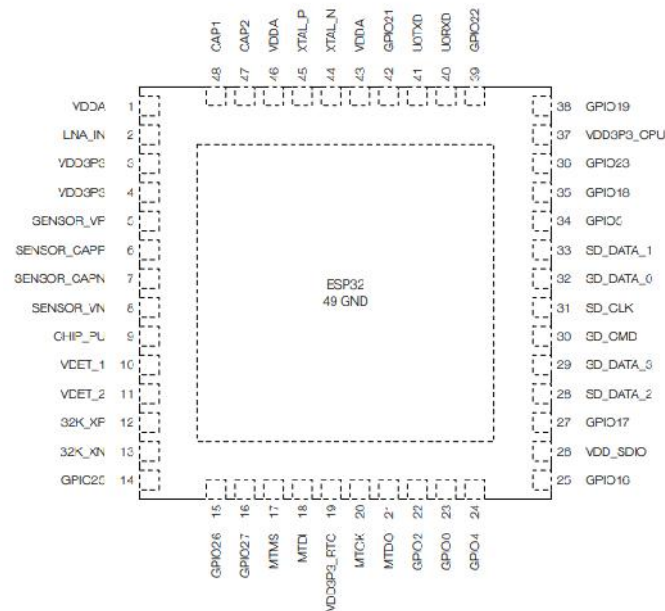
Figura 12. Diagrama funcional de bloque



Fuente: Espressif Systems (2021)

Como, se observa en las figuras 12 y 13, esta placa cuenta con conexiones inalámbricas que, se rigen a los estándares IEEE 802.11 (Wifi) y IEEE 802.15 (Bluetooth). Estos facilitan la comunicación con el usuario final. La gran ventaja de la época de virtualización obligatoria, por la situación sanitaria del 2020, es que casi todos los hogares cuentan con servicio de internet inalámbrico. Por lo que este equipo es muy compatible con la mayoría de las casas ecuatorianas. Por todas las características mencionadas, las placa ESP8266 es una excelente opción como base para el desarrollo este prototipo.

Figura 13. Capa de pines



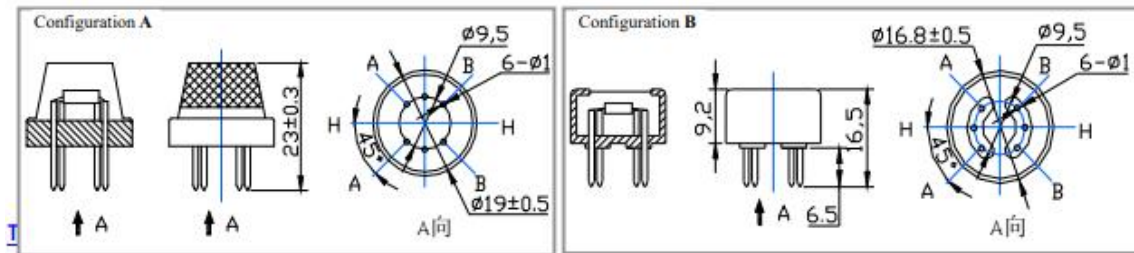
Fuente: Espressif Systems (2021)

Al seguir con los componentes necesarios para el desarrollo de este trabajo, es importante enfocarse en los sensores. ¿Qué es un sensor de gas?, Sanchez & Rodriguez (2008) mencionan que: “Son dispositivos electrónicos con la capacidad de detectar la variación de una magnitud física tales, gases; y convertir el valor de este, en una señal eléctrica ya sea analógica o digital.” p.56. Al tomar en cuenta esta definición y la compatibilidad con la placa ESP8266, Califa (2020) comenta la gran facilidad de conexión con Arduino que tienen los sensores MQ. Estos sensores están diseñados para leer la calidad del aire y según su codificación, son sensibles a diferentes tipos de gases en el aire.

Dentro de la gran clasificación de estos sensores, se encuentra el sensor MQ-5. Según HANWEI sensors (s.f.) este modelo de sensor cuenta con una alta sensibilidad al GLP, al butano y al propano. De la misma manera, se menciona que tiene una baja sensibilidad al vapor de alcohol y del humo que existe en el ambiente. Esto es una gran ventaja, existen sensores que bajan su eficacia y llegan a confundir

las lecturas con la presencia de estos componentes en el ambiente. En la figura 14, se presenta los 2 tipos de configuraciones que la empresa HANWEI sensors fabrica y, se encuentran en el mercado.

Figura 14. Configuraciones de sensor MQ-5 de HANWEI sensors



Fuente: HANWEI sensors (s.f.)

Con el conocimiento que brindan los trabajos previos y los componentes seleccionados para el desarrollo del proyecto, es posible continuar con la siguiente etapa de este trabajo.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Caracterización de los usuarios de GLP distribuido por bombonas en Ecuador

La mayor parte de la población ecuatoriana consume GLP con lo que respecta a ramas de la industria y del uso diario en domicilios. El Ministerio de energía y recursos naturales no renovables (2019) menciona que para el primer semestre del año 2019 existió una producción bruta de GLP en el país de 819,048 Barriles, con una variación de -35.20%. Sin embargo, esto no representa el total de uso de la población ecuatoriana, como es bien sabido, no todo lo que, se produce, se vende o, se utiliza.

Por otra parte, el GLP como uso doméstico, se toma como conocimiento popular que la mayor parte de casas y hogares lo ocupan para labores de uso cotidiano como método para cocción y tener agua caliente. Según el censo del Sistema Nacional de Información (2010) el 90.98% de la población total del Ecuador utilizan GLP para cocinar. En la actualidad no existen datos exactos de cuantas personas usan GLP en sus hogares. Sin embargo, un porcentaje tan alto como, se mencionó según el censo es difícil que decremente en un Ecuador, donde el GLP es un recurso subsidiado por el gobierno.

Se caracteriza a la población ecuatoriana que utiliza GLP para consumo doméstico como mayoría y por lo tanto personas vulnerables a problemas como fugas o explosiones. Esto, se menciona, como, se explicó, el GLP es una mezcla de hidrocarburos altamente inflamable y sin las debidas precauciones este llega a ser nocivo para la salud e incluso peligroso. Para evitar estos problemas existen 2 posibles soluciones. La primera es dar mantenimiento rutinario de las válvulas y mangueras utilizadas en hogares. La segunda es utilizar sistemas de alarmas que detectan GLP. Sin embargo, en este proyecto, se presenta una tercera solución preventiva, la que, combinada con las opciones anteriores, es posible mejorar la seguridad de sus usuarios.

2.2. Metodología de investigación

Tipo de investigación

Para la parte investigativa de este proyecto, se establece una investigación cualitativa. Dentro de la epistemología del desarrollo cualitativo (Sandoval, 2002) explica que “son tres las condiciones más importantes para producir conocimiento, que muestran las alternativas de investigación cualitativa: a) la recuperación de la subjetividad como espacio de construcción de la vida humana, b) la reivindicación de la vida cotidiana como escenario básico para comprender la realidad socio-cultural y c) la intersubjetividad y el consenso, como vehículos para acceder al conocimiento válido de la realidad humana.” p.27. Son aspectos básicos que demuestran que lo planificado a realizar está de acuerdo con lo que estipula la metodología de investigación.

El método cualitativo, se basa en obtener las mejores cualidades de los objetos, de modo que estos lleguen a ser descritos de forma imparcial por el autor. Esto es bastante útil, al momento de realizar un proyecto físico, a simple vista, se distingue cualitativamente si, se completó objetivamente la meta planteada o todavía existen fallos a corregir.

Dentro de lo que hace referencia a la investigación cualitativa con respecto al trabajo presente, se nota que es de gran utilidad aplicar este tipo de investigación, por todas las facilidades que presenta al momento de la construcción del prototipo. Los aportes que brinda este tipo de investigación son de apoyo sustentable para darse cuenta de los fallos que, se dieron en proyectos o investigaciones anteriores de forma que el prototipo llegue a compensar los problemas demostrados, hasta alcanzar los mejores resultados.

Como cualquier tipo de investigación, esta cuenta con ventajas y desventajas, al depender del proyecto planteado, en este caso, estas, se las demuestra en la tabla 2. En la que, se ve de forma notoria el enfoque al presente proyecto y las grandes ventajas que este método brindan el desarrollo final del equipo.

Tabla2. Ventajas y desventajas de la investigación cualitativa

Ventajas	Desventajas
Alta interacción con el sujeto o proyecto de estudio	Los resultados no son generalizables
Mayor posibilidad de estudiar varios factores	Los resultados no son cuantificables

Fuente: elaboración propia

Método de investigación

Como enfoque general de la investigación del proyecto, se ocupa la investigación descriptiva. En esta, se describen los desarrollos, avances, metas y fallas que, se encontraron en proyectos anteriores, con el objetivo de mejorar el proyecto presente. (Marroquin, 2012) describe a la investigación descriptiva como una investigación estadística que pretende describir los datos y características tomadas de las situaciones estudiadas. Esta metodología pretende cuantificar los resultados tomados de diversas pruebas de forma estadística. Para el caso de esta investigación, se menciona que es poco importante el cuantificar los resultados de proyectos anteriores. Sin embargo, resulta de gran utilidad el uso de esta técnica con el objetivo de describir las técnicas de desarrollo utilizadas en otros proyectos.

Técnica de investigación

En una investigación cualitativa y descriptiva es necesario utilizar técnicas especiales que complementen el desarrollo de estas. En este proyecto, se decidió tomar en cuenta como técnica a la observación. Según Fabbri (s.f.) "La observación es un proceso cuya función primera e inmediata es recoger información sobre el objeto que, se toma en consideración" P.3. De esta forma, esta técnica, se complementa por una ficha de observación en donde, se documenta todos los factores percibidos al momento de que el hecho haya sucedido o, se tenga un acercamiento al objeto de estudio. Cuenta con un formato bastante variable en donde el investigador tiene la libertad de caracterizar de forma cualitativa las

repeticiones o hechos frecuentes y de forma cualitativa relatar lo observado al tomar en cuenta los factores importantes con la investigación. Lo que no falta en una ficha de observación son los datos informativos del investigador y del objeto de estudio.

Para este proyecto y con el objetivo de recopilar información por medio de la observación, se crea una ficha. Ésta, se encuentra en el anexo 1 la que, se aplica en 5 diferentes domicilios de modo que, se recopila la información necesaria de cómo, se distribuye el GLP normalmente en los domicilios.

Como resultado de las observaciones, se encuentra que todos los domicilios observados cuentan con reguladores domésticos. Seguido a este 3 de los domicilios, cuentan con una distribución de GLP en 2 etapas: la primera parte consta de una manguera de alta presión que conecta el regulados con la segunda etapa, esta segunda etapa empieza con una llave de paso que, se conecta a una tubería de cobre y, se dirige a los equipos que necesitan GLP como lo son las cocinas domésticas y los calefones. De forma final, se encuentran las otras 2 casas que cuentan solamente con una manguera que conecta la cocina domestica con el regulador de presión.

2.3. Metodología de desarrollo

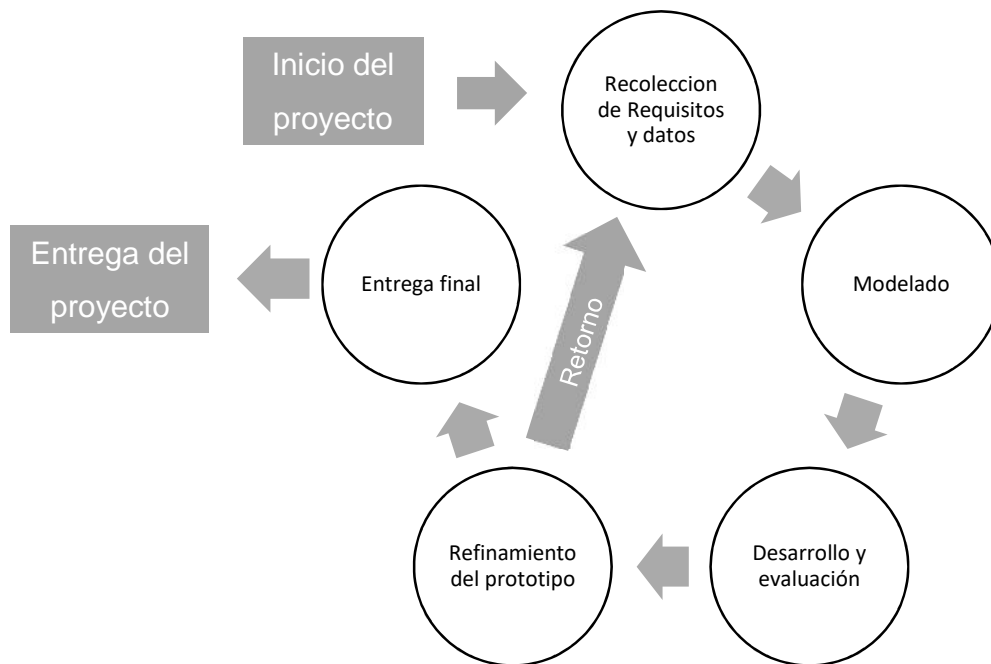
Para elaboración completa de este proyecto, se hace un enfoque principal al uso a la metodología que, se conoce como: modelo de desarrollo prototipo. Esta metodología es enfocada al ámbito del desarrollo del software, sin embargo, es aplicable en situaciones en donde existen proyectos experimentales de desarrollo. Alvarado, Martínez, & Vicente (2010) mencionan que este modelo de desarrollo cuenta con 4 etapas cíclicas de desarrollo y mejora del producto. Esta misma metodología es aplicada para documentar el desarrollo de las etapas de diseño y de construcción de software, así como de los componentes físicos que conforman el proyecto completo.

Como primer punto, el investigador recolecta los datos, variables y situaciones que lleven a concluir con un producto exitoso. Seguido, se presenta, la etapa de modelado, en la que los datos son analizados y, se realizan los esquemas y cálculos básicos del prototipo. Dentro del desarrollo y evaluación del proyecto, se realizan el ensamble del proyecto y, se lo somete a pruebas o en algunos casos, las observaciones que tengan los clientes a cargo del proyecto.

En esta etapa, se entrega el prototipo sin errores. En el caso de existir inconvenientes o problemas en esta etapa, se recomienda regresar al principio y revisar los pasos anteriores para mejorar el prototipo. Entrega final del proyecto. En esta etapa el ciclo, se culmina con la conformidad y aceptación del prototipo final y mejorado de la etapa anterior.

Para mejor comprensión del método descrito, la figura 15 explica el ciclo completo de la forma que ilustre las 4 etapas cíclicas y la etapa final. En esta, se observa donde es que empieza un proyecto, donde culmina y en que punto de la metodología, se retorna a la etapa inicial para mejora o creación de un nuevo prototipo de forma que, se haya tomado en cuenta los antecedentes del proyecto anterior.

Figura 15. Ciclo de la metodología de prototipos



Fuente: elaboración propia

Otro tipo de investigación bastante efectiva para este caso es la Investigación experimental. Según Granado (2016)

En estos tipos de estudio el investigador manipula las condiciones de la investigación, es por esto que son reconocidos como los más fuertes (mayor nivel de evidencia), por definición, son prospectivos. De todos los diseños en investigación, el estudio experimental es el que permite acercarse a la noción de causalidad de manera más directa. P.5

Este investigador, se acerca a un punto bastante importante. En la presente investigación, lo que, se plantea es crear un prototipo. Por lo que el manipular las condiciones presentes del proyecto es lo primordial. La gran mayoría de los avances que, se obtienen de este sistema son parte de lo que, se conoce como desarrollo por prueba y error, al que, se enfoca el método de investigación experimental.

2.3.1. Recolección de requerimientos y datos

Como punto principal es importante que el prototipo cumpla con el objetivo de monitorear y controlar fugas de GLP en domicilios con ayuda del IoT.

Hay que tomar en cuenta que, dentro del área de la electrónica y el software, se necesitan componentes eficientes para cumplir con la función que el prototipo pretende hacer. En este caso, el prototipo es capaz de detectar de manera precisa, rápida y de la misma manera accionar el cierre completo del regulador de GLP. La comunicación que existe entre el sensor y el accionador, se da por medio de la comunicación que existe dentro de un servidor IoT. Este servidor de igual manera además de intercambiar datos, alerta al usuario de forma inmediata si existe alguna fuga de GLP.

Existen muchos servidores de IoT en la red, sin embargo, en esta ocasión es necesario buscar un servidor que sea fácil de gestionar. La principal razón de esto es que cada usuario es capaz de registrarse y de igual manera su dispositivo. Como otro requisito, el servidor, se prefiere que sea de licencia abierta o gratuito, con la razón de no incrementar costos en la fabricación del prototipo y no cargar valores adicionales al usuario. Una excelente opción en cuanto a este tema es el servidor IoT de la empresa Ubidots. Esta empresa cuenta con servidores gratuitos para el uso personal o estudiantil. La facilidad que brinda este servidor es la forma en la que, se interactúa con las funciones de conexión con los dispositivos físicos. Otra de las funciones por las que, se considera una opción viable es la herramienta de alertas que brinda este servidor. Es posible contactar al usuario por medio de correo electrónico, mensajes de texto, llamadas y otras funciones.

En Ubidots al momento que, se crea una cuenta, esta permite agregar hasta 10 dispositivos, de los cuales los primeros 3 son de forma gratuita a partir del cuarto dispositivo tiene un costo mensual de \$4.5 USD. Dentro de este servidor, se configuran diferentes tipos de dispositivos con compatibilidad y funcionalidad para el uso de IoT. A parte de esto, este plan que la empresa Ubidots, lo denomina como STEM y es dedicado para uso educativo, de investigación y de proyectos

personales. La plataforma es muy intuitiva y cuenta con bastantes foros de desarrollo que permite a cualquier usuario a innovar y desarrollar productos novedosos.

En cuanto a los componentes electrónicos por razones de costos, estos son equipos fáciles de reparar, fáciles de encontrar y económicos al momento de realizar la adquisición de estos. Para tomar consideración estos requerimientos, se decidió el uso de la placa ESP8266 como base y procesador de este proyecto. Esta placa cumple con las características de ser económica, ser compacta y tener compatibilidad con el servidor en Ubidots. En cuanto al lenguaje utilizado para programar esta placa, es de software libre y mayormente conocido por la población. Este software es Arduino, que como es de conocimiento general, tiene un lenguaje de programación en C++.

Otro componente importante del proyecto es el sensor. Tal como, se indica en la figura 14 el sensor MQ-5 es la mejor alternativa que, se tiene para el proyecto. Este sensor como ya, se mencionó cuenta con la capacidad de medir el GLP del ambiente. Su rango de medida según lo que especifica su datasheet es de 200 a 10000 partes por millón, las que, se expresan en valores de 2 a 1000 al momento de tomar la lectura de datos en las placas programables.

En cuanto a la parte física es necesario que el prototipo, se adapte a las necesidades de cualquier regulador doméstico del mercado. En la figura 16, se muestran diferentes tipos de reguladores para uso doméstico, estos tienen un aspecto diferente, sin embargo, cuando, se habla del funcionamiento en general, cuentan con los mismos sistemas de accionamiento. Este sistema consta de una llave que presiona un pin dentro de la válvula de la bombona para dejar salir GLP al regulador. Finalmente, el regulador reduce el flujo de salida del tanque de 42Kg/n a 2Kg/h de GLP dentro del sistema de conexión doméstico, que por lo general es una manguera de alta presión que conecta el regulador con el equipo final.

Figura 16. Reguladores domésticos



Fuente: elaboración propia

Es importante tomar en cuenta las medidas de torque que los reguladores mostrados genera para de esta manera dimensionar de forma correcta el mecanismo que, se usa en el proceso de modelado. Para esta prueba de forma manual, se verificó el regulador más potente y con ayuda de una balanza colgante, se calcularon los valores de la tabla 3.

Por consiguiente, el servomotor MG995 es suficiente para accionar la válvula, debido a que éste tiene un torque especificado en la hoja de datos técnica de 12 Kg/cm.

Lo que, se busca con el diseño completo de este prototipo es que, se acople a cualquier regulador del mercado. Para esto es posible ver el resto de las variables que, se encuentran presentes al consumir GLP. Una de estas es la bombona, esta no tiene una variación en cuanto, se refiere a la forma. Con respecto al color del tanque, tiene una variación bastante alta, sin embargo, en el diseño y en la válvula de salida de distribución son las mismas en todos.

Se utilizan las estructuras estándar para sujetar y establecer un prototipo que, se adapte a las necesidades de cualquier usuario y sea lo más universal posible. Esto, se da con base a las características de estándares demostrados anteriormente como lo son las bombonas de GLP.

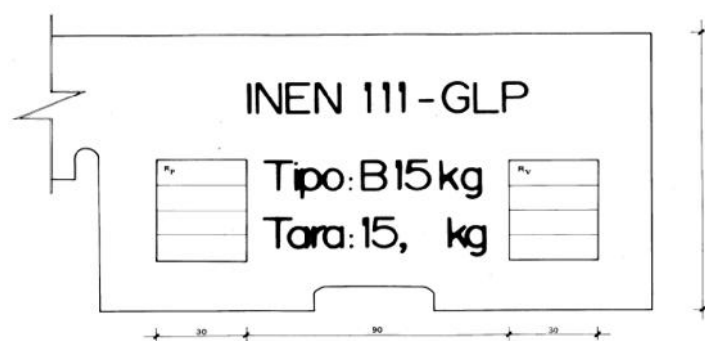
Tabla 3. Torque del regulador

Numero de Prueba	Torque en Kg/cm
1	0.63
2	0.60
3	0.485
4	0.58
5	0.60
6	0.675
7	0.6
8	0.6
9	0.6
10	0.645
Promedio	0.602

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los estándares que rigen la fabricación de tanques de GLP en Ecuador, se hace referencia a la norma técnica INEN 111:1998. En esta, se estipula diferentes estándares, requisitos e inspecciones que, se controlan al momento de la fabricación y distribución de los tanques domésticos de 15kg de capacidad nominal.

Figura 17. Marcado del asa



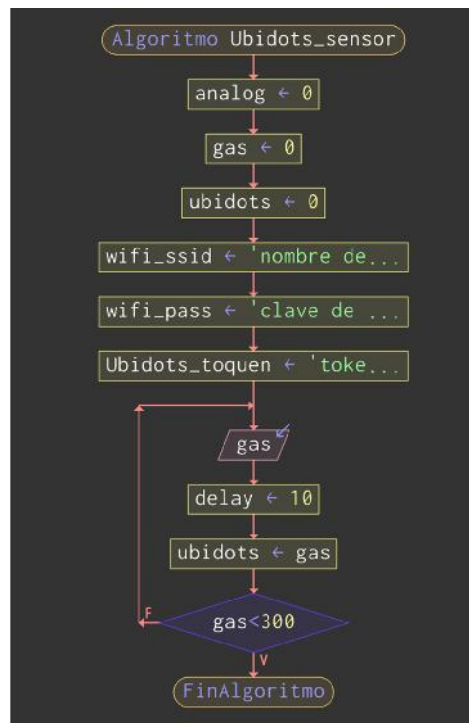
Fuente: (Ecuador Patente nº 111:1998)

Una de las partes normalizadas y, se encuentran cerca del accionador es el asa. Las medidas que, se encuentran en la manija posterior del tanque que no, se ocupa hasta que el cilindro es cambiado son correspondientes a 5,3 cm de altura, 10,5 cm de ancho y un espesor del material de 2 mm. En este sector es posible crear algún mecanismo que, se acople al tanque de forma que sirva como base de sujeción para el prototipo. La gran ventaja de tener estandarizado es que cualquier usuario tiene la posibilidad de adquirir este producto y que sea compatible. Sin embargo, es de conocimiento popular que para rellenar el tanque éste, se cambia con otro lleno, por lo que el prototipo es removible de forma sencilla.

2.3.2. Modelado

Se empieza con el desarrollo de la codificación en cuanto al uso de las diferentes fuentes, complementos electrónicos y sistemas seleccionados.

Figura 18. Diagrama de flujo Ubidots_sensor

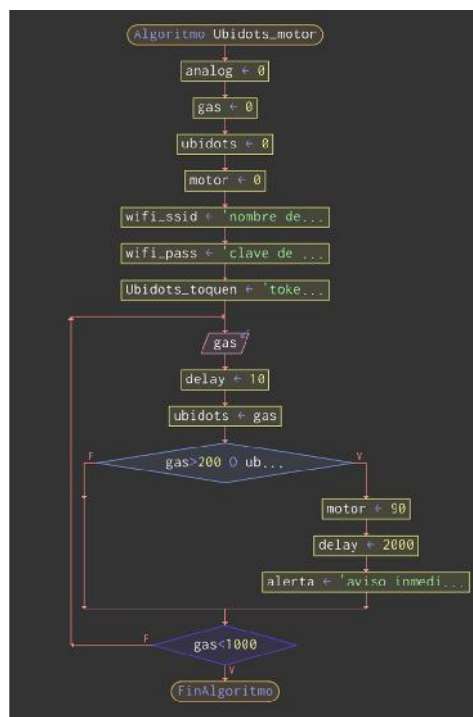


Fuente: elaboración propia

Para el prototipo, se desarrolla 2 diferentes tipos de códigos con los que el sensor y el accionador, se comunicaran. Dentro de lo que concierne al sensor, la figura 17 demuestra un proceso simple del flujo que tiene el sensor para su funcionamiento, en donde, se ingresan las variables que reciben y comandan a los diferentes dispositivos conectados para su correcto funcionamiento.

De la misma manera que funciona el sensor, con su simplicidad, así mismo trabaja el accionador, con la ligera característica que al código del sensor ya visto anteriormente, se agregan condiciones y variables que permiten accionar el cierre en el momento adecuado. Para que sea un poco más claro este proceso, en la figura 18, se presenta el diagrama de flujo simplificado del accionador del cierre.

Figura 19. Diagrama de flujo Ubidots_accionador



Fuente: elaboración propia

En cuanto corresponde a la parte electrónica del sistema, se reconoció los puntos y conexiones que cada uno de los componentes que, se va a utilizar., se usa 2 placas

ESP8266, las que, se observan en la figura 11, esta, se comunican por medio del servidor IoT mencionado anteriormente. En cuanto a la primera placa contiene un programa sencillo que permita detectar fugas de forma rápida y precisa. Esta va a tener conectada directamente un sensor de GLP MQ-5 el mismo que, se lo encuentran en la figura 14. Esta placa lo que pretende es enviar datos constantes a la base de datos que, se encuentra dentro de la misma plataforma IoT. Esta al recibir valores de detección genera dos triggers o accionadores gratuitos que notifican al usuario por medio de correo electrónico que, se detectó una fuga y de igual manera indica que el segundo trigger tomó acción inmediata para corregir esta situación. Dentro de esta acción inmediata interviene la segunda placa que, se encarga de recibir valores constantes desde Ubidots, los que permiten accionar con el menor tiempo posible, el cierre completo del paso de GLP. Este cierre por otra parte permite que el usuario no dañe o cambie la configuración de su sistema de conexión, si no, que utilice el mismo sistema, que el prototipo, se acople a este de forma universal y sea sencillo de instalar.

Figura 20. Detector de humo



Fuente: Gunn (2015)

En cuanto, se refiere a la parte física del producto, se ha desarrollado de una caja que contengan a los componentes con el objetivo de protegerlos de manipulaciones innecesarias que dañan la integridad de estos. Este contenedor tiene como

inspiración a los detectores de humo que trabajan con baterías de 9V como, se lo ve en la figura 20.

De igual manera, se ha desarrollado de un montaje de un sistema que permita accionar el cierre de la válvula de GLP. En cuestión de este accionamiento, con algunas pruebas físicas realizadas en el modelo de regulador de GLP con accionador más rígido de los modelos seleccionados, se procede a modificarlo y con ayuda de un servo motor que, se muestra en la figura 21, se confirma que la fuerza necesaria para accionar este regulador de GLP es la suficiente para que accione el cierre del paso del flujo. Para asegurar de mejor manera con datos, se hace una medición, en donde, se obtuvieron los datos presentados en la tabla 3.

De la misma manera, se observa que en la misma figura 21, se notan las modificaciones realizadas al regulador para realizar las pruebas de apertura y cierre. Estas pruebas a parte de la ayuda del servomotor, se utiliza una placa Arduino programada para que al momento de detectar el gas butano de un encendedor comercial por medio del sensor MQ-5 y de esta manera probar igualmente el funcionamiento del sensor a utilizar en el prototipo a realizar.

Figura 21. Pruebas de fuerza



Fuente: elaboración propia

Ya al tener las pruebas que este motor es capaz de realizar el accionamiento, se procede al desarrollo del montaje en el tanque de gas, el cual ya fue mencionado su estandarización por medio de la normativa INEN 111:1998. Por lo que, se usan las medidas del asa del tanque para crear una forma en la que el motor, se monte y accione de forma fija y firme a la válvula reguladora.

2.3.3. Desarrollo y evaluación

En esta etapa del proyecto, se procede ya con el desarrollo de la programación de cada placa en el lenguaje C++ en el programa Arduino, con la configuración de los dispositivos en sus respectivas interfaces en la plataforma Ubidots y de la misma manera, la conexión de los diferentes dispositivos electrónicos.

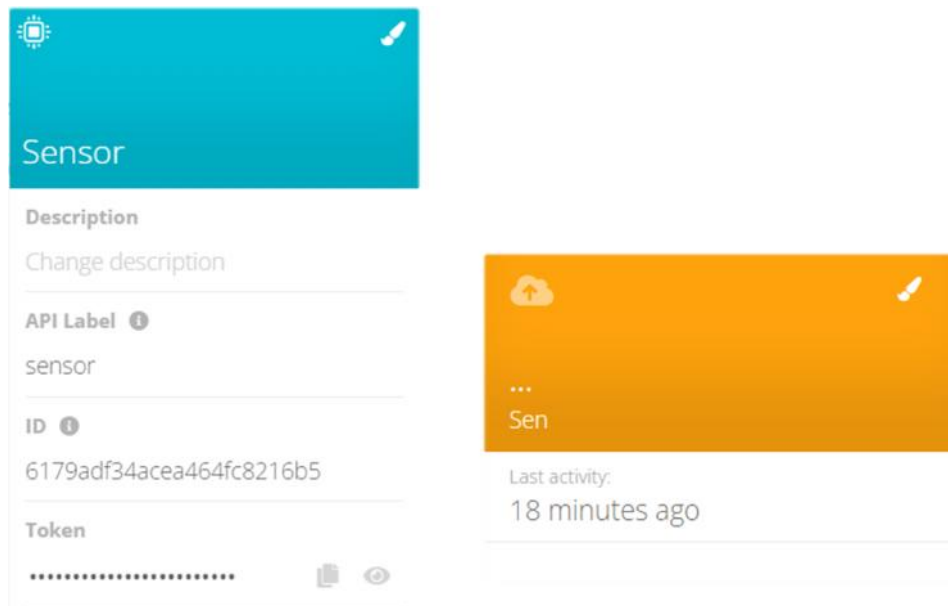
En cuanto a la placa que contiene el sensor, se procede con el desarrollo de un código sencillo, que con ayuda de las librerías que brinda Ubidots para las placas ESP8266, se conecta directamente a la red configurada directamente en el código principal. Este código como lo ven en el anexo 2, es bastante sencillo y no recorre tiempos largos que demoren al programa en generar una vuelta en el ciclo infinito de procesamiento del void loop que, se ejecuta de forma cíclica.

Con respecto a la configuración de este dispositivo en el Ubidots lo único que, se procede a crear es un perfil en el que este dispositivo, se registre con su nombre único el que permite la comunicación entre el equipo y el servidor, así mismo dentro del equipo, se crea una variable que va a almacenar los datos que genera el sensor de forma periódica. Este dispositivo dentro de Ubidots, se ve en la figura 22 en la que consta el nombre de la variable, nombre del dispositivo y el token personal de cada dispositivo.

Al tomar en cuenta el dispositivo presente, se cuenta con una conexión sencilla la que, se demuestra en la figura 23 en la que, se conecta el sensor MQ-5 y la placa ESP8266 por medio de cables y una protoboard. La sencillez de la conexión es fundamental para aprovechar espacios al momento del desarrollo de las protecciones de estos dispositivos.

De esta forma el primer dispositivo queda completo en cuanto hace referencia al funcionamiento general. Como, se mencionó tiene la función de detectar y enviar datos al momento que, se detecta fugas de GLP en un domicilio.

Figura 22. Sensor en Ubidots



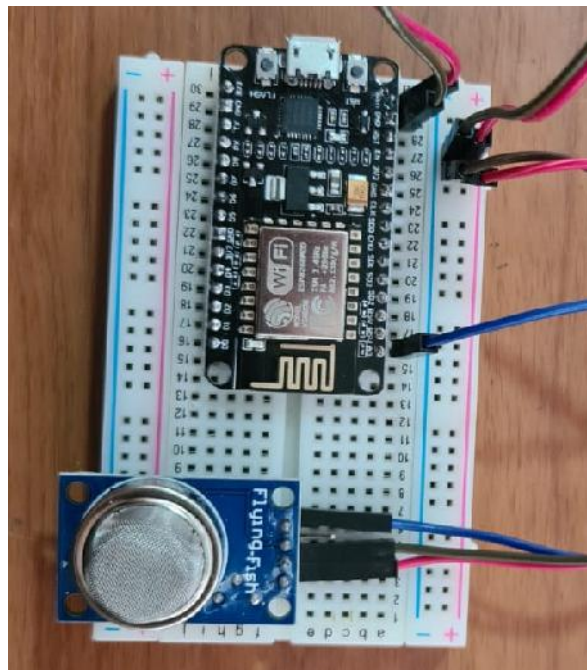
Fuente: elaboración propia

Como, se ve en la figura 23 el tamaño que este dispositivo beneficia que el usuario no adquiera un equipo extremadamente grande el que incomodaría al mismo en hogares pequeños o zonas reducidas del hogar.

Con el segundo dispositivo en cuanto al funcionamiento, este prototipo, sirve como respuesta en caso de emergencia si llegase a existir una fuga detectada por el anterior dispositivo, este accionador, por describirlo de esa manera, actuaría de forma inmediata al cerrar el paso del gas hasta que el usuario, por cuenta propia, se encuentre en contacto con el regulador de GLP directamente y reinicie la función del dispositivo. Por lo que, se realizó un proceso semejante a la codificación del sensor.

En este caso, la función que cumple este dispositivo es recibir un valor codificado único enviado por Ubidots al momento que el sensor detecte la presencia de GLP en el ambiente y mande los datos. Este código insertado en el accionador tiene la característica de ser corto y directo, con el objetivo de que los procesos que sean rápidos y sobre todo seguros.

Figura 23. Conexión física de placa ESP8266 y sensor MQ-5



Fuente: elaboración propia

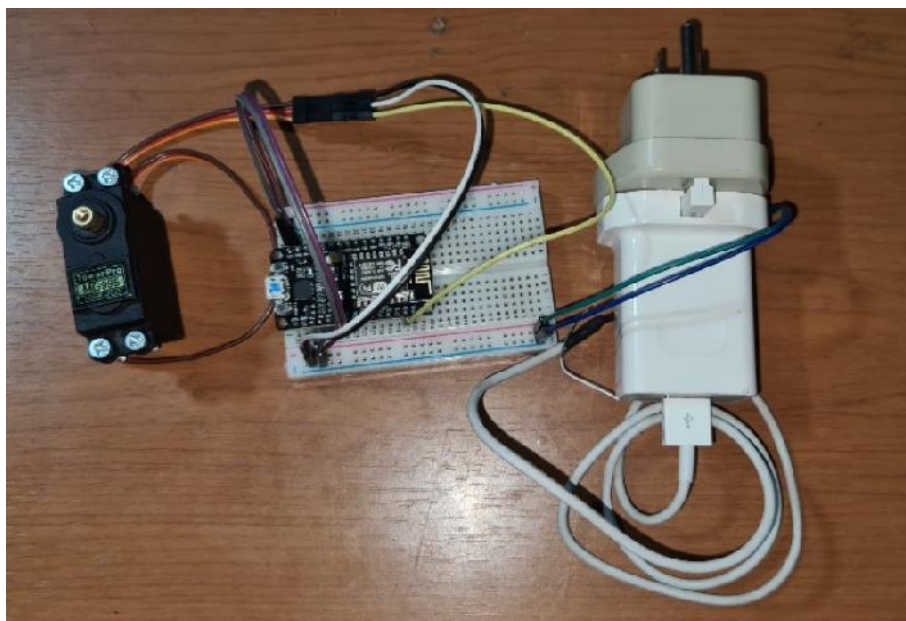
Con respecto a la codificación, en el anexo 3, se aprecia el primer código prototipo desarrollado, totalmente funcional y sin errores de compilación. El que directamente fue cargado a la placa para las pruebas que, se hacen en la siguiente etapa de la metodología de desarrollo aplicada.

Al mencionar la sección que corresponde a la conexión digital entre el accionador y el servidor IoT, se procede de la misma forma que con la primera placa que corresponde al sensor. Esta conectividad dentro de código cuenta con el nombre único de la placa, el nombre de la variable que, se encarga de recibir los datos en

caso de existir alguna fuga de GLP y el token único que valida la comunicación entre la placa y Ubidots. Dentro del servidor, se creó un nuevo dispositivo con las mismas características que tiene el sensor y dentro del dispositivo la variable que contacta con la placa.

En la parte física los dispositivos utilizados son: la placa programable para IoT ESP8266, un servomotor y una fuente externa, debido que la potencia que consume el servomotor es superior a la que brinda la placa. La conexión momentánea de este equipo se montó en un protoboard-, con el objetivo de probar el código realizado. En la figura 24, se aprecia de forma clara el cableado que, se hizo para las pruebas de funcionamiento.

Figura 24. Conexión del accionador

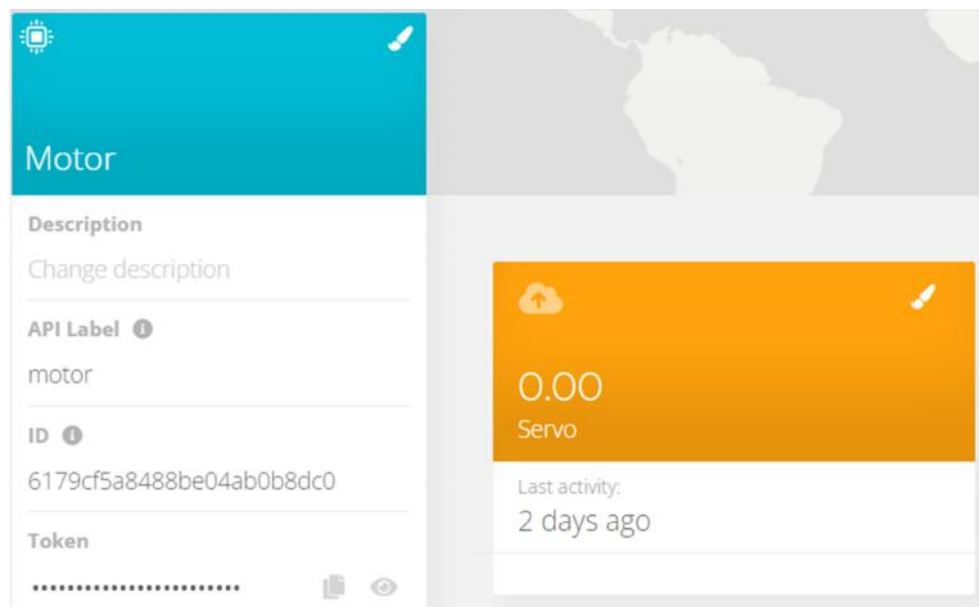


Fuente: elaboración propia

En la figura 25, se muestra de la mejor manera el servidor con el dispositivo accionador creado al igual que la respectiva variable que comunica los datos de acción al proceso de cierre del paso de GLP en el regulador de presión.

Para terminar la comunicación entre dispositivos, se configura el servidor en donde que, con ayuda de eventos gratuitos brindados por este, envíe un correo electrónico a la persona que desee recibir la alerta respectiva con respecto al haber detectado un porcentaje de 50% de ppm de GLP en el ambiente. Para la configuración de eventos, se utiliza la variable del dispositivo sensor, el cual, se envía periódicamente datos del ambiente en donde, se encuentre ubicado. Al existir valores medidos por el sensor mayores al 50% de su lectura máxima no solo envía el correo electrónico como acción al evento, si no, también envía un dato fijo a la variable servo en donde detecta la placa el giro que esta tiene.

Figura 25. Dispositivo y variable del accionador en Ubidots

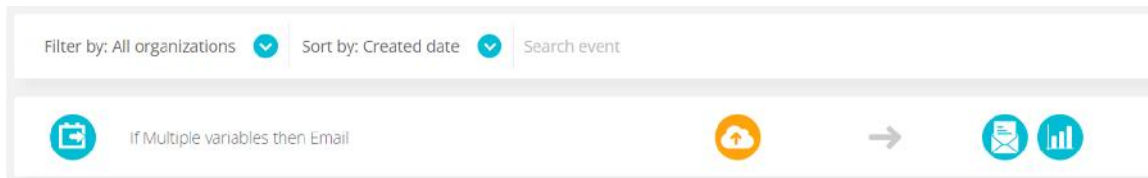


Fuente: elaboración propia

El punto de eventos dentro de Ubidots es un sistema que permite configurar una comunicación MQTT entre dispositivos del mismo servidor, e incluso de otros dispositivos alejados del servidor. Esta opción que dispone Ubidots está disponible en la versión de pago. Sin embargo, Ubidots permite enviar un valor a una variable de cualquier dispositivo registrado en el servidor de forma gratuita, por lo que fue suficiente para este proyecto que el accionador lea un dato recibido por el servidor,

para que ejecute el cierre del paso de GLP. En la figura 26, se muestra el evento creado para que envíe un correo electrónico y a la par el dato a la variable del accionador.

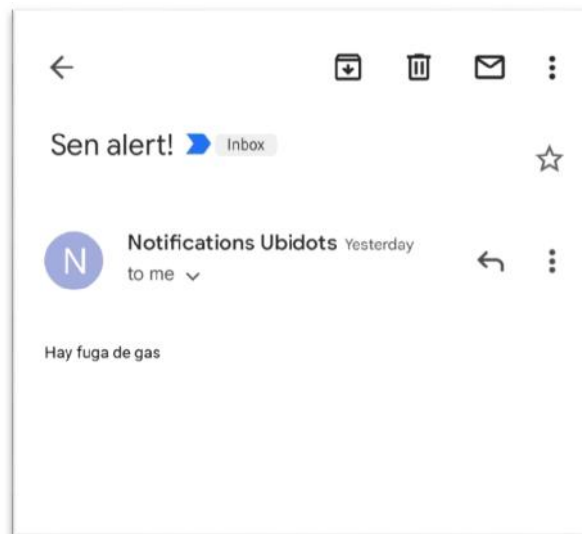
Figura 26. Evento al detectar GLP en Ubidots



Fuente: elaboración propia

Al momento de la creación de los eventos, es posible ajustar el correo y la persona que va a recibir este con el objetivo que sea personalizado para cada usuario. El correo tiene la posibilidad de ajustar el asunto del que, se va a tratar y su correspondiente texto. Dentro del texto es posible utilizar los nombres de las variables seleccionadas y de esta manera diferenciar en donde, se encuentra o detecta una fuga de GLP, en el caso que el usuario desee utilizar más de 1 sensor. De forma que, se evidencie este correo, en la figura 27, se muestra una captura de uno de los correos que, se recibe al momento que el sensor detecta GLP en el ambiente.

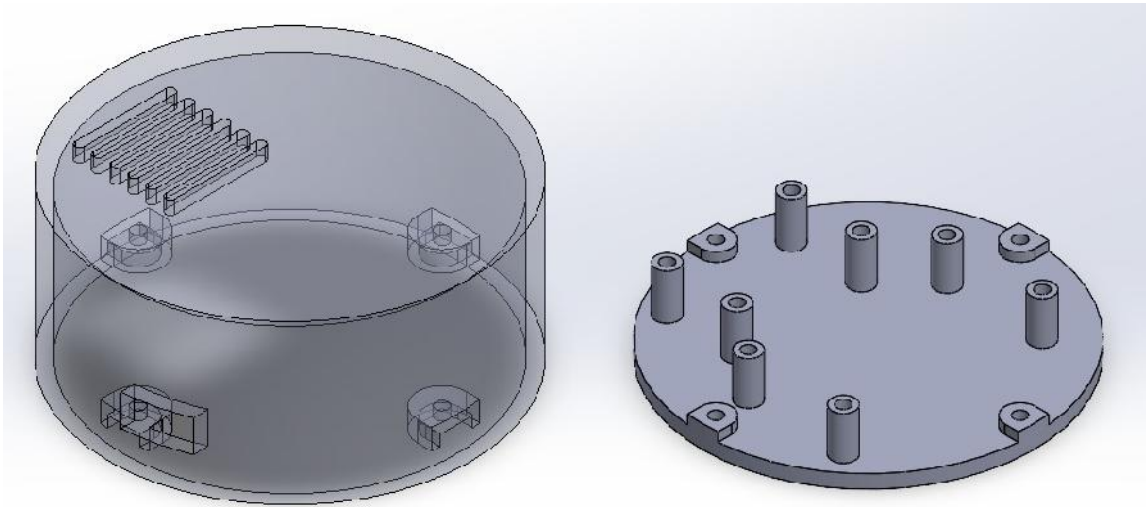
Figura 27. Correo de Ubidots



Fuente: elaboración propia

Para la parte de diseño, los requerimientos mencionados en la etapa anterior de la metodología, se cumple por medio del modelado en 3d de una caja que proteja al sensor y la placa de la intemperie, esté inspirado en un detector de humo convencional y sea muy simple. Este diseño, se lo observa en la figura 28, en la que, se muestra el modelado. Este modelado, se pretende imprimir en plástico con ayuda de una impresora 3D con el objetivo de reducir costos y que el producto sea exactamente el mismo que, se modeló.

Figura 28. Modelado de caja para sensor



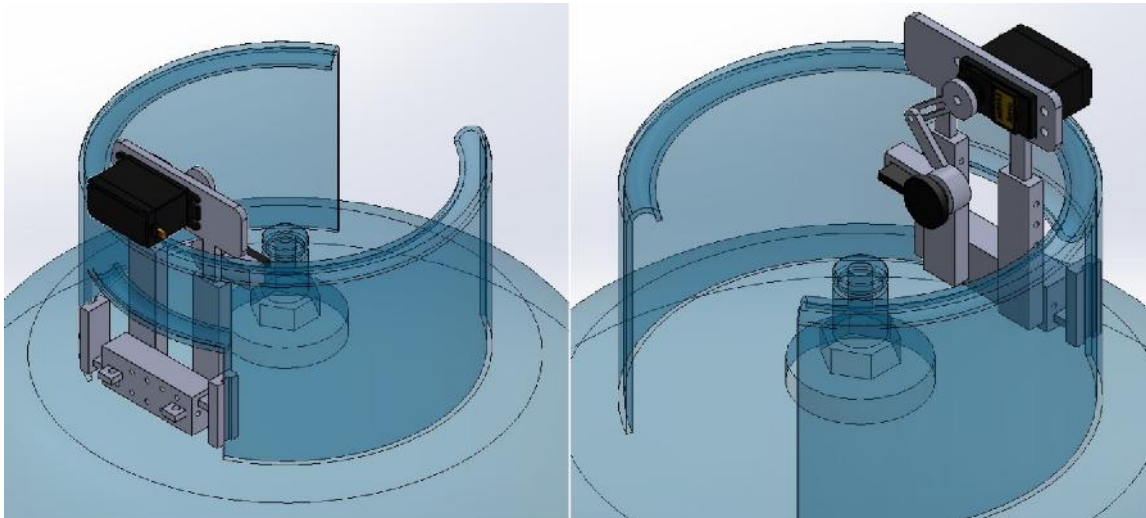
Fuente: elaboración propia

En cuanto al accionador, el requerimiento principal es de tener una buena sujeción a la parte estandarizada del sistema de conexión de GLP que es la bombona. Para esto, se tuvo la ayuda de un tanque previamente modelado en 3D obtenido del repositorio GrabCad, en el que, se encuentran diseños realizados por diferentes autores con el objetivo de apoyar a la comunidad de diseño a mejorar el tiempo de desarrollo de los proyectos. Ya con el tanque modelado, se diseña un sistema que, se acopla al asa. Este es un sistema ajustable con el objetivo de desprenderse del tanque sin mayor dificultad y así mismo, ajustarse a este de una forma muy sencilla. Al tomar en cuenta las medidas del tanque, el maltrato que estos reciben y de los diferentes reguladores de presión que existen en el mercado, el sistema creado, se ajusta a todas estas deformidades y nuevas características.

En cuanto al accionamiento, el modelado cuenta con un brazo anclado a 2 columnas desplazables para el montaje del servomotor, el que por motivos de espacio transmite su movimiento, con ayuda de 2 adaptadores que funcionan como sistema de desplazamiento.

Este modelado completo, se lo contempla en la figura 29. En esta, se encuentra montada en la bombona previamente obtenida y los sistemas mencionados.

Figura 29. Modelado Accionador

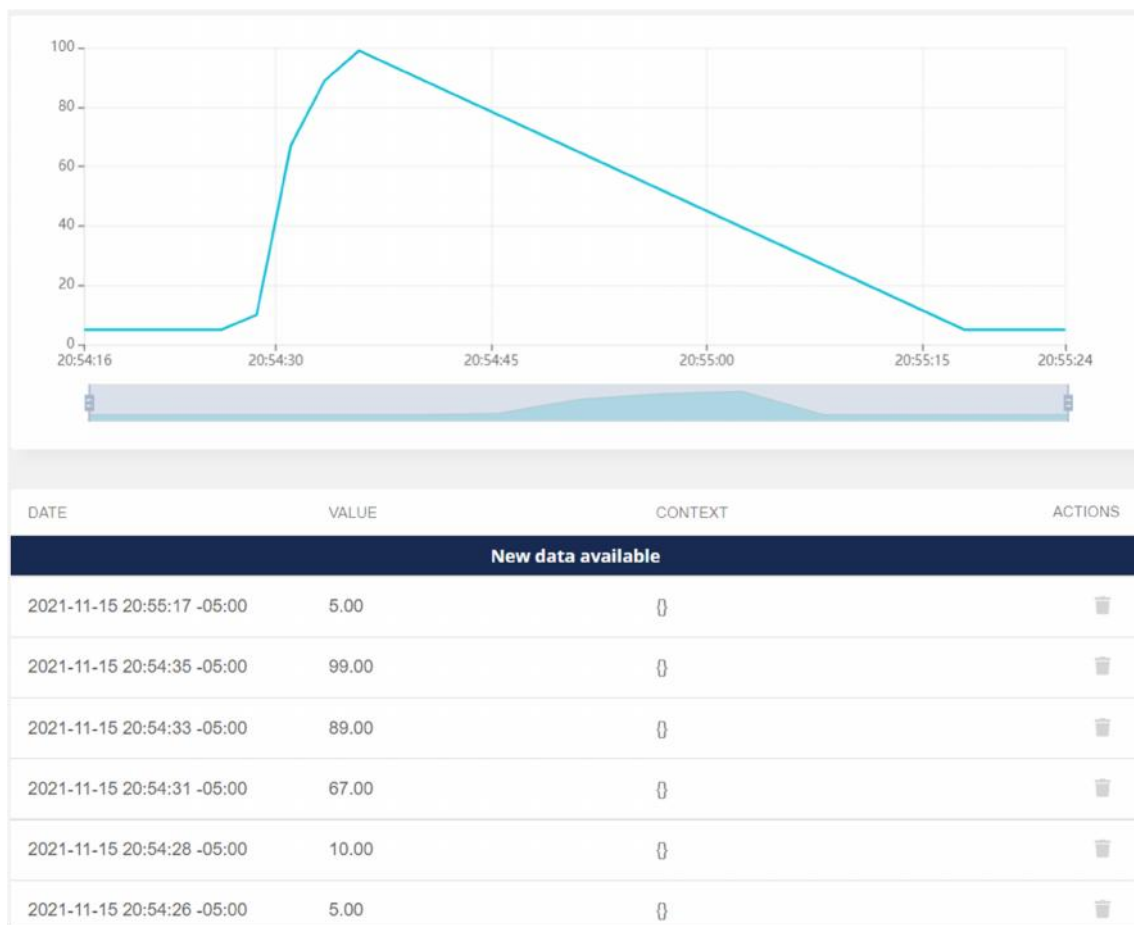


Fuente: elaboración propia

2.3.4. Refinamiento del prototipo

Para saber si es que era necesario modificar o mejorar en cuanto al prototipo construido, se realizaron pruebas. Para esto, se utilizó el panel de lectura de datos proporcionado por el IDE de desarrollo de Arduino. En este proceso, se detecta que el prototipo funciona correctamente. La placa correspondiente al sensor envió los datos correctamente ajustados a la escala configurada y en el Ubidots, se pudo visualizar que los datos en el dashboard del servidor enviados fueron claros y constantes. En la figura 30, se demuestra la curva de datos que detecta el servidor al momento que es conectado el sensor por unos segundos y es expuesto al butano de un encendedor de gas.

Figura 30. Datos del sensor en Ubidots



Fuente: elaboración propia

Con respecto a los tiempos de respuesta que, se tiene desde el momento que el sensor capta los datos y que el accionador genera movimiento, se crea la tabla 4 en la que, se encuentran 10 diferentes pruebas que al final dieron un promedio del tiempo de respuesta de 11.05 segundos. Los resultados obtenidos de las pruebas son bastante favorables al tomar en cuenta que el flujo que el regulador domestico tiene es de 2Kg/h de GLP.

Por lo que, se observa, se menciona que el funcionamiento general de la programación, en conjunto con la respuesta directa del servidor, se encuentran bien estructurados. De esta manera, se comprueba también que el funcionamiento del

proceso de envío y recepción de datos por parte del servidor y cada una de las placas funcionales en casa dispositivo es el correcto.

Tabla 4. Tiempos de respuesta

Numero de Prueba	Tiempo en segundos
1	12.76
2	11.13
3	7.99
4	10.75
5	7.61
6	15.94
7	11.78
8	9.69
9	8.59
10	14.22
Promedio	11.05

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, al realizar la misma prueba en un ambiente con una red de conexión diferente, se encontró la dificultad de conectividad por parte de la placa al internet. Estos dispositivos fueron configurados de modo que los accesos de red sean variables fijas en texto plano. Por lo que, si el dispositivo necesita cambiar de ubicación y por lo tanto de red, sería un proceso de compilación y reprogramación de la placa, que es algo que un usuario sin conocimientos de informática.

Con el objetivo de mejorar la interacción entre el dispositivo y el usuario, se procedió con el uso de la librería WiFiManager. Esta librería en conjunto con las librerías propias de la placa funciona de modo que esta cree un punto de acceso en donde que el cliente, se conecta por medio de cualquier dispositivo con tecnología de

conexión IEEE806.11 o también conocida como wifi y crea una página web en donde facilita al usuario. En la figura 31, se demuestra la página que crea la librería WiFiManager al momento que el dispositivo no reconoce las credenciales guardadas de la conexión de la red anterior.

Figura 31. Interfaz web librería WiFiManager

The screenshot shows the WiFiManager web interface. On the left, there is a sidebar with the title "WiFiManager" and a sub-section "Sensor_IoT" containing buttons for "Configure WiFi", "Info", "Exit", and "Update". The main content area displays a list of detected networks:

SSID	Signal Strength
RLD SANCHILZ	Full
NFTITFF GFROMED	Full
JORIX	Full
VIRUS DJ	Full
TP Link_38DA	Full
Mas Llantas	Full
RED SANCHEZ 1	Full
INTERNET CNT.	Full

Below the list, there are input fields for "SSID" and "Password", followed by "Save" and "Refresh" buttons. At the bottom, a box displays the message "No AP set".

Fuente: elaboración propia

De la misma forma, se cambió la codificación de la placa que, se encarga de accionar el cierre para que el proceso de configuración de la red sea igual de sencilla.

Para mejorar y asegurar el funcionamiento en cuanto al accionador, se corrigieron de igual manera unas cortas líneas de código en donde registraba los datos recibidos desde Ubidots. Antes de la modificación, se encontró el error que al momento de que la placa recibía el dato accionaba el cierre, sin embargo, al

momento de regresar los valores nuevamente a la normalidad, el paso de GLP, se abría nuevamente. En la actualidad la corrección dejó al código con el objetivo principal, el que era cerrar el paso de GLP hasta que el usuario reinicie el programa.

En la figura 34, se demuestra las nuevas modificaciones cargadas a la placa del accionador. A este punto, se realizó una prueba de conexión la cual, se gestionada por la librería WifiManager como ya, se mencionó con la placa del sensor.

En lo que concierne al resto del programa y lectura de datos, las 2 placas, se encuentran en correcto funcionamiento. Esto refleja que lo desarrollado contempla la necesidad propuesta en este trabajo.

En cuanto, se refiere al sistema de apertura creado para adaptarse al tanque de GLP, se realizaron unos ajustes especiales. Esto, se debe a que no, se tomó en cuenta el movimiento giratorio que la válvula tiene al momento de encontrarse insertada y asegurada a la bombona. Para evitar este movimiento, se modificó dos componentes.

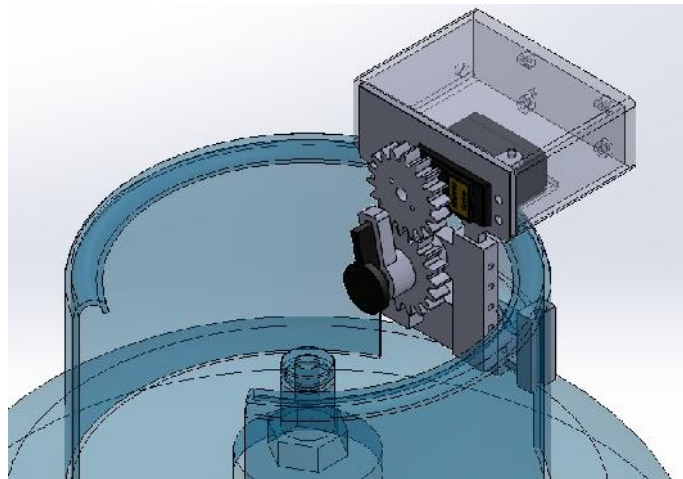
El primero de ellos son las estructuras verticales que sirven como soporte para el servo motor, tal como, se observa en el anexo 5. En este componente, se unen los 2 parantes verticales de soporte con un parante horizontal. Esta modificación tiene 2 funciones. La primera es para rigidizar al servo y que este no cuente con pérdida de fuerza en el movimiento y como segundo punto, sirve como eje del sistema que tiene contacto con la válvula para que al momento que este sea accionado, el movimiento giratorio del regulador no interfiera en el cierre del paso de GLP.

El segundo componente modificado es el acople que tiene contacto directo con el regulador. La modificación en este componente es la extrusión de un eje en la parte posterior y el incremento de un sistema de engranes, con el objetivo de eliminar el problema mencionado referente al movimiento giratorio de la válvula de gas y de igual manera apoyo en cuanto a la fuerza del motor. De esta forma el movimiento giratorio que, se pretende conseguir que el giro sea estático con dirección al eje.

Como última modificación, se creó una tapa en la parte posterior del servomotor que sirve como almacenaje para que en ese sector, se localice la placa que recibe los datos del servidor y controla el movimiento del motor.

En la figura 32, se ve de forma clara los cambios que, se efectúa en el diseño y ya fueron mencionados previamente. Cabe recalcar que las pruebas realizadas con el primer prototipo, se las dio con una bombona vacía, el regulador que, se encuentra en la figura 21 y el prototipo impreso en plástico PLA con ayuda de una impresora 3D.

Figura 32. Accionador corregido



Fuente: elaboración propia

Una vez realizados los cambios, el nuevo prototipo es probado, se comprueba que es un sistema que funciona de una forma correcta, si trabas y eficiente una vez es instalado en la bombona con el respectivo regulador y, se detecte una fuga de GLP.

2.3.5. Entrega final

Para el último paso, entrega final, se elaboran los planos del sensor y accionador presentados en el Anexo 7 y 8 respectivamente, así como el código correspondiente a las placas tanto del sensor como del actuador, se adjuntan en el anexo 4 y 5. Por último, se presenta el costo referencial del prototipo el que, se aprecia en la tabla 5.

Tabla 5. Costo neto del proyecto

Detalle	Costo
Impresión 3D	\$60
Placas Esp8266	\$14
Sensor MQ5	\$2.75
Servomotor MG995	\$15
Adaptadores de pared	\$9
Cables micro UBS	\$5
Servidor Ubidots	\$0
Total	\$105.75

Fuente: elaboración propia

Una vez, se conocen los precios netos del proyecto, se procede al ensamblaje y presentación final del proyecto construido totalmente funcional como, se lo muestra en la figura 33.

Figura 33. Proyecto ensamblado y funcional



Fuente: elaboración propia

De esta forma, se concluye el proceso de la entrega del producto y de la misma forma del desarrollo de este con resultados bastante favorables y congruentes con los objetivos planteados en el principio.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y EVALUACIÓN

3.1. Método de evaluación

Para esta parte del proceso fue necesario validar con expertos en el área de desastres por fugas de GLP este proyecto. En cuanto a estas personas, se decidió por validar el proyecto por medio de una demostración directa y seguido a esta, una encuesta que valide la opinión del personal que conforma el grupo del Cuerpo de bomberos de Ambato.

La presentación del prototipo, se dio en el patio de pruebas del Cuerpo de bomberos de Ambato, ubicado en el sector de Ingahurco.

Para la respectiva encuesta seguido de la presentación del proyecto, se tomaron en cuenta 7 diferentes funciones que cumple el prototipo para su correspondiente funcionamiento, un espacio para recomendaciones y finalmente la idea a defender del proyecto la que corresponde a: que un prototipo IoT permite el monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios. Esta encuesta, se encuentra adjunta en el documento como anexo 6., se evaluó a las diferentes funciones con una escala de Likert 1 al 5, en donde 1 es poco satisfactorio y 5 es muy satisfactorio.

Una vez finalizado el proceso de prueba y evaluación del proyecto y con el personal encuestado que seguía en el patio de pruebas, se capturó una evidencia fotográfica de la que, se observa en la figura 33.

Figura 33. Evidencia fotográfica de la prueba



Fuente: elaboración propia

3.2. Resultados de evaluación

Para las pruebas, se contó con la presencia de 1 bombero, 3 inspectores de seguridad y el técnico de ingeniería de fuego del cuerpo de bomberos.

Como resultado de la prueba, de forma verbal, el proyecto obtuvo felicitaciones y gran aceptación por parte del todo el personal expuesto al proyecto.

Tabla 4. Promedio de respuestas en la encuesta de validación

#	Pregunta	Bombero	Inspector 1	Inspector 2	Inspector 3	Técnico de ingeniería de fuego	Promedio
1	El sensor detecta el GLP con precisión	5	5	5	5	4	4.8
2	El sensor es compacto y acoplable	5	5	5	5	4	4.8
3	El sensor es seguro y fácil de conectar	5	5	5	3	4	4.4
4	El accionador cierra por completo el paso de GLP del regulador	5	5	5	5	4	4.8
5	El tiempo de respuesta del accionador es suficiente para evitar desastres	5	5	5	5	4	4.8
6	El accionador, se instala de forma sencilla a la bombona de GLP	5	5	5	3	4	4.4
7	Es relevante la notificación al usuario de fugas por medios web	5	5	5	5	4	4.8
8	El sistema IoT permite un monitoreo y control de fugas GLP en domicilios	5	5	5	5	4	4.8

Fuente: elaboración propia

Con respecto a las respuestas que, se observan en la tabla 4, el bombero Richard Muela brinda una calificación de 5 en todas las preguntas de la encuesta. Esto quiere decir que según su criterio el proyecto cumple con su respectiva función de forma correcta. Al igual que este encuestado, el inspector Wladimir Jácome y Ricardo Duche concuerdan con la misma opinión del bombero Muela.

Por otra parte, el inspector Elvis Guerrero, brinda como calificación en las preguntas 3 y 6 una calificación de 3 y el resto de las preguntas una calificación de 5 por lo que según el inspector el proyecto tiene un buen funcionamiento general, sin embargo, en cuanto corresponde al proceso de instalación del prototipo, su respuesta sugiere que este proceso sería guiado.

Por último, las respuestas a la encuesta por parte del técnico en ingeniería de fuego del cuerpo de bomberos Fernando Chiluita brinda una calificación unánime de todas las preguntas de 4.

En la sección de recomendaciones, se cuenta con 2 respuestas por parte de 2 de los inspectores presentes en la demostración del proyecto.

La primera observación por parte de Duche (2021) sugiere que la fuga de gas concentrado en un ambiente cerrado probó accidentes que llegan a hacer un siniestro y que la composición del GLP es de 80% líquido, 19% gas y contiene 1 % de odorante conocido como mercaptano.

La segunda recomendación es más enfocada al desarrollo del proyecto. En ésta, el inspector Guerrero (2021) menciona que el proyecto mejore el proceso de instalación del prototipo, por lo que comenta, existen muchas personas que solamente en el proceso de instalación del regulador de presión del tanque llegan a tener inconvenientes.

En cuanto al proceso correspondiente a los resultados de las encuestas realizadas, se pudo obtener un promedio de 4.7 de un total de 5 como tabulación total de los

resultados generales. Por lo tanto, en perspectiva de los expertos el prototipo resulta muy satisfactorio en términos generales.

De esta forma, se observa que en lo que, se refiere al funcionamiento del proyecto, se cuenta con un alto grado de aceptación por parte de los profesionales evaluados. Sin embargo, en cuanto al proceso de instalación del accionador, específicamente en la parte de diseño, mejorar el sistema de montaje del prototipo.

CONCLUSIONES

- J En conclusión, después de la aplicación de las metodologías de investigación y desarrollo, se llegó a diseñar un prototipo IoT de monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios completamente funcional. Fue evaluado por los expertos del cuerpo de bomberos de Ambato del cual, se obtuvieron resultados favorables y felicitaciones verbales por parte de todo el equipo.

- J Con las debidas investigaciones realizadas en este proyecto, se reconoció las características mecánicas de la estructura de las conexiones domesticas para control de flujo de GLP. Las que, se tomaron en cuenta para determinar la generalidad de los sistemas y de esta forma crear un diseño estandarizado.

- J De modo que sea apto para un buen funcionamiento del prototipo creado, se determinó las características que reúne un sistema IoT para monitoreo de fugas de gas, con las que, se efectuó el proceso de codificación para que sea eficiente y seguro para el usuario.

- J Se aplicó la metodología de desarrollo de software (prototipado) en un prototipo IoT de monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios. De esta forma, se ensablo el prototipo con un proceso rápido y con un funcionamiento que cuenta con un alto grado de aceptación por parte de los profesionales evaluados.

RECOMENDACIONES

-) Se recomienda reconocer las características mecánicas de las conexiones domésticas, debido a que, al depender del sector de residencia o del caso de estudio llegue a variar el tipo de distribución de GLP y sus debidas conexiones.

-) En cuanto al desarrollo en general de cualquier prototipo, se recomienda generar una interfaz final lo más simple posible. De esta forma no complicar al usuario al momento de gestionar los procesos respectivos que éste tomará.

-) Con respecto a la metodología de desarrollo (prototipado)., se recomienda un desarrollo rápido, sin complicaciones y con recursos económicos, de esta forma hacer las pruebas de cada etapa de la metodología, se agilitan y resulta más conveniente con tiempo y dinero.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, J., Martínez, E., & Vicente, P. (2010). Modelo de desarrollo Prototipo. *Universidad Tecnológica de Puebla*, 10.

Alvarez, S. S. (2018). *Válvula domótica para control de flujo en los registros agua o gas*. Bogota.

Arturo. (30 de 04 de 2020). *¿Cuál tarjeta de desarrollo elegir?* Obtenido de Unit Electronics: <https://uelectronics.com/cual-tarjeta-de-desarrollo-elegir/>

Benavides, J. (2020). *Dispositivo inteligente con tecnología móvil para la detección y prevención de accidentes causados por fugas de gas doméstico*. Ibarra: Uniandes.

Betancourt, D., & Gómez, G. (2015). *Prototipo de sistema de vigilancia basado en la internet de las cosas con aplicativo para dispositivos móviles*. Bogotá: UDFJC.

Business News Americas. (2019). TGS finaliza construcción de gasoducto en Vaca Muerta. *Business News Americas*.

Califa, M. (2020). MQUnifiedsensor. *Arduino CC*.

Diario La Hora. (19 de 9 de 2012). Molestias con repartidores de gas. *La Hora*, pág. 1.

Diario La Hora. (24 de 10 de 2019). *Restaurantes continúan usando gas doméstico*. Obtenido de La Hora: <https://lahora.com.ec/noticia/1102281532/restaurantes-continuan-usando-gas-domestico>

Duche, R. (02 de 12 de 2021).

Espinoza, C., Pérez, M. J., & Peralta, M. (2017). El Internet de las cosas: Antecedentes, conceptualización y riesgos. *UTMACH*, 12.

Espressif Systems. (2021). *ESP32 Series Datasheet V3.7*. Shanghai: Espressif Systems.

- Fabbri, M. S. (s.f.). Las técnicas de investigación: la observación. 9.
- Granado, V. (2016). Estudios Experimentales. *Síntesis*.
- Guerrero, E. (02 de 12 de 2021).
- Gunn, M. (2015). Smoke Detector Alarm. *Grabcad*.
- HANWEI SENSORS. (s.f.). *TECHNICAL DATA MQ-6 GAS SENSOR*. Zhengzhou.
- INEN. (1998). *Ecuador Patente nº 111:1998*.
- INEN. (1998). *Ecuador Patente nº 1686*.
- ITU. (17 de 11 de 2005). *The Internet of Things report in the press*. Obtenido de International Telecommunication Union: <https://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>
- Izurieta, H. (10 de 7 de 2019). El gas aumentará de precio. *Rupturas*, pág. 1.
- Jácome, E. (2015). En Quito hay una explosión de gas cada 82 horas. *Diario El Comercio*.
- Marroquin, R. (2012). Metodología de la investigación. *Universidad Enrique Guzman y Valle*, 26.
- Martínez, A. Á., & Díaz, J. S. (2017). Internet de las cosas y herramientas de software libre aplicadas a la educación. *Dialnet*, 8.
- Mecía, W. F. (2018). *Dispositivo de monitoreo basado en el internet de las cosas que obtenga evidencias de lo que acontece en el barrio 20 de noviembre de la ciudad de esmeraldas y genere una alarma de alerta en el mismo*. Esmeraldas: Pucese.
- Mercado libre. (s.f.). *Centralinas De Gas Y Electrovalvulas*. Obtenido de Mercado Libre: <https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-432211908-centralinas-de-gas-y-electrovalvulas->

_JM#position=12&search_layout=stack&type=item&tracking_id=4826244c-6883-4904-87c2-45fc0340c6d0

Ministerio de Energías y Recursos Naturales No Renovables. (2019). Estadística Hidrocarburífera. *Ecuador*.

Padilla, I., & Hernández, M. (2007). *Automatización de una válvula en una estación de seccionamiento y en una trampa de diablo de los gasoductos*. Ciudad de México: ESIME.

Peralta, N. (2003). *Definición de una estrategia que permita mejorar la comercialización de GLP en cilindros para una empresa comercializadora en la ciudad de Quito*. Quito: UASB.

Propagas. (s.f.). *Seguridad y manejo del GLP*. Obtenido de Grupo Propagas: <https://grupopropagas.com/empresas/propagas/seguridad-y-manejo-del-glp/comercio/>

Repsol. (s.f.). *¿Qué es y para qué sirve el combustible GLP?* Obtenido de Repsol España: <https://www.repsol.es/es/productos-y-servicios/estaciones-de-servicio/productos/glp/index.cshtml>

Rose, K., Eldridge, S., & Champin, L. (2015). *Internet de las cosas - Una breve reseña*. Internet Society.

Rovai, M. (8 de 9 de 2017). *IOT Made Simple: Playing With the ESP32 on Arduino IDE*. Obtenido de Hackster: <https://www.hackster.io/mjrobot/iot-made-simple-playing-with-the-esp32-on-arduino-ide-0fe58c>

Salazar, J., & Silvestre, S. (2016). *Internet de las cosas*. Praga: eské vysoké u ení technické v Praze Fakulta elektrotechnická .

Sanchez, J., & Rodriguez, G. E. (2008). *Dispositivo electrónico automatizado con electro válvulas para el control de fugas de gas domiciliario*. Girardot.

Sandoval, C. (2002). *Investigación cualitativa*. Bogotá: ICFES.

- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2015). *SGR cuida de ti: Los tanques de gas, asesinos silenciosos*. Obtenido de Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/sgr-cuida-de-ti-los-tanques-de-gas-asesinos-silenciosos/>
- Sharma, S., Shuman, M. A., Goel, A., Aggarwal, A., & Gupta, B. (2017). *España Patente nº 2622160*.
- Sistema Nacional de Información. (2010). *Secretaria nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de Indicadores de vivienda y hogar: <http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true><http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM39>
- Toranzos, M. (2021). Accidentes por gas doméstico, un peligro que va en aumento. *Expreso*, 2.
- Valle, S. (2019). *Implementación de un prototipo IoT con semáforos inteligentes a través de una infraestructura de computación en la niebla*. Quito: UDLA.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de observación directa



Ficha de observación directa	
Ficha N.:	1
Investigador:	Bryan Sánchez
Motivo para observar:	Sistemas de distribución
Casa	Observaciones:
1	<p>Esta casa necesita GLP solamente para el uso del calefón para calentar el agua del domicilio. Esta casa cuenta con una instalación interna de cobre desde la parte del patio posterior del domicilio a la cocina y a la lavandería. En este domicilio no utilizan cocina a gas, sin embargo, cuenta con una toma de GLP por si en algún caso es necesario.</p> <p>Esta casa cuenta con un regulador de presión domestico de 3kg/h de flujo. Este regulador es el que, se encuentra normalmente en el mercado.</p>
2	<p>Esta casa necesita GLP solamente para el uso del calefón para calentar el agua del domicilio. Esta casa cuenta con una instalación interna de cobre desde la parte del patio posterior del domicilio a la cocina y a la lavandería. En este domicilio no utilizan cocina a gas, sin embargo, cuenta con una toma de GLP por si en algún caso es necesario.</p> <p>Esta casa cuenta con un regulador de presión domestico de 2kg/h de flujo. Este regulador es el que, se encuentra normalmente en el mercado.</p>
3	<p>Esta casa necesita GLP para el uso del calefón para calentar el agua del domicilio, para un horno doméstico y una encimera a GLP. Esta casa cuenta con una instalación interna de cobre desde la</p>

	<p>parte del patio posterior del domicilio a la cocina y a la lavandería. En este domicilio no utilizan cocina a gas, sin embargo, cuenta con una toma de GLP por si en algún caso es necesario.</p> <p>Esta casa cuenta con un regulador de presión domestico de 2kg/h de flujo. Este regulador es el que, se encuentra normalmente en el mercado.</p>
4	<p>Esta casa utiliza GLP para la cocina doméstica y para un calefón. Esta casa cuenta con una conexión por medio de manguera desde el regulador a una división de bronce que conecta por otras mangueras a los diferentes equipos.</p> <p>Esta casa cuenta con un regulador de presión domestico de 2kg/h de flujo. Este regulador es el que, se encuentra normalmente en el mercado.</p>
5	<p>Esta casa utiliza GLP para la cocina doméstica. Esta casa cuenta con una conexión por medio de manguera desde el regulador directo a la respectiva cocina del domicilio.</p> <p>Esta casa cuenta con un regulador de presión domestico de 2kg/h de flujo. Este regulador es el que, se encuentra normalmente en el mercado.</p>

Anexo 2. Código 1 de sensor IoT

```
#include <Ubidots.h>

//creación de variables

const byte Analog=A0;

int gas=0;

int por=0;

int BufferSend=0;

// Definición de variables fijas

#define WIFI_SSID "PUCESA"

#define WIFI_PASS "PUCEWIFI2015"

#define UBIDOTS_TOKEN "BBFF-XVCjuPWn6PHJPbANYnZ58qEe6qg6TI"
//Token Personal Cuenta Ubidots

#define DEVICE_TYPE "Sensor" //Dispositivo Creado en Ubidots

#define VAR_TEMP "Sen" //Variable de Ubidots

Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN,UBI_HTTP);

void setup() {

//configuración de la placa, conexión a la red y detección del sensor

Serial.begin(115200);

pinMode(Analog,INPUT);
```

```
ubidots.wifiConnect(WIFI_SSID,WIFI_PASS);  
  
ubidots.setDeviceType(DEVICE_TYPE);  
  
}  
  
void loop() {  
  
    gas = analogRead(Analog); //lectura del sensor  
  
    Serial.println(gas);  
  
    por=map(analogRead(Analog), 0,1000,0,100); //ajuste de los valores del sensor  
  
    ubidots.add(VAR_TEMP, por); //envio de datos a Ubidots  
  
    BufferSend=0;  
  
    ubidots.send(DEVICE_TYPE);  
  
}
```

Anexo 3. Código 1 de accionador IoT

```
#include <Ubidots.h>
```

```
#include <Servo.h>
```

```
// Creación de variables
```

```
double gas=0;
```

```
int BufferSend=0;
```

```
int Angulo=0;
```

```
int aux=0;
```

```
//Configuración de parámetros
```

```
Servo servoMotor;
```

```
#define WIFI_SSID "RED SANCHEZ"
```

```
#define WIFI_PASS "jorge0996137748"
```

```
#define UBIDOTS_TOKEN "BBFF-r7VpfRHoSnMomHo4VpG27emRK5JM9j"
```

```
//Token Personal Cuenta
```

```
#define DEVICE_TYPE "Motor" //Dispositivo Creado
```

```
#define VAR_SER "Servo" //Variable dos
```

```
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN,UBI_HTTP);
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(115200);
```

```
servoMotor.attach(5);

servoMotor.write(190);

ubidots.wifiConnect(WIFI_SSID,WIFI_PASS);

ubidots.setDeviceType(DEVICE_TYPE);

}

void loop() {

  delay(10);

  Angulo=ubidots.get(DEVICE_TYPE,VAR_SER);

  Serial.println(Angulo);

  if(Angulo != aux){

    servoMotor.write(Angulo);

    delay(3000);

    aux=Angulo;

  }

  BufferSend=0;

  ubidots.send(DEVICE_TYPE);

  delay(500);

}
```

Anexo 4. Código 2 de sensor IoT

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <strings_en.h>
```

```
#include <WiFiManager.h>
```

```
#include <Ubidots.h>
```

```
//creación de variables
```

```
const byte Analog=A0;
```

```
int gas=0;
```

```
int por=0;
```

```
int BufferSend=0;
```

```
// Definición de variables fijas
```

```
#define WIFI_SSID "PUCESA"
```

```
#define WIFI_PASS "PUCEWIFI2015"
```

```
#define UBIDOTS_TOKEN "BBFF-XVCjuPWn6PHJPbANYnZ58qEe6qg6TI"
```

```
//Token Personal Cuenta Ubidots
```

```
#define DEVICE_TYPE "Sensor" //Dispositivo Creado en Ubidots
```

```
#define VAR_TEMP "Sen" //Variable de Ubidots
```

```
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN,UBI_HTTP);
```

```
void setup() {
```

```
//configuración de la placa, conexión a la red y detección del sensor

Serial.begin(115200);

pinMode(Analog,INPUT);

WiFiManager wifiManager;

//wifiManager.resetSettings();

wifiManager.autoConnect("Sensor_IoT");

//ubidots.wifiConnect(WIFI_SSID,WIFI_PASS);

ubidots.setDeviceType(DEVICE_TYPE);

ubidots.add(VAR_TEMP, por);

}

void loop() {

  delay(500);

  gas = analogRead(Analog); //lectura del sensor

  Serial.println(gas);

  if(gas>200){

    //por=map(analogRead(Analog), 0,1000,0,100); //ajuste de los valores del sensor

    //Serial.println(por);

    ubidots.add(VAR_TEMP, gas); //envio de datos a Ubidots

    BufferSend=0;

    ubidots.send(DEVICE_TYPE);
```

```
}  
  
else{  
  
    delay(5000);  
  
    //por=map(analogRead(Analog), 0,1000,0,100); //ajuste de los valores del sensor  
  
    //Serial.println(por);  
  
    ubidots.add(VAR_TEMP, gas); //envio de datos a Ubidots  
  
    BufferSend=0;  
  
    ubidots.send(DEVICE_TYPE);  
  
}  
  
}
```

Anexo 5. Código 2 de accionador IoT

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <strings_en.h>
```

```
#include <WiFiManager.h>
```

```
#include <Ubidots.h>
```

```
#include <Servo.h>
```

```
double gas=0;
```

```
int BufferSend=0;
```

```
int Angulo=0;
```

```
Servo servoMotor;
```

```
#define UBIDOTS_TOKEN "BBFF-r7VpfRHoSnMomHo4VpG27emRK5JM9j"  
//Token Personal Cuenta
```

```
#define DEVICE_TYPE "Motor" //Dispositivo Creado
```

```
#define VAR_SER "Servo" //Variable dos
```

```
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN,UBI_HTTP);
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(115200);
```

```
servoMotor.attach(5);
```

```
servoMotor.write(190);
```

```
WiFiManager wifiManager;
```

```
//wifiManager.resetSettings();

wifiManager.autoConnect("Accionador_IoT");

ubidots.setDeviceType(DEVICE_TYPE);

}

void loop() {

  delay(10);

  Angulo=ubidots.get(DEVICE_TYPE,VAR_SER);

  Serial.println(Angulo);

  if(Angulo == 1){

    servoMotor.write(0);

    delay(2500);

  }

  BufferSend=0;

  ubidots.send(DEVICE_TYPE);

  delay(500);

}
```

Anexo 6. Encuesta para validación por expertos



Encuesta para validación por expertos

Bryan Sánchez

Fecha:

Encuestado:

Cargo:

PROTOTIPOS IOT DE MONITOREO Y CONTROL DE FUGAS DE GLP EN DOMICILIOS

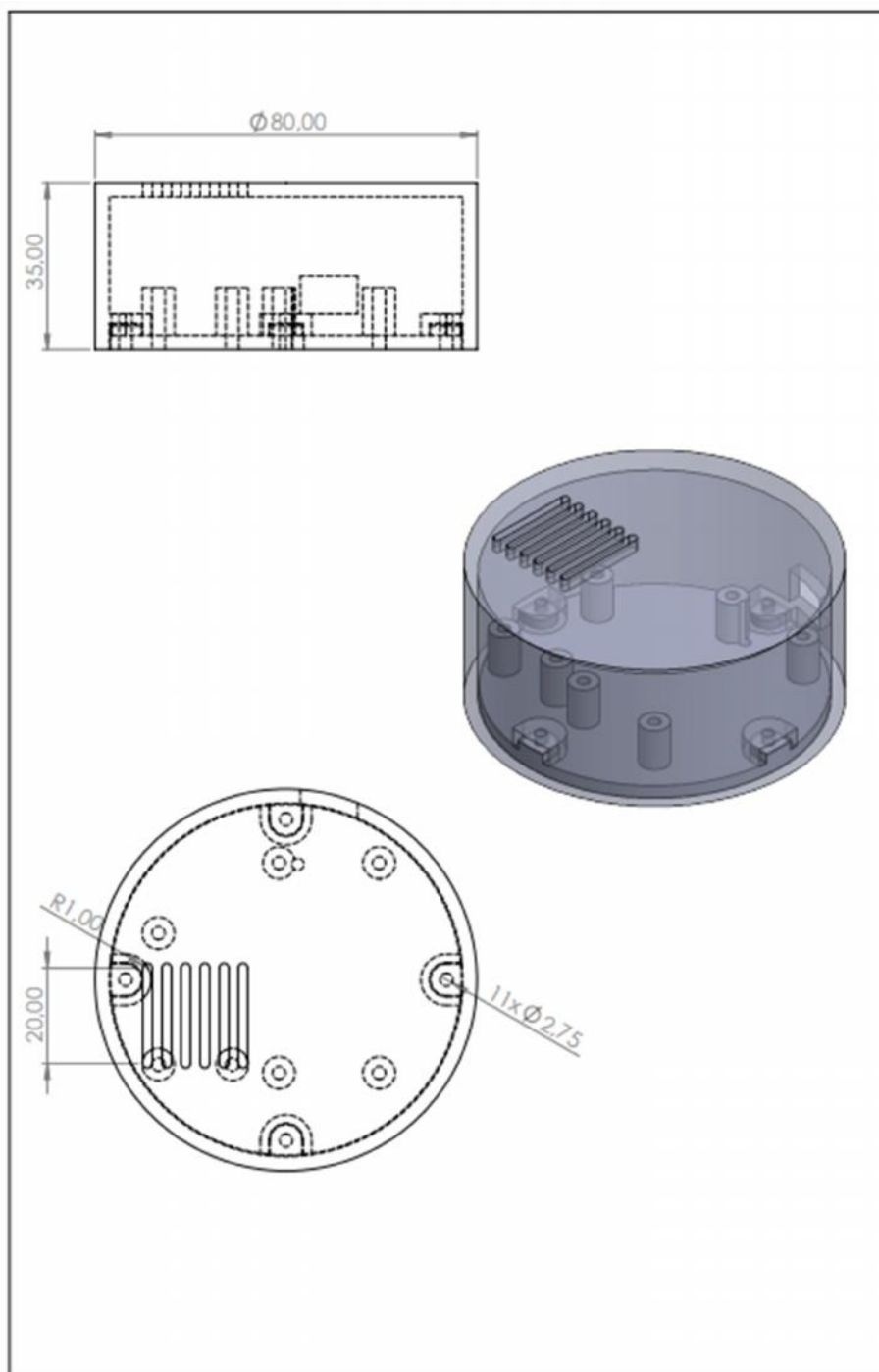
Objetivo: La siguiente encuesta tiene como objetivo el verificar con una opinión experta la utilidad de un prototipo IoT de monitoreo y control de fugas de GLP en domicilios.

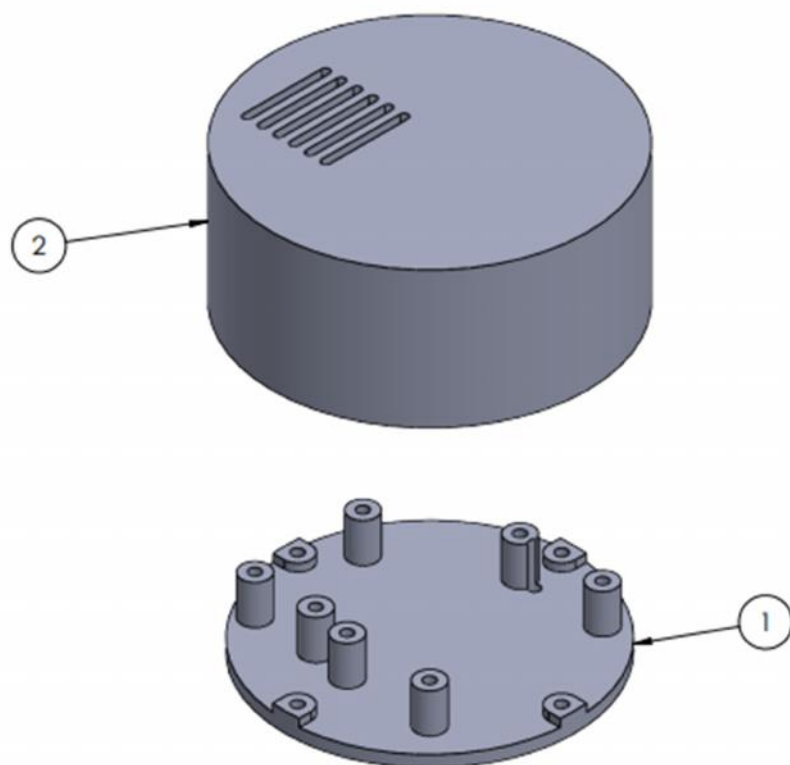
* Marque la casilla del 1 al 5, siendo 5 muy satisfactorio y 1 nada satisfactorio con respecto a cada literal.

#	Descripción	1	2	3	4	5
1	El sensor detecta el GLP con precisión					
2	El sensor es compacto y acoplable					
3	El sensor es seguro y fácil de conectar					

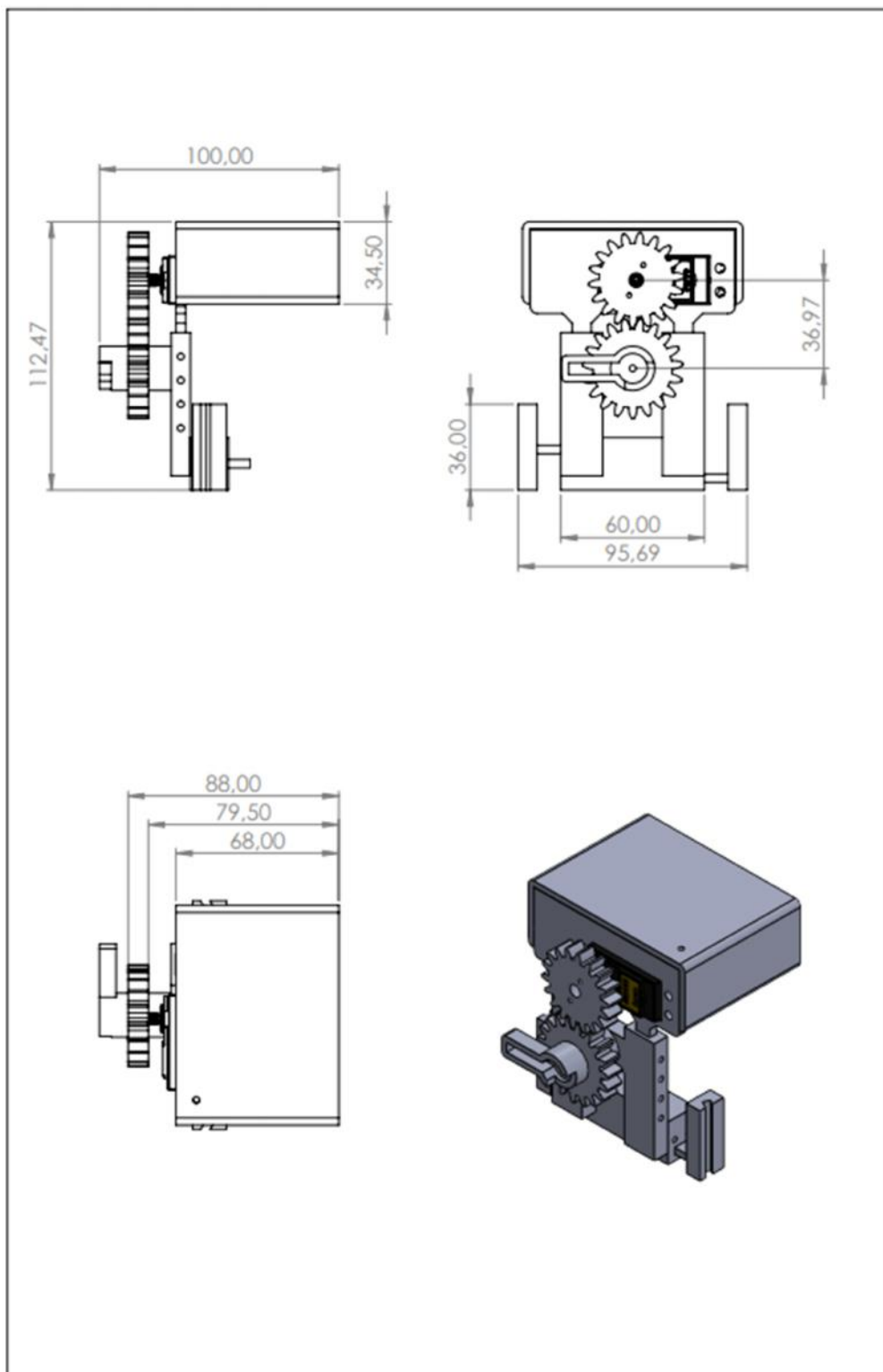
4	El accionador cierra por completo el paso de GLP del regulador					
5	El tiempo de respuesta del accionador es suficiente para evitar desastres					
6	El accionador, se instala de forma sencilla a la bombona de GLP					
7	Es relevante la notificación al usuario de fugas por medios web					
8	El sistema IoT permite un monitoreo y control de fugas GLP en domicilios					

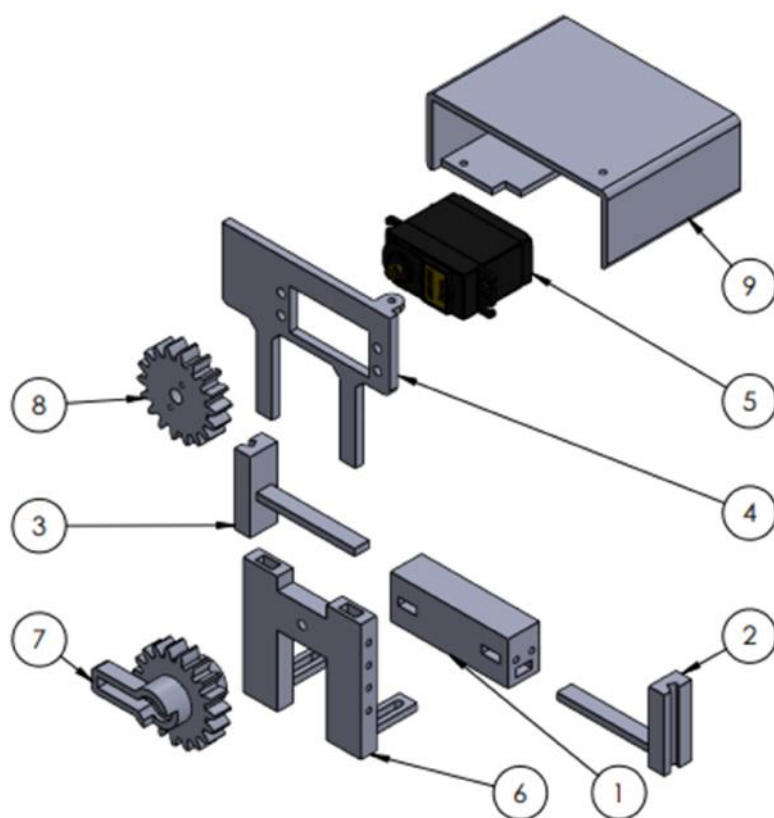
Recomendaciones:

Anexo 7. Plano y despiece del Sensor



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Base	1
2	Tapa	1

Anexo 8. Planos y despiece del accionador



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Base	1
2	Soporte lateral derecho	1
3	Soporte lateral izquierdo	1
4	Soporte de servo	1
5	Servomotor MG995	1
6	Soporte frotal	1
7	Engrane de valvula	1
8	Engrane de servo	1
9	Caja de la tarjeta	1