



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN  
TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
MONITORIZACIÓN AMBIENTAL EN EL HOGAR PARA  
DISPOSITIVOS ANDROID.**

**AUTORES:**

**JÁTIVA LÓPEZ, DAMIÁN FERNANDO  
MANTILLA TORRES, LEONARDO PAÚL**

**DIRECTOR: ING. ALULEMA, DARWIN MGS.**

**SANGOLQUÍ, ENERO 2016**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, "***DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN AMBIENTAL EN EL HOGAR PARA DISPOSITIVOS ANDROID***" realizado por el señor **LEONARDO PAÚL MANTILLA TORRES**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **LEONARDO PAÚL MANTILLA TORRES**, para que lo sustente públicamente.

**Sangolquí, 17 de Febrero de 2016**

**ING. DARWIN ALULEMA Mgs.**

**DIRECTOR**



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN AMBIENTAL EN EL HOGAR PARA DISPOSITIVOS ANDROID**" realizado por el señor **DAMIÁN FERNANDO JÁTIVA LÓPEZ**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **DAMIÁN FERNANDO JÁTIVA LÓPEZ**, para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 17 de Febrero de 2016

ING. DARWIN ALULEMA Mgs.

DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **LEONARDO PAÚL MANTILLA TORRES**, con cédula de identidad N° 1718583766, declaro que este trabajo de titulación "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN AMBIENTAL EN EL HOGAR PARA DISPOSITIVOS ANDROID**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Sangolquí, 17 de Febrero de 2016**

**LEONARDO PAÚL MANTILLA TORRES**

C.C 1718583766



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **DAMIÁN FERNANDO JÁTIVA LÓPEZ**, con cédula de identidad N° 1718129909, declaro que este trabajo de titulación "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN AMBIENTAL EN EL HOGAR PARA DISPOSITIVOS ANDROID**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Sangolquí, 17 de Febrero de 2016**

-----  
**DAMIÁN FERNANDO JÁTIVA LÓPEZ**

C.C 1718129909



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **LEONARDO PAÚL MANTILLA TORRES**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN AMBIENTAL EN EL HOGAR PARA DISPOSITIVOS ANDROID**" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 17 de Febrero de 2016

LEONARDO PAÚL MANTILLA TORRES

C.C. 1718583766



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **DAMIÁN FERNANDO JÁTIVA LÓPEZ**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN AMBIENTAL EN EL HOGAR PARA DISPOSITIVOS ANDROID**" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 17 de Febrero de 2016

---

DAMIÁN FERNANDO JÁTIVA LÓPEZ

C.C. 1718129909

## DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres José Ricardo y María Elizabeth, quienes han sido mi ejemplo a seguir, ya que me han enseñado a tener fortaleza y determinación para enfrentar cualquier adversidad. Sin su apoyo, paciencia, comprensión y amor jamás hubiese podido conseguir este nuevo triunfo en mi vida profesional.

También dedico este proyecto a mis hermanos Ricardo y Grace por su cariño incondicional. A mis abuelitos Cesar y Guillermina por siempre estar a mi lado en momentos difíciles. A mi sobrino Stefano por ser una parte importante en mi vida. A mis amigos, Andrea, Andrés y Fernando quienes siempre tuvieron un consejo y a mi compañero de tesis Damián quien a lo largo de estos meses ha sido un gran amigo y apoyo para concluir este proyecto con éxito.

***Leonardo Paúl Mantilla Torres.***



## DEDICATORIA

En la vida siempre estaremos frente a un sin número de retos, uno de ellos es la universidad, tras un paso dedicado al estudio me he dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que estoy inmerso, sino para lo que concierne a la vida y el futuro.

Dedico este trabajo a mis padres y hermana Luisa, Fernando y Erika, quienes han sido mi soporte y me han dado fuerza siempre que he decaído. Sin su amor y consejos no pudiese haber dado este paso fundamental en mi vida.

***Damián Fernando Játiva López.***

## **AGRADECIMIENTO**

Este proyecto es el resultado del esfuerzo de los años transcurridos en la universidad. Por esto agradezco a mis padres quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado en mi formación académica.

A mis hermanos que siempre creyeron en mí. A mis amigos que estuvieron siempre a mi lado en momentos difíciles. A mi Director de tesis Ing. Darwin Alulema Mgs. a quien le agradezco su respaldo, guía y confianza en este proyecto de grado.

***Leonardo Paúl Mantilla Torres.***

## **AGRADECIMIENTO**

Este proyecto es el resultado del esfuerzo en conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a mis padres quienes siempre me han dado su amor, cariño y apoyo.

A mi hermana que siempre estuvo a mi lado durante mis estudios. A mis amigos que siempre me apoyaron en momentos difíciles. A mi Director de tesis Ing. Darwin Alulema Mgs. a quien le agradezco su respaldo, guía y confianza en este proyecto de grado.

***Damián Fernando Játiva López.***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>CERTIFICADO DE TUTORÍA</i> .....	i
<i>CERTIFICADO DE TUTORÍA</i> .....	ii
<i>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</i> .....	iii
<i>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</i> .....	iv
<i>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN</i> .....	v
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiviv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvivi
RESUMEN.....	xviii
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	xix
CAPÍTULO I .....	1
1. MARCO METODOLÓGICO .....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específico .....	3
1.3 Alcance del Proyecto .....	3
1.4 Justificación e Importancia del Proyecto.....	4
1.5. Estado del Arte .....	5
CAPÍTULO II.....	7
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	7
2.1. Introducción a la monitorización de variables.....	7
2.1.1. Tipo de Variables Ambientales .....	8
2.1.1.1. Presión Atmosférica.....	8
2.1.1.2. Humedad.....	8
2.1.1.3. Temperatura.....	8

2.1.1.4. Concentración de Gases.....	9
2.2. Sensores .....	9
2.2.1. Descriptores estáticos de un sensor .....	9
2.2.2. Descriptores dinámicos de un sensor.....	11
2.2.3. Sensores de Temperatura.....	12
2.2.4. Sensores de humedad.....	13
2.2.4.1. Tipos de sensores de humedad.....	14
2.2.5. Efectos de la temperatura y la humedad. ....	15
2.2.6. Sensores de GLP (Gas licuado de petróleo) .....	16
2.3. Tarjetas de Adquisición de datos. ....	17
2.3.1. ¿Qué es adquisición de datos?.....	17
2.3.2. Tarjetas de Adquisición de datos. ....	19
2.4. Arduino .....	21
2.4.1. Productos Arduino y sus Características .....	21
2.4.2. Arduino Mega. ....	22
2.4.3. Arduino Ethernet Shield. ....	22
2.4.4. Arduino GSM Shield.....	23
2.5. Sistemas Operativos para dispositivos Móviles.....	24
2.5.1. Entornos de desarrollo.....	25
2.5.1.1 ApplInventor 2.....	26
2.6. Servidores. ....	27
2.6.1. Tipos de Servidores.....	28
2.6.2. Servidor web gratuito .....	29
2.6.3. Servidor web gratuito .....	30
2.7. Normas y Seguridad.....	30
2.7.1. Características y Propiedades del GLP.....	31
2.7.2. Explosividad.....	32
2.7.3. Procedimiento para fugas de GLP .....	33
2.8. Identificación de peligros para la salud.....	34
2.8.1. Riesgos a la Salud.....	34
2.8.2. Efectos sobre la salud.....	35

2.8.3. Primeros Auxilios .....	35
CAPÍTULO III .....	36
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....	36
3.1. Diseño e Implementación de Software .....	36
3.1.1. Diseño del Servidor.....	37
3.1.2. Implementación del Servidor .....	39
3.1.3. Diseño del Cliente .....	40
3.1.4. Implementación del Cliente .....	42
3.2. Diseño e Implementación de Hardware .....	48
3.3. Diagrama Eléctrico.....	56
CAPÍTULO IV .....	58
4. PRUEBAS, MEDICIONES Y RESULTADOS.....	58
4.1. Diseño del escenario de prueba .....	58
4.2. Prueba de los Sensores .....	62
4.3. Prueba de la Aplicación.....	69
4.4. Prueba del Sistema.....	70
4.4.1. Fuga de gas en una hornilla de la cocina.....	71
4.4.2. Fuga de gas en un tramo de la manguera que conecta al tanque con la cocina.....	72
4.4.3. Fuga de gas en la válvula que conecta la manguera al tanque. ....	73
4.4.4. Fuga de gas en la válvula que conecta la manguera al tanque. ....	75
CAPÍTULO V.....	77
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de la investigación.....	6
<b>Figura 2</b> Descriptores dinámicos de un sensor. (aragonés, y otros, 2010) ....	11
<b>Figura 3</b> Tipos de sensores de humedad. (gutierrez).....	14
<b>Figura 4</b> Rtd. (megaelectrom, 2011) .....	16
<b>Figura 5</b> Productos arduino. (arduino).....	21
<b>Figura 6</b> Arduino mega. (arduino, arduino products).....	22
<b>Figura 7</b> Ethernet shield. (arduino, arduino products) .....	23
<b>Figura 8</b> Arduino gsm shield. (electronics) .....	23
<b>Figura 9</b> Dispositivos móviles.....	24
<b>Figura 10</b> Sistemas operativos para dispositivos móviles. ....	25
<b>Figura 11</b> Entornos de desarrollo.....	26
<b>Figura 12</b> Clientes de un servidor. ....	28
<b>Figura 13</b> Servidor web.....	29
<b>Figura 14</b> Fuga sin llamas. (cerda, 2015).....	33
<b>Figura 15</b> Fuga sin llamas. (cerda, 2015).....	33
<b>Figura 16</b> Logos ide arduino y app inventor. (arduino).....	36
<b>Figura 17</b> Diseño de la RED servidor-cliente mediante datos celulares.....	37
<b>Figura 18</b> Diseño de la RED servidor-cliente mediante WIFI.....	37
<b>Figura 19</b> Diagrama de Flujo del servidor.....	38
<b>Figura 20</b> Diagrama de control Arduino.....	38
<b>Figura 21</b> Diagrama del Servidor.....	39
<b>Figura 22</b> Ip pública.....	40
<b>Figura 23</b> Diseño cliente vía datos móviles.....	40
<b>Figura 24</b> Diseño cliente vía red inalámbrica. ....	41
<b>Figura 25</b> Diagrama de flujo del cliente.....	41
<b>Figura 26</b> Vista de la página web <a href="http://www.thesisnj.site90.net/">http://www.thesisnj.site90.net/</a> .....	42
<b>Figura 27</b> Datos del servidor vía web.....	42
<b>Figura 28</b> Diagrama de clases .....	45
<b>Figura 29</b> Diagrama de clases de usos.....	46
<b>Figura 30</b> Pantallas de la aplicación para dispositivos móviles.....	48
<b>Figura 31</b> Arduino mega 2560 y sus módulos.....	49
<b>Figura 32</b> Diseño control Válvula .....	50
<b>Figura 33</b> Diseño control extractor.....	50
<b>Figura 34</b> Esquema de conexión. (aosong) .....	51
<b>Figura 35</b> Proceso general de comunicación sensor dht11 (aosong) .....	51
<b>Figura 36</b> Esquema interno del sensor mq-6 .....	54

<b>Figura 37</b>	Esquema interno del sensor mq-6 .....	54
<b>Figura 38</b>	Curva característica de sensibilidad del mq-6.....	55
<b>Figura 39</b>	Curva característica de sensibilidad del mq-6.....	56
<b>Figura 40</b>	Diagrama eléctrico. ....	57
<b>Figura 41</b>	Módulo 1. ....	58
<b>Figura 42</b>	Módulo 2. ....	59
<b>Figura 43</b>	Módulo 3. ....	59
<b>Figura 44</b>	Módulo 4. ....	60
<b>Figura 45</b>	Posibles localizaciones de los sensores .....	60
<b>Figura 46</b>	Localización del extractor.....	61
<b>Figura 47</b>	Localización de la válvula .....	61
<b>Figura 48</b>	Diseño del sistema.....	62
<b>Figura 49</b>	Dth11 pruebas cocina .....	64
<b>Figura 50</b>	Dth11 pruebas sala .....	65
<b>Figura 51</b>	Dth11 pruebas dormitorio.....	66
<b>Figura 52</b>	Mq-6 pruebas cocina.....	67
<b>Figura 53</b>	Mq-6 pruebas sala .....	68
<b>Figura 54</b>	Mq-6 pruebas dormitorio .....	69
<b>Figura 55</b>	Datos en la aplicación móvil.....	70
<b>Figura 56</b>	Tiempo de respuesta escenario 1 .....	72
<b>Figura 57</b>	Tiempo de respuesta escenario 2.....	73
<b>Figura 58</b>	Tiempo de respuesta escenario 3.....	74
<b>Figura 59</b>	Tiempo de respuesta escenario 4.....	76



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Descriptores dinámicos de un sensor. ....	11
Tabla 2	Características del arduino mega. (arduino mega 2560, s.f.).....	22
Tabla 3	Características del arduino ethernet shield. (arduino ethernet shield, s.f.) .....	23
Tabla 4	Servidores web gratuitos.....	29
Tabla 5	Datos de principales combustibles o energías para cocinar. ....	31
Tabla 6	Datos de principal combustible o energía para cocinar en hogares urbanos. (inec, 2010) .....	31
Tabla 7	Peligros del glp. (chile, 2008).....	34
Tabla 8	Efectos del glp. (chile, 2008).....	35
Tabla 9	Número de pines de cada sensor. ....	49
Tabla 10	Pines del sensor dth11.....	51
Tabla 11	Pines del sensor mq-6 .....	53
Tabla 12	Esquema interno mq-6.....	54
Tabla 13	Pruebas del sensor dth11 .....	63
Tabla 14	Dth11 pruebas cocina .....	63
Tabla 15	Dth11 pruebas sala .....	64
Tabla 16	Dth11 pruebas dormitorio.....	65
Tabla 17	Pruebas del sensor mq 6 .....	66
Tabla 18	Mq-6 pruebas cocina.....	66
Tabla 19	Mq-6 pruebas sala .....	67
Tabla 20	Mq-6 pruebas dormitorio .....	68
Tabla 21	Tiempo de respuesta escenario 1 .....	71
Tabla 22	Tiempo de respuesta escenario 2 .....	72
Tabla 23	Tiempo de respuesta escenario 3.....	74
Tabla 24	Tiempo de respuesta escenario 4.....	75

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está enfocado al monitoreo ambiental de variables como temperatura, humedad y gases tóxicos como Gas Licuado de Petróleo (GLP), además permite varias opciones de respuesta ante un evento producido, como desactivar el suministro de gas mediante el cierre automático de la válvula de gas, así como la activación de un extractor para disminuir la cantidad de GLP en el aire, en caso de sobrepasar los rangos establecidos como perjudiciales para la salud el sistema se activa automáticamente y envía un mensaje de texto SMS a un contacto definido por el usuario. Durante el proyecto se desarrolló una aplicación para dispositivos con sistema operativo Android, que utiliza una interfaz para mostrar los niveles de temperatura, humedad y GLP, siendo recopilados a través de sensores, el procesamiento de datos se realiza a través de un dispositivo arduino MEGA utilizado como tarjeta de adquisición y como servidor. Los sensores elegidos para obtener los datos son el DTH11 que mide la humedad y temperatura en el ambiente y el sensor MQ-6 mide la concentración de GLP. En el servidor web se procesa la información de los sensores y se despliega vía internet para poder acceder desde la aplicación cuando sea necesario, al estar enfocado al uso doméstico se tomó mediciones de prueba en lugares esenciales como la cocina, sala y dormitorios de la casa, para calibrar los sensores mediante los datos obtenidos y analizar el funcionamiento, rangos y fallas.

### **Palabras Claves:**

- ARDUINO
- SERVIDOR WEB
- GLP
- HUMEDAD
- TEMPERATURA

## ABSTRACT

The present research is focused on the environmental monitoring of variables such as temperature, humidity and pollutants such as Liquefied Petroleum Gas (LPG). An application for a device is developed with Android operating system, which through an interface levels of temperature, humidity and LPG is shown being collected by sensors. For processing data acquisition card used as an Arduino MEGA device, also it is used as a server. DTH11 sensor measures humidity and temperature in the room while the MQ-6 sensor measures the concentration of LPG. On the web server information from the sensors is processed and displayed via the Internet to access from the application when necessary, being focused on the domestic test measurements was taken in critical places like the kitchen, living room and bedroom of the house to calibrate the sensors by the data and analyze the performance, range and failures. The system also allows several options to respond to an event produced as off gas supply by automatic closure of the gas valve and the activation of a pump to decrease the amount of LPG in the air, against excessive the ranges established as harmful to health system is automatically activated and sends an SMS text message to a contact by the user.

### **Keywords:**

- ARDUINO
- WEB SERVER
- GLP
- HUMIDITY
- TEMPERATURE

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono.
CO	Monóxido de Carbono.
GLP	Gas Licuado de Petróleo.
DTH11	Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output.
MQ-6	LPG Gas Sensor.
SMS	Short Message Service.
IOS	iOS es un sistema operativo móvil de la multinacional Apple Inc.
ANDROID	Es un sistema operativo basado en el núcleo Linux.
OMM	Organización Meteorológica Mundial.
RTD	Resistance Temperature Detector.
ANSI	American National Standards Institute.
RH	Humedad Relativa.
PPM	Partes por millón.
DAQ	Data Acquisition.
PC	Personal Computer.
ADC	Analog-to-Digital Converter
D/A	Convertidor Digital-Análogo
DIO	Digital Input/Output
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
IP	Internet Protocol
PDA	Personal Digital Assistant
HTML	HyperText Markup Language
ISP	Internet Service Provider
LAN	Local Area Network
SIM	Subscriber Identity Module
GSM	Global System for Mobile Communications

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO METODOLÓGICO

#### 1.1. Introducción

Con el paso del tiempo, la contaminación sigue generando mayores efectos negativos en el entorno habitable, por tal motivo se han propuesto y desarrollado varios proyectos para monitorización de contaminación utilizando sensores. Siendo los sensores de gran ayuda para la adquisición de información utilizada en sistemas de control de gases perjudiciales que comprometen la salud humana, en investigaciones previas se han desarrollado mejoras en el control de la contaminación utilizando estos sensores, ampliando así su campo de uso y aplicación. Una de sus aplicaciones más importantes está enfocada en el campo industrial, donde gracias a estos avances se ha logrado prevenir catástrofes ambientales producidas por emanación de gases tóxicos.

Actualmente, las ciudades están copadas de vehículos impulsados con combustibles fósiles, los cuales producen monóxido de carbono y otros gases que elevan el nivel de contaminación en el aire perjudicando la salud humana. En éste ámbito las investigaciones son realizadas por Universidades en donde las ciudades cuentan con un mayor índice de contaminación, como por ejemplo Universidades de México, que han publicado un sinnúmero de artículos científicos relacionados a la contaminación, desarrollo de medidas preventivas, causas de contaminación, medidas para disminuir la contaminación, nuevas alternativas ecológicas, entre otras (Ruiz, 2014).

A pesar de los estudios realizados todavía no existe proyectos sobre la contaminación dentro del hogar, la mayoría de las personas se interesan en los problemas ocasionados en los sectores de mayor afluencia, es decir, en

las grandes ciudades, pero los gases tóxicos también están presentes en el hogar, un claro ejemplo de estos gases son el CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono), el CO (Monóxido de carbono), el GLP (Gas Licuado de Petróleo), entre otros, los cuales son nocivos para la salud. En el Ecuador en la actualidad se están desarrollando medidas de prevención sobre estos temas, y se está logrando concienciar sobre el peligro de los gases tóxicos en el hogar. (Ruiz, 2014)

El gobierno del Ecuador al adoptar medidas de carácter normativo, como las iniciativas de responsabilidad social de las empresas o la prevención por medio de la creación de sistemas de emergencia, busca salvaguardar la integridad física y mejorar la calidad de vida de las personas. En países con mayor avance en este tema, ya se usa la tecnología como un medio para la lucha contra la contaminación. Existiendo en el mercado sistemas que monitorizan las actividades irregulares en el hogar, al alertar sobre variaciones en temperatura, humedad, presión, niveles de CO<sub>2</sub>, entre otros.

En el país estos productos aún no son comerciales, lo único existente son válvulas que cierran automáticamente el paso del gas cuando siente una caída de presión, por lo que el proyecto intenta dar un precedente, para concientizar tanto a la población como a las universidades a que se interesen más sobre este tema, puesto que en el Ecuador en la actualidad se han generado grandes accidentes por inhalación y fugas de gases tóxicos en el hogar (Miranda, 2011).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 General**

- Diseñar, desarrollar e implementar un sistema de monitorización ambiental en el hogar para dispositivos con sistema operativo Android.

### 1.2.2 Específico

- Implementar un componente electrónico utilizando sensores para medición de contaminación ambiental.
- Investigar las características y la funcionalidad de las tarjetas de adquisición de datos.
- Crear una aplicación cliente para dispositivos móviles utilizando la plataforma Android para monitorización ambiental.
- Investigar normativas y medidas de seguridad utilizadas en la manipulación de gases de tipo inflamables.
- Diseñar e implementar medidas correctivas ante fugas de gas aplicando normas de seguridad.

### 1.3 Alcance del Proyecto

Se desarrolló una aplicación para un dispositivo portátil con sistema operativo Android, el cual cuenta con una interfaz que muestra los niveles de temperatura, humedad y GLP (Gas Licuado de Petróleo), que son recopilados a través de sensores.

Para la recopilación de datos se utilizó sensores acoplados a una tarjeta de adquisición la cual es también el servidor al que se accede para visualizar la información.

El sensor DTH11 mide la humedad y temperatura en el ambiente mientras que el sensor MQ-6 mide la concentración de GLP, estos datos son presentados en un dispositivo con sistema operativo Android. En el servidor web lee la información de los sensores y los despliega vía internet para poder acceder desde la aplicación cuando sea necesario, al estar enfocado al uso doméstico se tomó mediciones de prueba en lugares esenciales como la cocina, sala y dormitorios de la casa, para analizar el funcionamiento, rangos y fallas de los sensores y determinar los lugares idóneos donde serán colocadas.

El sistema además permite varias opciones de respuesta ante el evento producido, como desactivar el suministro de gas mediante el cierre automático de la válvula de gas, así como la activación de un extractor para disminuir la cantidad de GLP, en caso de sobrepasar los rangos establecidos como perjudiciales para la salud el sistema se activa automáticamente y envía un mensaje de texto SMS a un contacto definido por el usuario y efectuará las dos acciones correctivas antes expuestas.

Una vez implementado el proyecto se realizó pruebas del sistema completo simulando los posibles escenarios en los cuales la alarma se puede activar, la manipulación en forma remota desde la aplicación del dispositivo portátil de las medidas correctivas como cierre de válvula o encendido del extractor.

#### **1.4 Justificación e Importancia del Proyecto**

Actualmente en Ecuador se trabaja en acciones de prevención para la reducción de factores de riesgos, puesto que, la exposición prolongada al GLP produce que los pulmones se llenen de gas propano siendo este el 60% de la composición del GLP, dificultando la respiración, por lo que el monitoreo del ambiente tiene una gran importancia en el ámbito de salud pública.

En la misma línea de estas políticas de estado el proyecto brinda a los usuarios alertas de posibles fugas de gas doméstico o intromisión de cualquier otro gas nocivo para la salud como gas propano y butano, teniendo a mano un sistema que identifique este problema a tiempo, pudiendo así prevenir muchos accidentes por inhalación de gas. Además, si la actividad anormal detectada no es atendida durante un rango de tiempo definido se enviará una alarma a un usuario.



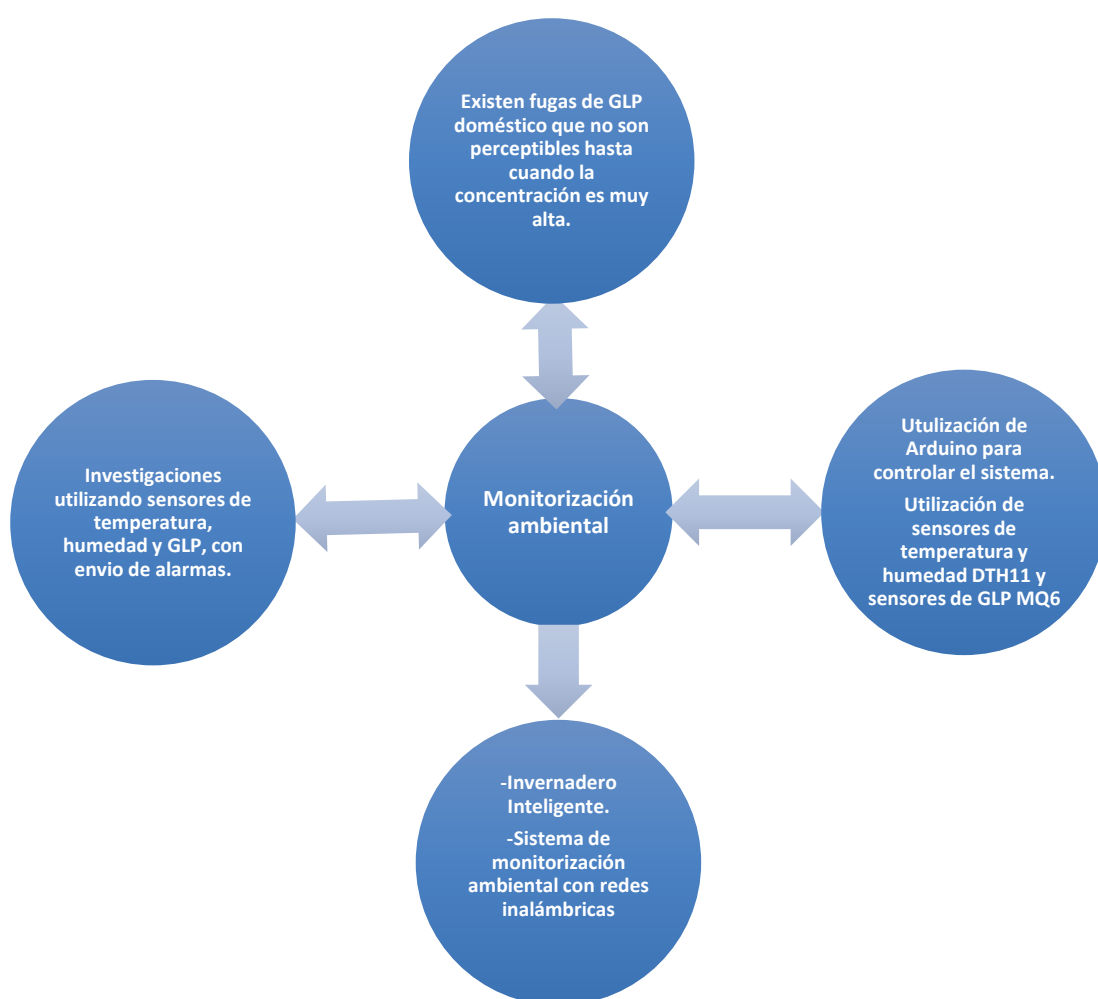
Hoy en día, el uso de equipos móviles es casi una necesidad indispensable para la comunicación y en los últimos años se ha desarrollado aplicaciones para estos dispositivos, ya que al ser equipos que permiten mayor capacidad y estar corriendo sobre Sistemas Operativos más avanzados, permiten el desarrollo de aplicaciones dirigidas al ocio, tareas diarias, salud, etc. Los Sistemas operativos más conocidos para el desarrollo de estas aplicaciones son IOS de Apple y Android, este último al ser un software libre es accesible y fácil para programación de aplicaciones.

### **1.5. Estado del Arte**

Con respecto a investigaciones previas sobre monitorización del medio ambiente, existen varias tesis que utilizan sensores de temperatura y humedad.

Tomando como referencia el trabajo de investigación “Invernadero Inteligente” donde se debe mantener una temperatura promedio para las plantaciones, en las cuales es indispensable un control de temperatura a través de la monitorización de temperatura y humedad, del mismo modo haciendo referencia a la tesis investigativa “Sistema de monitorización ambiental con redes inalámbricas de sensores para el Insectario del CINVESTAV-IPN Zacatenco, donde el objetivo principal es monitorizar tales variables en periodos de tiempo determinados por el usuario, con la finalidad de detectar alteraciones en el ambiente de un lugar en específico, creando alertas a partir de eventos ocurridos en dicho lugar monitorizado, las cuales son enviadas utilizando mensajes de correo electrónico y/o por mensajes de texto SMS vía teléfono celular, considerando este tipo de sistemas se da el punto de partida para la implementación y automatización del proceso de monitorización ambiental orientado al hogar, teniendo como finalidad dar una alerta si niveles de GLP o temperatura son excesivos.

Una investigación que se aproxima mucho al presente trabajo de tesis, tiene como tema: Diseño e Implementación de un Sistema de Monitorización y Alerta Temprana para la Escuela de Ingeniería Electrónica, realizado y ejecutado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en este trabajo se usan micro controladores, sensores de temperatura, sensores de gas y de humo, al implementar el sistema, se logra dar alerta en caso de fugas de gas, minutos después de haberse iniciado, en el caso de la elevación de temperatura, se comparan con lecturas anteriores y finalmente el sensor de humo tiene características similares al sensor de gas, es decir que con la implementación del sistema se puede prevenir con un 90% incendios causados por fugas de gas, con un mínimo de falsas alarmas.



**Figura 1** Diagrama de la investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1. Introducción a la monitorización de variables**

La monitorización, es un proceso por el cual se supervisa el valor de variables, con el objetivo de buscar patrones anormales y prevenir futuras anomalías en procesos. Al almacenar estos valores se puede obtener una base de comprensión de lo ocurrido en un lapso de tiempo definido o en tiempo real.

El estudio de variables ambientales se practica desde hace mucho tiempo atrás, desde la antigüedad donde existían creencias y métodos para predecir factores climáticos, los cuales les servía para programar cosechas, festividades, eventos, etc.

En la actualidad la monitorización de variables resulta un campo indispensable para poder gestionar soluciones o sistemas que puedan prevenir, alertar o impedir de manera segura y eficiente, estos problemas.

Desde la aparición de equipos a bajo costo que puedan realizar este tipo de tareas, mediante sensores y tarjetas de adquisición de datos, es necesario conocer la aplicación específica que se quiere llevar a cabo, para así analizar características, prestaciones y limitaciones, para realizar la monitorizaciones de alguna o varias variables ambientales.

Con los avances de la tecnología y sus aplicaciones, ahora se puede controlar sistemas remotamente, en el caso de monitorización esto ha evitado el acceso físico, con lo que se ha logrado reducir costos de inspección y control (Ruiz, 2014)

### **2.1.1. Tipo de Variables Ambientales**

En el ámbito ambiental se tiene la presencia de varias variables que pueden ser monitorizadas, como son las siguientes:

- Presión Atmosférica
- Humedad
- Temperatura
- Concentración de gases

#### **2.1.1.1. Presión Atmosférica**

Es la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire sobre la superficie terrestre y su unidad de medida más usada es el Pascal (Pa).

Según el lugar geográfico donde se mida esta variable presentara cambios meteorológicos, por ejemplo la presión atmosférica disminuye con la altitud, también varía según la latitud, ejemplo existe menor presión atmosférica al nivel del mar y en latitudes ecuatoriales. (Álvaro Brenes, 1995)

#### **2.1.1.2. Humedad**

Humedad es la presencia de agua en un cuerpo o la presencia de vapor de agua en el aire.

Humedad relativa en porcentajes es la relación entre la cantidad de vapor de agua real que este contiene y la que necesitaría para saturarse a la misma temperatura medida. (Croiset, 1976).

#### **2.1.1.3. Temperatura**

La temperatura es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura)

(Croiset, 1976).

Suele medirse en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), y también en grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) o con una unidad de temperatura absoluta como es el Kelvin (K). El cero absoluto (0 K) corresponde a  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

#### **2.1.1.4. Concentración de Gases**

“De acuerdo con el Boletín de OMM sobre los gases de efecto invernadero correspondiente a 2011, en el que se abordó con especial atención el ciclo del carbono, desde el inicio de la era industrial en 1750, se han emitido a la atmosfera cerca de 375 mil millones de toneladas de carbono en forma de  $\text{CO}_2$ .” (ONU Cambio Climático, s.f.)

### **2.2. Sensores**

Los sensores son dispositivos que pueden ser eléctricos, mecánicos o una combinación de estos, que se utilizan para transformar magnitudes químicas o físicas como: luz, magnetismo, presión, humedad, Ph, entre otros, en valores medibles de dicha magnitud (normalmente magnitud eléctrica).

Los sensores básicamente, transforman un determinado fenómeno físico en una señal, este proceso se conoce en el ámbito de las ciencias como transducción, lo que constituye en la conversión de un dato en una información en un “lenguaje” diferente (Ávila & Jaramillo, 2010).

#### **2.2.1. Descriptores estáticos de un sensor**

Estos definen el comportamiento en régimen permanente del sensor.

Rango: conjunto de valores máximos y mínimos que pueden tener las variables de entrada (de instrumentación) y variables de salida (eléctricas).

Exactitud: es la cualidad de un instrumento de medida por la que tiende a dar lecturas próximas al valor verdadero de la magnitud medida.

Repetitividad: es la capacidad de reproducción de los valores de señal de salida de un instrumento al medir repetidamente varios valores idénticos, siempre en las mismas condiciones de proceso.

Resolución: el valor de medida más pequeño que se puede ser detectado.

Error: es la desviación que se presenta en las medidas prácticas de una variable de proceso, con relación a las medidas reales.

Error absoluto: valor medido – valor real. [1]

Error relativo:  $\frac{\text{Valor absoluto}}{\text{Valor real}}$  [2]

Error total: suma algebraica de los cuadrados de los errores de los instrumentos.  $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + \dots}$  [3]

Zona muerta: es el campo de valores de la variable que no afecta la indicación o señal de salida del instrumento, no produce respuesta.

Histéresis: es la diferencia máxima que se observa en los valores del instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos ascendente y descendente.

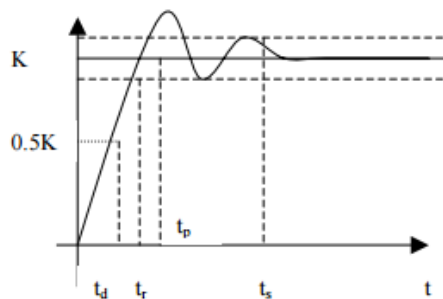
Sensibilidad: es la razón entre el incremento de la señal de salida y el incremento de la variable que lo produce, después de haberse alcanzado el estado de reposo.

Excitación: es la cantidad de corriente o voltaje requerida para el funcionamiento del sensor.

Estabilidad: es una medida de la posibilidad de un sensor de mostrar la misma salida en un rango en que la entrada permanece constante.

Rangeabilidad: es el cociente entre el valor de la medida superior e inferior de un instrumento. (Universidad de Valladolid)

### 2.2.2. Descriptores dinámicos de un sensor




**Figura 2** Descriptores dinámicos de un sensor. (Aragonés, y otros, 2010)

**Tabla 1:**

Descriptores dinámicos de un sensor.

Nombre	Símbolo	Descripción
Tiempo de retardo	$t_d$	Tiempo que tarda la señal de salida del dispositivo en alcanzar el 50% de su valor final
Tiempo de subida	$t_r$	Tiempo que demora la señal de salida del sensor para alcanzar su valor final (Cuanto tarda en responder a una entrada).

Continua 

<b>Tiempo de pico</b> $t_p$	Tiempo que tarda la señal de salida en alcanzar el pico máximo de su sobreoscilación.
<b>Pico de sobreoscilación</b> $M_p$	Medida de cuanto se eleva la evolución temporal de la señal de salida del sensor respecto de su valor final.
<b>Tiempo de establecimiento</b> $t_s$	Tiempo que tarda la salida del sensor en entrar en la banda del 5% o 2% alrededor del valor final y no vuelve a salir de ella.

### 2.2.3. Sensores de Temperatura

En muchos procesos industriales la temperatura es de vital importancia, por esto es necesario disponer de una medición precisa.

Un sensor de temperatura es un dispositivo que transforma los cambios de temperatura en cambios de señales eléctricas para ser procesados por dispositivos eléctricos o electrónicos.

Existen tres tipos de sensores eléctricos de temperatura: termistores, RTD y termopares.

**Termopares:** esta clase de sensores son los más utilizados, puesto que son precisos y relativamente económicos, pueden operar en un amplio rango de temperaturas. Este tipo de sensor se construye uniendo dos metales diferentes, su punto de unión produce un pequeño voltaje de circuito abierto como una función de temperatura. Se puede usar este voltaje termoeléctrico (voltaje Seebeck) para calcular la temperatura.

Los tipos de termopares son asignados con letras mayúsculas que indican su composición de acuerdo al American National Standard Institute (ANSI). Los tipos más comunes incluyen B, E, K, N, R, S y T.



**RTD:** es un dispositivo elaborado con bobinas o películas de metal (generalmente platino). Al calentarse, la resistencia del metal aumenta, al contrario al enfriarse su resistencia disminuye. Al pasar corriente a través de un RTD éste genera un voltaje y midiendo este voltaje se puede determinar su resistencia y por tanto la temperatura. Generalmente la resistencia de  $100 \Omega$  se da a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  y mide temperaturas de hasta  $850 \text{ }^\circ\text{C}$ . (Aragonés, y otros, 2010)

**Termistor:** es una pieza de semiconductor hecha de óxidos de metal que están comprimidos en una pieza, disco, oblea u otra forma y son sometidos a altas temperaturas. Al final son cubiertos con epoxi o vidrio. Poseen una forma de trabajo similar a los RTDs, se lee un voltaje después de pasar una corriente para determinar la temperatura. La diferencia con los RTDs es que el termistor posee más altas resistencias y una mejor sensibilidad.

#### **2.2.4. Sensores de humedad**

Este tipo de sensores basan su funcionamiento en que el agua no es un material aislante como el aire, por el contrario posee una conductividad eléctrica.

Dicho esto si se coloca un par de cables sin recubrimientos del tipo aislantes conducirán una pequeña cantidad de corriente si el ambiente es húmedo, si se coloca un transistor en zona activa que amplifique esta corriente se tiene un detector de humedad. (Croiset, 1976) (Universidad de Valladolid)

#### **Parámetros típicos para determinar la humedad.**

**Medición de la humedad relativa (RH):** consiste en determinar la relación entre presión parcial del vapor de agua en el gas que se trate y la presión de saturación del vapor a cierta temperatura. Por lo tanto la humedad relativa es función de la temperatura.

La humedad relativa es muy usada en aplicaciones ambientales pues impacta directamente con el confort humano.

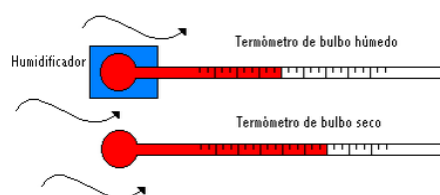
**Medición del punto de rocío/escarcha (D/F PT):** el punto del rocío es la temperatura, por sobre los 0° grados, al cual el vapor del agua se presenta el gas condensado. El punto de escarcha hace referencia a la temperatura por debajo de 0° grados, a la cual el vapor se cristaliza en hielo.

Estos dos puntos son utilizados cuando la sequedad de un gas es relevante.

**Partes por millón (PPM):** expresión del contenido de vapor de agua por fracción de volumen (PPMv), este parámetro es más complicado de conceptualizar dado que no está dentro del alcance del cuerpo humano detectar los cambios de esta magnitud en la atmósfera. Este es usado cuando el vapor de agua es considerado una impureza o un componente derivado de una mezcla de gases utilizado en un proceso industrial

#### 2.2.4.1. Tipos de sensores de humedad

Psicometría por bulbo húmedo/ bulbo seco: la psicometría es desde hace mucho uno de los métodos más utilizados para la monitorización de la humedad, puesto que es simple y de bajo costo, utiliza un par de termómetros eléctricos acoplados, uno de éstos trabaja en estado húmedo, al enfriarse el termómetro humedecido por la evaporación del agua, se da una diferencia de temperatura entre los dos dispositivos la cuál es medible al compararlas utilizando una tabla psicométrica.



**Figura 3** Tipo de sensor de humedad por bulbo húmedo/seco. (Gutierrez)

**Sensores por desplazamiento:** puede decirse que es el sensor más antiguo y de uso común, se basa en la utilización de mecanismos para medir la expansión o contracción de un cierto material que es proporcional a los cambios en el nivel de la humedad relativa. Los materiales más comunes utilizados para este tipo de dispositivos son el nylon y la celulosa. Una de las principales ventajas de este tipo de sensor es su alta resistencia a la contaminación.

**Sensor de bloque de polímero resistivo:** son compuestos por un sustrato cerámico aislante sobre el cuál se coloca una cuadrícula de electrodos, estos son cubiertos por una sal sensible a la humedad embebida en un polímero, después el polímero es cubierto por una capa permeable al vapor de agua. A medida que la humedad penetra en la capa de protección, el polímero es ionizado y estos iones se transmiten a la resina, con esto se excitan los electrones y se procede a medir la impedancia del sensor para ser usada en el cálculo de la humedad.

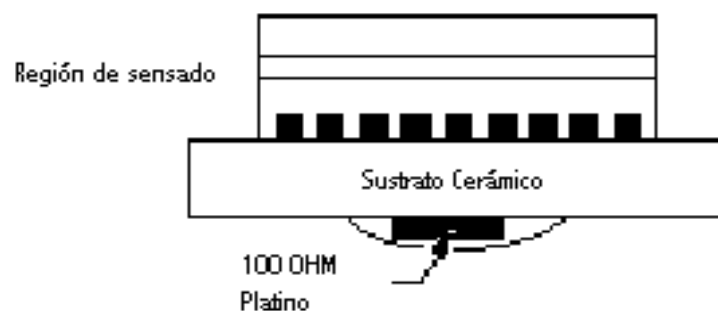
**Sensores capacitivos:** son diseñados generalmente con discos paralelos con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato. El elemento dieléctrico absorbe o elimina el vapor de agua del ambiente con los cambios del nivel de humedad. Dichos cambios causan una variación en la capacidad de dispositivo por lo que resulta una impedancia variable por la humedad. Los sensores capacitivos son útiles porque el coeficiente de temperatura es bajo y el polímero dieléctrico soporta altas temperaturas.

### **2.2.5. Efectos de la temperatura y la humedad.**

La señal de salida de todos los dispositivos de medición de humedad, son afectados sensiblemente por la temperatura y la humedad relativa. Por esta causa se utilizan mecanismos de compensación para la temperatura en aplicaciones que demandan mayor precisión o un rango muy amplio. Cuando se compensa la temperatura de un sensor lo mejor es hacer la medición de

temperatura tan cerca como sea posible de área activa del sensor, esto es en el mismo micro-ambiente. Esto es especialmente verdad cuando se combina la medición de RH y temperatura para derivar el punto de rocío

Los instrumentos de tipo industrial para medir humedad y punto de rocío incorporan una resistencia de platino (RTD) en la parte posterior del sustrato del sensor para la integridad de la compensación de la diferencia de temperaturas.



**Figura 4** Sensor de humedad Relativa con RTD. (*megaelectrom, 2011*)

### 2.2.6. Sensores de GLP (Gas licuado de petróleo)

El gas natural y el GLP (gas licuado del petróleo) se encuentran entre las formas de energía más seguras que existen, pero su uso también extraña peligros importantes para las viviendas y sus usuarios.

Las fugas de gas pueden tener efectos devastadores; una vez que el gas se haya acumulado sin que nadie lo detecte, operaciones tan sencillas como activar un interruptor de iluminación pueden proporcionar una fuente de ignición, con lo que podría desencadenar una explosión.

Los sensores de GLP son dispositivos que están capacitados para detectar concentraciones de gas licuado de petróleo, durante fugas o uso excesivo.

Para el censado utilizan la tecnología de sensores catalíticos. (Sandbox Electronics, s.f.).

Estos sensores son los dispositivos más habituales para detectar vapores y gases combustibles. Estos sensores son en principio bobinas de alambre. Estas bobinas se mezclan con dos tipos de catalizadores: uno para que el elemento sea activo y otro para que no. Estas bobinas son combinadas en pares de elementos de detección y de referencia. Esto conforma un sensor de gas combustible. (Sandbox Electronics, s.f.)

## **2.3. Tarjetas de Adquisición de datos.**

### **2.3.1. ¿Qué es adquisición de datos?**

También conocido como DAQ es un proceso mediante el cual se mide un fenómeno físico, químico, eléctrico entre otros, utilizando un PC.

Este tipo de sistemas están compuestos por sensores, hardware de medidas DAQ y una PC con software programable.

#### **Concepto:**

Las tarjetas de adquisición de datos como su nombre lo indica son dispositivos que ayudan a recopilar información que luego se usará para documentar y analizar un fenómeno.

#### **Características:**

**Analógico-Digital (ADC):** elemento electrónico que ayuda a convertir una señal analógica en una digital equivalente.

**Convertidor Digital-Análogo (D/A):** componente electrónico que poseen varias tarjetas de adquisición que genera una señal de salida análoga.

**Digital Input/Output (DIO):** hace referencia a tipos de señales de adquisición de datos. Son señales discretas, que poseen dos estados encendido/apagado (1/0).

**Entrada simple (SE):** indica la forma de conexión del cable de la señal a un dispositivo de adquisición de datos. Con una sola terminal de cableado, cada entrada analógica tiene una conexión única, pero todos los canales comparten una conexión a tierra común.

**Entrada diferencial:** indica la forma de conexión del cable de la señal a un dispositivo de adquisición de datos. Entradas diferenciales tienen una conexión positiva y negativa para cada canal.

**General Purpose Interface Bus (GPIB):** es el bus estándar que es utilizado para control de instrumentos electrónicos mediante un computador. Llamado también IEEE 488 por la definición ANSI/IEEE.

**Resolución:** incremento más pequeño en la señal que puede ser detectado por un sistema de adquisición de datos.

**RS232:** estándar comunicaciones encontrado comúnmente en varios sistemas de adquisición de datos.

**RS485:** no es tan popular como RS232, sin embargo, es más flexible ya que permite la comunicación con un máximo de 32 dispositivos en el bus a la vez y distancias de transmisión de aproximadamente 1500 metros.

**Frecuencia de muestreo:** Es la velocidad a la que un sistema de adquisición de datos recoge datos de los sensores, esta velocidad se expresa comúnmente en muestras por segundo. Para los dispositivos multi-canal de adquisición de datos, la frecuencia de muestreo se da típicamente como la velocidad del convertidor analógico-a-digital (A / D). Para obtener una

Frecuencia de muestreo individual del canal, es necesario dividir la velocidad de la A / D por el número de canales que se muestra. (Omega, s.f.)

### **2.3.2. Tarjetas de Adquisición de datos.**

**Sistemas de Adquisición de Datos Wireless:** los sistemas inalámbricos de adquisición de datos pueden eliminar el costo de la instalación y el tiempo requerido para cablear todos los sensores. Estos sistemas constan de uno o más transmisores inalámbricos enviando datos a un receptor inalámbrico conectado a un ordenador remoto. Los transmisores inalámbricos están disponibles para temperatura ambiente, humedad relativa, presión barométrica, presión de línea, infrarrojos, termopares, RTD, pH, sensores de pulso de salida de 4 a 20 mA transmisores y transductores con salida de voltaje. Los receptores pueden ser conectados al puerto USB o Ethernet del PC.

**Sistemas de Comunicación en Serie:** los sistemas de comunicación en serie para los sistemas de adquisición de datos son una buena elección cuando la medición debe hacerse en un lugar que está distante del ordenador. Hay varios estándares de comunicación, RS232 es la más común pero sólo soporta comunicación de punto a punto y las distancias son relativamente cortas. RS485 soporta distancias de transmisión de hasta 1500 metros con un o dos pares de cables, también permite compartir hasta 32 dispositivos el mismo bus.

**Sistemas de Adquisición de Datos USB:** El Bus Serie Universal (USB) es un nuevo estándar para conectar PCs a dispositivos periféricos tales como impresoras, monitores, módems y dispositivos de adquisición de datos. USB ofrece varias ventajas sobre las conexiones convencionales en serie y en paralelo, incluyendo un mayor ancho de banda (hasta 12 Mbits / s) y la capacidad de proporcionar energía al dispositivo periférico. USB es ideal para la adquisición de diferentes datos. Desde que los USB suministran energía,

sólo se necesita un cable para conectar el dispositivo de adquisición de datos en el PC, que muy probablemente tiene al menos un puerto USB.

**Sistemas de Adquisición de Datos Ethernet:** Los sistemas de adquisición de datos Ethernet son una opción popular para muchos usuarios. La mayoría de las instalaciones industriales y comerciales tienen cables de red Ethernet instaladas, lo que permite la integración de un sistema de adquisición de datos distribuido sin el costo del cableado adicional.

Muchos dispositivos Ethernet incorporan un servidor web lo que significa que transmiten su propia página web para presentar los datos adquiridos. Esto puede ser visto por cualquier usuario con un navegador web estándar con lo que el software adicional no tiene por qué ser aprendido o adquirido.

Otra ventaja de utilizar Ethernet es que los datos pueden ser fácilmente compartidos entre los usuarios del Network local y también a través de Internet a los usuarios autorizados en todo el mundo.

**Sistema de Adquisición de Datos Plug-in Boards (Integrados):** las tarjetas de adquisición de datos informáticos se conectan directamente al bus de ordenador. Las ventajas del uso de las tarjetas son la velocidad (debido a que están conectadas directamente al bus) y el costo. Las tarjetas ofrecidas son principalmente para el IBM PC y ordenadores compatibles. Las características proporcionadas por las tarjetas pueden variar dependiendo del número y tipo de entradas (tensión, termopar, digital), salidas, velocidad y otras funciones previstas. Cada tarjeta instalada en el equipo se dirige a un único mapa de ubicación Entrada / Salida. El mapa de E/S en el ordenador, proporciona las ubicaciones de dirección que el procesador utiliza para obtener acceso al dispositivo específico como requiere su programa.



## 2.4. Arduino

Es una plataforma de hardware libre, la cual posee un microcontrolador y un entorno de desarrollo conocido como IDE.

Existen varias placas las cuales por sus características son usadas y programadas para diferentes propósitos.

### 2.4.1. Productos Arduino y sus Características

Arduino cuenta con los siguientes productos:

- Módulos
- Shields
- Kits
- Accesorios



**Figura 5** Productos Arduino. (Arduino)

### 2.4.2. Arduino Mega.

El Arduino Mega es una tarjeta programable mediante un IDE de Arduino, tiene entradas analógicas y I/O Digitales, en las cuales mediante programación se leen las señales de entrada para ser procesadas y enviar una señal de salida.



**Figura 6** Arduino MEGA. (*Arduino, Arduino Products*)

**Tabla 2:**

Características del Arduino MEGA. (*Arduino MEGA 2560, s.f.*)

Modelo	UC	V de entrada	V del sistema	Reloj	Digital I/O	Entradas Analógicas	Memoria Flash
Arduino Mega	ATmega 1280	7-12V	5V	16MHz	54	16	128KB

### 2.4.3. Arduino Ethernet Shield.

El shield Ethernet de Arduino, brinda la facilidad de conexión vía Ethernet a una red y de esta manera la aplicación podrá ser vista vía web desde cualquier dispositivo conectado a esa red, para que la aplicación se publique en internet y poder acceder desde cualquier punto del planeta con acceso a internet, es necesario habilitar un puerto a la IP pública y enlazar la aplicación a esta IP.



**Figura 7** Ethernet Shield. (*Arduino, Arduino Products*)

**Tabla 3:**

Características del Arduino Ethernet Shield. (*Arduino Ethernet Shield, s.f.*)

Modelo	UC	V de entrada	V del sistema	Reloj	Digital I/O	Entradas Analógicas	Memoria Flash
Ethernet Pro	ATmega 328	7-12V	5V	16MHz	14	6	32Kb

#### 2.4.4. Arduino GSM Shield.

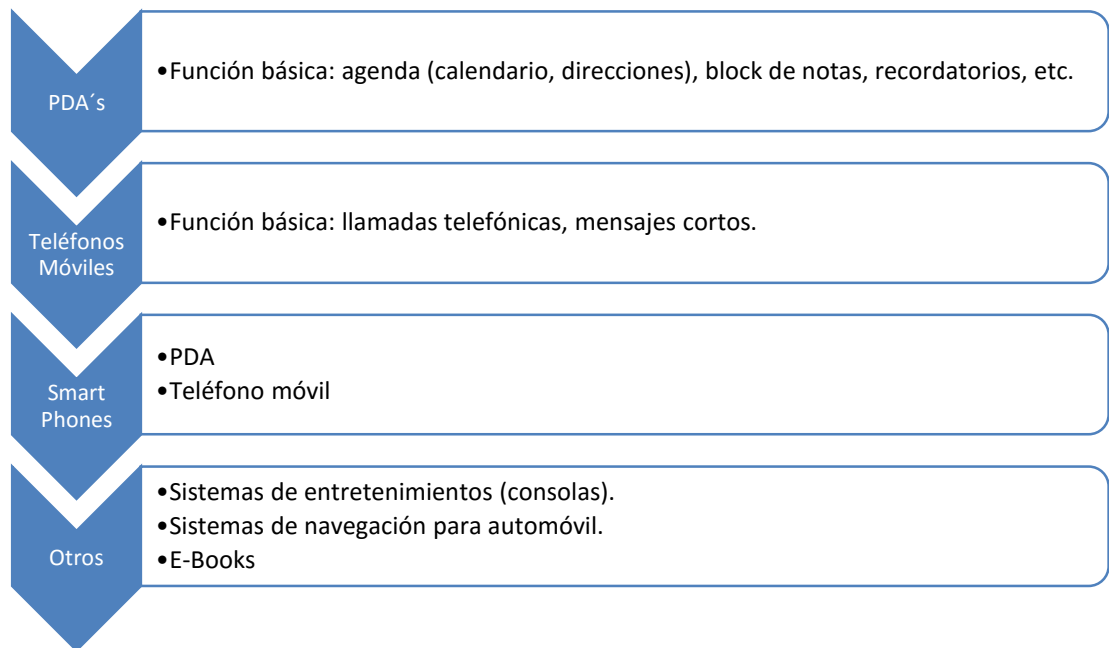
El Shield GSM de Arduino permite conectarse a una red celular gracias a un procesador SIM900, al colocar una tarjeta SIM en este módulo y mediante programación se brinda los mismos servicios básicos de un celular mensajería SMS y llamadas fijas o móviles.



**Figura 8** Arduino GSM Shield. (*Electronics*)

## 2.5. Sistemas Operativos para dispositivos Móviles.

Como dispositivos móviles se toma en cuenta a los siguientes:



**Figura 9** Dispositivos Móviles.

En los últimos años la evolución de los sistemas operativos para dispositivos móviles ha tenido un gran impacto ya que la tecnología cambia y mejora en corto tiempo, lo que ocasiona que se necesite mejores sistemas operativos para poder aprovechar al máximo las características que presentan las nuevas tecnologías en dispositivos móviles.

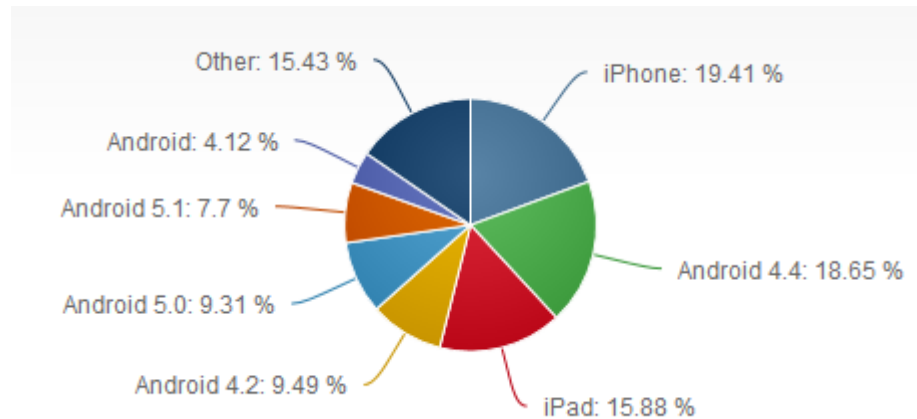
Los sistemas operativos más usados según la página web NETMARKETSHARE son IOS de MAC con 19.41% y Android 4.4 con 18.65%.

El IOS es usado solo por la marca comercial MACINTOSH al contrario de Android que es un sistema operativo usado por varias marcas para sus dispositivos móviles como son:

- SONY
- SAMSUNG

- HTC
- LG
- HUAWEI, etc.

En la siguiente imagen se muestra en porcentaje los sistemas operativos para dispositivos móviles más usados. (netmarketshare, s.f.) (Campo & Rubio)



**Figura 10** Sistemas Operativos para dispositivos móviles. (netmarketshare)

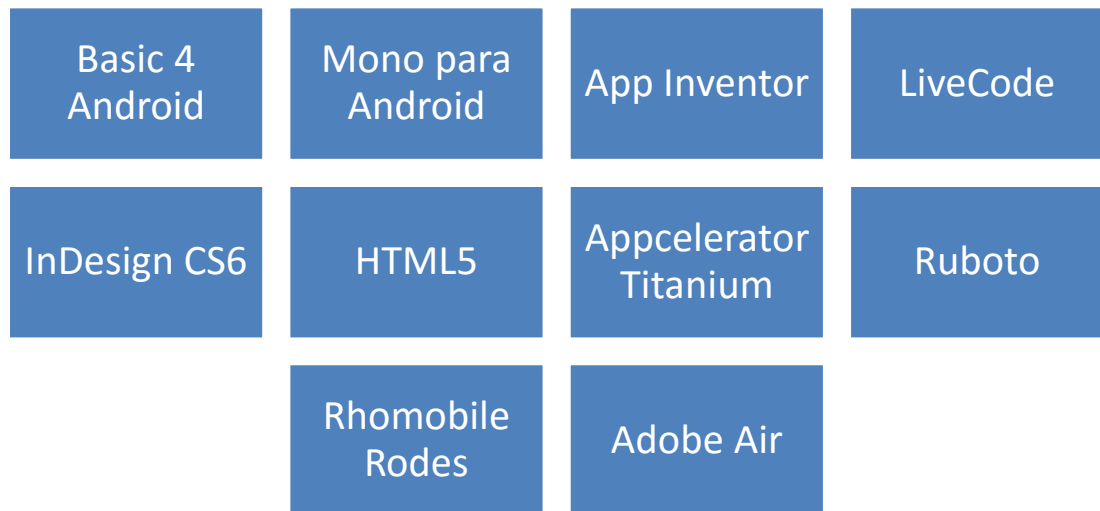
En la imagen se observa que la mayor parte de sistemas operativos son manejados por Android y IOS MAC sin tomar en cuenta las versiones de cada uno entre otros sistemas no tan conocidos existen también: (Petrazzini, 2012)

- Symbian OS (Nokia)
- RIM (Blackberry)
- Windows Mobile OS (Nokia)
- webOS.

### 2.5.1. Entornos de desarrollo.

Al ser Android el sistema operativo para dispositivos móviles más usado por los fabricantes de celulares y tables, es este sistema el que se usó para desarrollar el proyecto.

Android es un sistema basado en software libre por lo que para el desarrollo de sus aplicaciones existen varios entornos gratuitos como los siguientes. (Mocholí, 2015)



**Figura 11** Entornos de desarrollo.

### 2.5.1.1 AppInventor 2.

App Inventor es una nueva herramienta de Google Labs que hace que sea fácil para cualquier persona programadores y no programadores, profesionales y estudiantes crear aplicaciones móviles para dispositivos con Android de forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, se puede ir enlazando una secuencia de bloques para crear la aplicación. Este sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web, las aplicaciones realizadas en App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

Con Google App Inventor, se espera un incremento importante en el número de aplicaciones para Android debido a la simplicidad de uso y Google Play, el centro de distribución de aplicaciones para Android donde cualquier

usuario puede subir sus creaciones libremente para ser descargadas por otros usuarios. (Friedman, 2010) (AppInventor, s.f.) (Riego, s.f.)

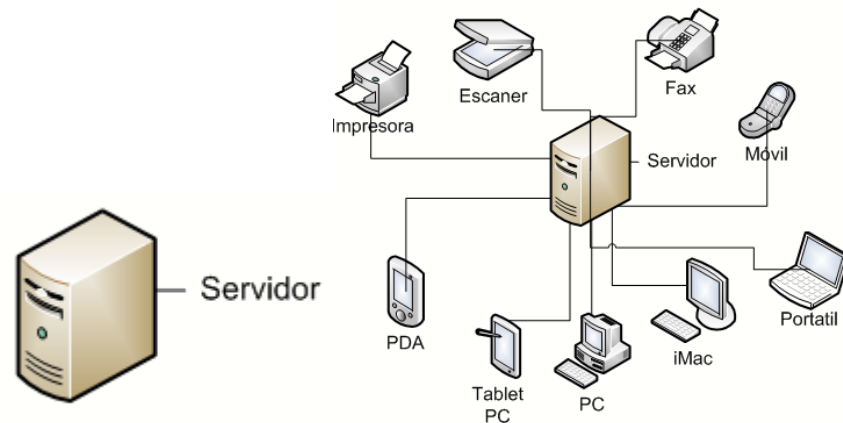
### **Características:**

El editor de la aplicación utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques, estas librerías son distribuidas por Massachusetts Institute of Technology bajo su licencia libre (MIT License). El compilador utilizado para traducir el lenguaje visual de los bloques a una aplicación en Android es Kawa como lenguaje de programación, distribuido como parte del sistema operativo GNU de la Free Software Foundation.

App Inventor pueden tener su primera aplicación en funcionamiento en una hora o menos, y se pueden programar aplicaciones más complejas en mucho menos tiempo que con los lenguajes más tradicionales, basados en texto. App Inventor se ejecuta como un servicio Web administrado por personal del Centro del MIT para el aprendizaje móvil –una colaboración de MIT de Ciencia Computacional e Inteligencia Artificial de laboratorio (CSAIL) y el Laboratorio de Medios del MIT–. Inventor MIT App es compatible con una comunidad mundial de casi dos millones de usuarios que representan a 195 países en todo el mundo.

### **2.6. Servidores.**

Un servidor es una máquina informática o computador, que está al servicio de varios ordenadores o personas llamadas clientes, los cuales envían todo tipo de información hacia los servidores.



**Figura 12** Clientes de un Servidor.

### 2.6.1. Tipos de Servidores.

Existen diferentes aplicaciones en las que un servidor puede dar soporte como son las siguientes.

**Servidor de Correo:** Envía, recibe, almacena y realiza todo tipo de operación relacionada a e-mail de clientes.

**Servidor Proxy:** Actúa de intermediario de forma que al llegar una solicitud al servidor este no conoce quien es el verdadero cliente que está realizando la petición.

**Servidor de Base de Datos:** Presta el servicio de almacenamiento y gestión de base de datos a sus clientes.

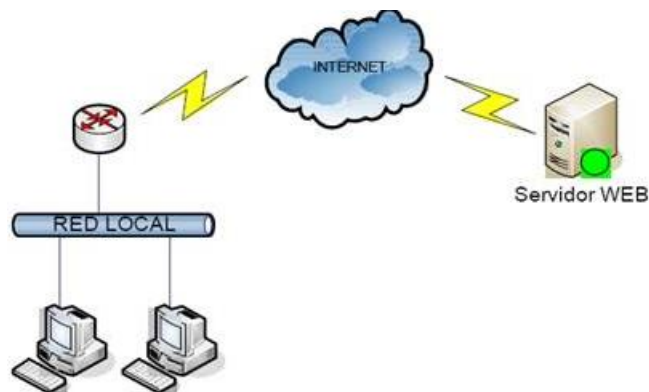
**Servidor Clúster:** Son servidores con alta capacidad de almacenamiento, evitando así la pérdida de información.

**Servidores Dedicados:** Los servidores dedicados son aquellos que son de uso exclusivo para una sola persona o una empresa.



**Servidores Web:** Un servidor web o servidor HTTP es un programa que procesa cualquier aplicación del lado del servidor realizando conexiones bidireccionales y/o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado cliente.

Por lo que al hablar de servidores web se tiene un esquema “cliente-servidor”. (Muñoz)



**Figura 13** Servidor Web.

### 2.6.2. Servidor web gratuito

Un servidor web gratuito es aquel que permite tener un espacio dentro de la nube (internet), con un dominio propio, existen muchas páginas web que facilitan su creación como son las siguientes:

**Tabla 4:**  
Servidores Web Gratuitos.

Nombre	Dirección
000WEBHOST	<a href="http://www.000webhost.com/hosting-y-alojamiento-web">http://www.000webhost.com/hosting-y-alojamiento-web</a>
WIX	<a href="http://es.wix.com/">http://es.wix.com/</a>
WEEBLY	<a href="http://www.weebly.com/index.php?lang=es">http://www.weebly.com/index.php?lang=es</a>
YOLA	<a href="https://www.yola.com/">https://www.yola.com/</a>
FREEHOSTIA	<a href="http://www.freehostia.com/">http://www.freehostia.com/</a>
WEBS	<a href="http://www.webs.com/">http://www.webs.com/</a>
FREEHOSTING	<a href="https://www.freehosting.com/">https://www.freehosting.com/</a>

### 2.6.3. Servidor web gratuito

Los tres elementos fundamentales en redes de telecomunicaciones son:

**La integridad:** El contenido de la información, el cual no debe ser modificado o alterado en el transcurso de su viaje por la red, la infraestructura debe ser transparente para el cliente.

**La confiabilidad:** Se refiere a que el cliente debe tener acceso a la información almacenada en el servidor en todo momento.

**La confidencialidad:** Una de las prioridades del servidor es impedir que personas no autorizadas lean y conozcan la información que se transmite.

## 2.7. Normas y Seguridad

Siendo el hogar donde se pasa más tiempo a lo largo de la vida, es aquí donde se tiene la mayor probabilidad de riesgos, dentro del hogar existen también lugares en los cuales se presenta con mayor frecuencia peligros, como es caso de la cocina, que es un lugar que posee alto índice de riesgo ya que en ella se puede encontrar objetos corto punzantes, objetos de vidrio, acción directa con el fuego y contacto con GLP (Gas licuado de petróleo).

Este último en el Ecuador es uno de los más comunes ya que es usado tanto para uso de la cocina como para uso del calefón, en los últimos años aumentado los accidentes por mal manejo de los cilindros y mala distribución de los mismos dentro de la casa, válvulas mal selladas e instalaciones deficientes. Según el INEC en el Censo de población y vivienda del año 2010 se aprecia que el uso del gas doméstico en el país abarca más del 90%.

**Tabla 5:**  
Datos de principales combustibles o energías para cocinar. *(INEC, 2010)*

Principal combustible o energía para cocinar	Casos	(%)	Acumulado (%)
Gas (Tanque o cilindro)	3,454,776	90.66	90.66
Gas centralizado	11,961	0.31	90.98
Electricidad	16,223	0.43	91.40
Leña, carbón	259,216	6.80	98.21
Residuos vegetales y/o de animales	515	0.01	98.22
Otros (Gasolina, kerex, diesel, etc)	445	0.01	98.23
No cocina	67,412	1.77	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>3,810,548</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

El uso del GLP dentro de hogares urbanos se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 6:**  
Datos de Principal combustible o energía para cocinar en hogares urbanos. *(INEC, 2010)*

Principal combustible o energía para cocinar	Casos	(%)	Acumulado (%)
Gas (Tanque o cilindro)	2,347,562	96.24	96.24
Gas centralizado	11,961	0.49	96.73
Electricidad	14,356	0.59	97.32
Leña, carbón	17,924	0.73	98.05
Residuos vegetales y/o de animales	46	0.00	98.05
Otros (Gasolina, kerex, diesel, etc)	260	0.01	98.06
No cocina	47,253	1.94	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>2,439,362</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Como se puede apreciar el 96,24% de los hogares en el Ecuador usa GLP en el hogar, por lo que los riesgos aumentan y pueden ser más frecuentes.

### 2.7.1. Características y Propiedades del GLP

El GLP se obtiene de un proceso de refinación del petróleo. Puede ser propano o butano o una mezcla de ambos, por sí solo no tiene olor, es mezclado con Etil Mercaptano, que le aporta el olor característico de gas doméstico.

- Propano: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> 60%
- Butano: C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, Propileno y Butileno 40%

**Principales características:**

- No tiene forma definida
- Son volátiles
- Bajo punto de ignición
- No se ven al momento de la fuga
- Incoloros
- Se licua a bajas presiones (80 – 100 psig)
- Posee una gran capacidad de expansión, 1 litro de líquido se convierte en 262 litros de gas
- En fase vapor es más liviano que el aire
- En estado líquido es más liviano que el agua [2]

Una de las características más importantes es la diferencia de presión que se produce al tener contacto con temperaturas elevadas, por lo que las grandes industrias envasadoras de GLP, dejan un 15% libre en el cilindro. (Pelino & Vianco, 2002)

### **2.7.2. Explosividad**

Al estar compuesto de propano y butano se debe considerar la explosividad de estos dos gases, a presión atmosférica y temperatura ambiente (1 atmósfera y 20 °C), se encuentra en estado gaseoso, para obtener un estado líquido, la temperatura del butano debe ser menor de -0.5 °C y la del propano menor a -42.2 °C.

Para que el propano sea explosivo debe tener una concentración de entre 2.3 y 9.5% en el aire mientras que el butano entre 1.9 y 8.5% en el aire.

Todos estos datos están basados en el tanque de gas más comúnmente usado en Ecuador que es el tanque de 15 Kg.

### 2.7.3. Procedimiento para fugas de GLP

#### Fuga de GLP sin llamas:

Cuando existe una fuga dentro del hogar y esta no presenta llamas se recomienda buscar las válvulas y cerrarlas para de esta manera cortar el flujo del gas, por lo general en la mayoría de hogares la conexión desde el tanque de gas hacia la cocina no es mayor a 5 metros por lo que una rápida reacción sería doblar la manguera hasta proceder a desconectar la válvula.

En casos de tanques con mayor capacidad, donde la fuga ya produzca una nube de vapor, la mejor opción es rociar la misma con agua, de esta manera se dispersa la nube mientras se ubica al personal en un lugar seguro.



**Figura 14** Fuga sin Llamas. (Cerde, 2015)

En caso de que la fuga se presente en un camión transportador, la mejor solución es mover el vehículo a un lugar seguro.



**Figura 15** Fuga sin Llamas. (Cerde, 2015)

## Fugas incendiarias de GLP:

Cuando se presente una fuga incendiaria se recomienda no extinguir el fuego hasta que no se haya cerrado la fuga, luego de realizar esta acción es recomendable aplicar grandes cantidades de agua en toda la superficie donde se presente las llamas, siempre teniendo en cuenta la proximidad de las llamas.

### 2.8. Identificación de peligros para la salud

Al ser un gas asfixiante, debido a su propagación por el aire, puede causar efectos adversos para el sistema nervioso central.

La ruta de entrada al cuerpo y al sistema nervioso se produce por inhalación como se ve en el siguiente cuadro.

**Tabla 7:**  
Peligros del GLP. (*Chile, 2008*)

Contacto con la piel	Absorción por la piel	Contacto con los ojos	Inhalación	Ingestión
No	No	No	Si	No

#### 2.8.1. Riesgos a la Salud

La inhalación de GLP puede afectar a varias zonas del cuerpo humano, entre las principales afectaciones se tiene las siguientes:

- Inflamación de vías respiratorias, asfixia, fatiga, sueño, inconsciencia y convulsiones
- Puede causar nauseas, vómito y congelamiento de boca y garganta
- Quemaduras por frío

Se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 8:**  
Efectos del GLP. *(Chile, 2008)*

Límite de exposición	Irritante	Sensibilización	Teratógeno	Peligro Reproductivo	Mutágeno	Efectos Sinérgicos
SI	SI	NO	NO	NO	NO	Ninguno Reportado

### 2.8.2. Efectos sobre la salud

Al ser un gas asfixiante simple, el cual produce un efecto de desplazamiento sobre aire. Cuando se presenta en concentraciones altas en el aire produce efectos narcóticos y asfixiantes, los cuales se presentan por la disminución del aire disponible para la respiración.

Una concentración en el cuerpo de más del 10% puede ya causar irregularidades cardiacas.

### 2.8.3. Primeros Auxilios

Los pasos a seguir serían los siguientes.

- Sacar la persona al aire libre
- Tranquilizar a la persona (Confusión mental y desorientación)
- Suministrar oxígeno si es necesario
- Asistir la respiración si es necesario
- Mantener la persona quieta
- Mantener la temperatura corporal constante
- Solicitar atención médica inmediatamente

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

#### 3.1. Diseño e Implementación de Software

Está basado en un diseño cliente – servidor, el sistema de monitorización es controlado por un dispositivo Arduino Mega 2560 puesto que presenta suficientes entradas y salidas tanto digitales como analógicas, éste actúa tanto de servidor como de tarjeta de adquisición de datos. En el terminal del sistema diseñado se encuentra el cliente que puede ser: una tablet o un teléfono celular con sistema operativo android, o una computadora.

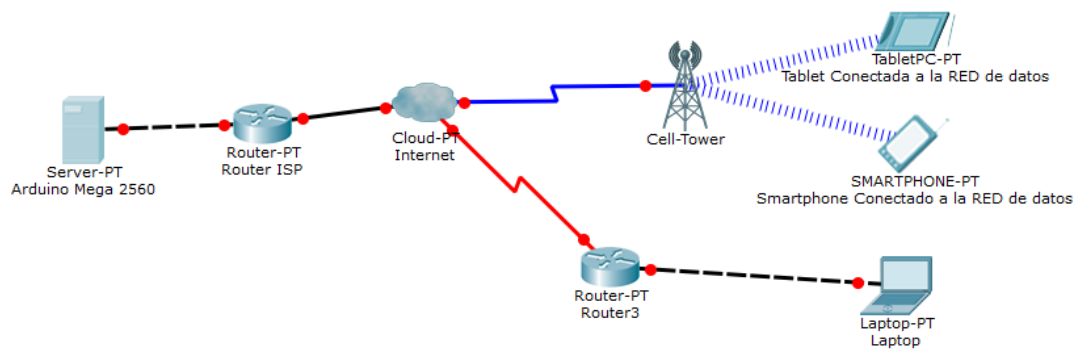
El software usado en la programación del servidor y en el desarrollo del sistema de control es el Arduino IDE. En el cliente se usó tanto lenguaje html para los clientes via web como un lenguaje de desarrollo gráfico donde tan solo se arrastra bloques identificados con la acción que se desea realizar, llamado AppInventor 2.



**Figura 16** Logos IDE Arduino y APP Inventor. (Arduino) (AppInventor, s.f.)

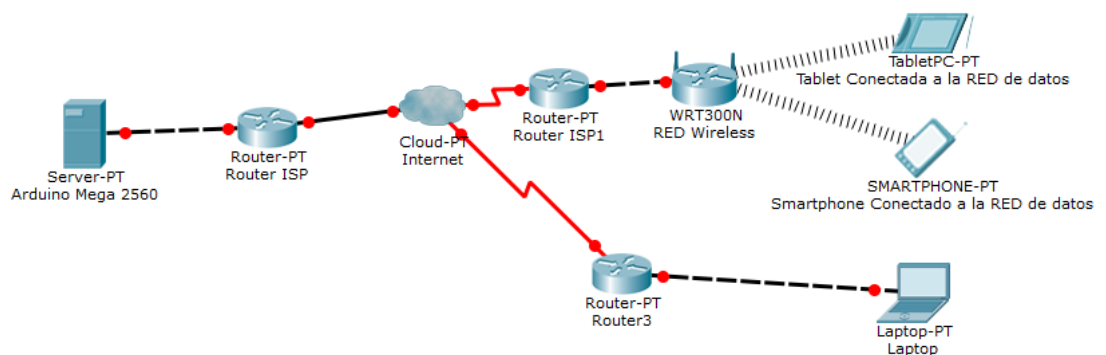
El servidor está conectado con el cliente mediante internet, como se observa en la siguiente imagen.





**Figura 17** Diseño de la RED servidor-cliente mediante datos celulares.

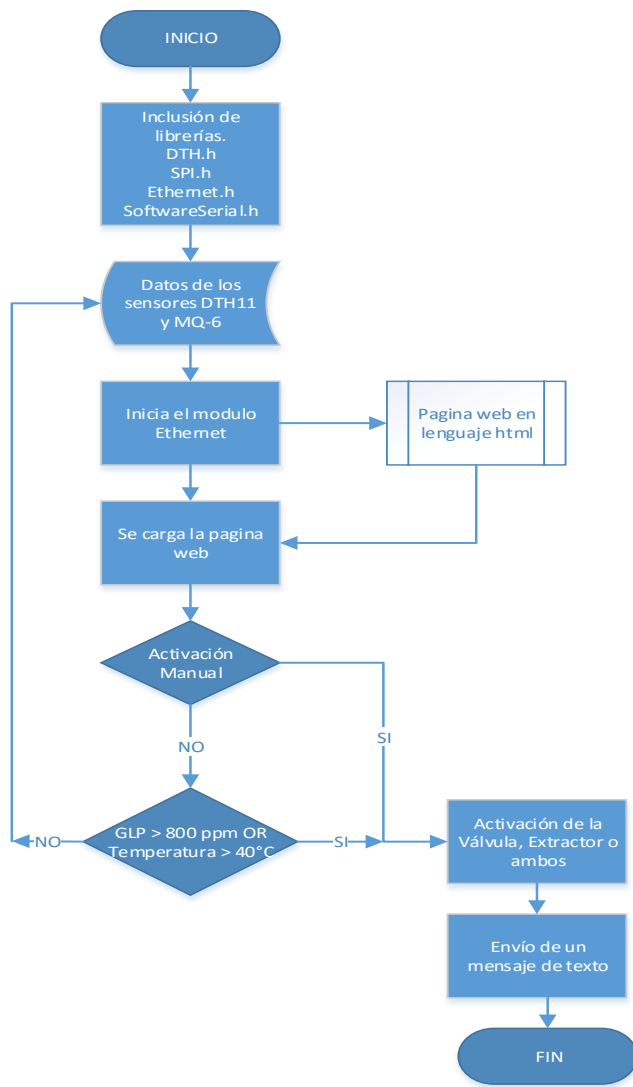
Como se observa los dispositivos móviles están conectados a la red de datos de una operadora, o puede ser una red WIFI, la cual permite acceso a internet.



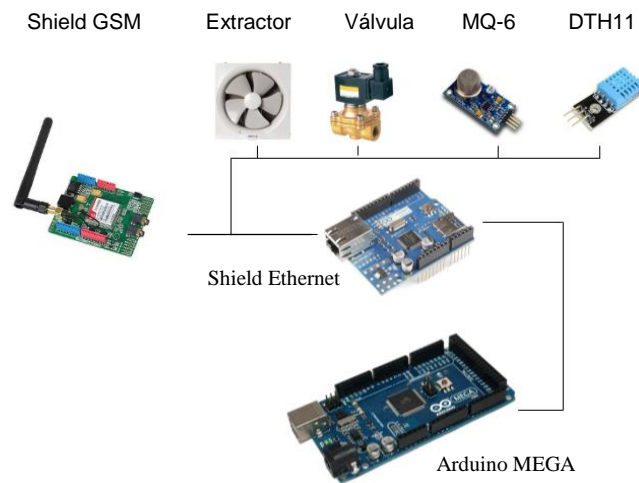
**Figura 18** Diseño de la RED servidor-cliente mediante WIFI.

### 3.1.1. Diseño del Servidor

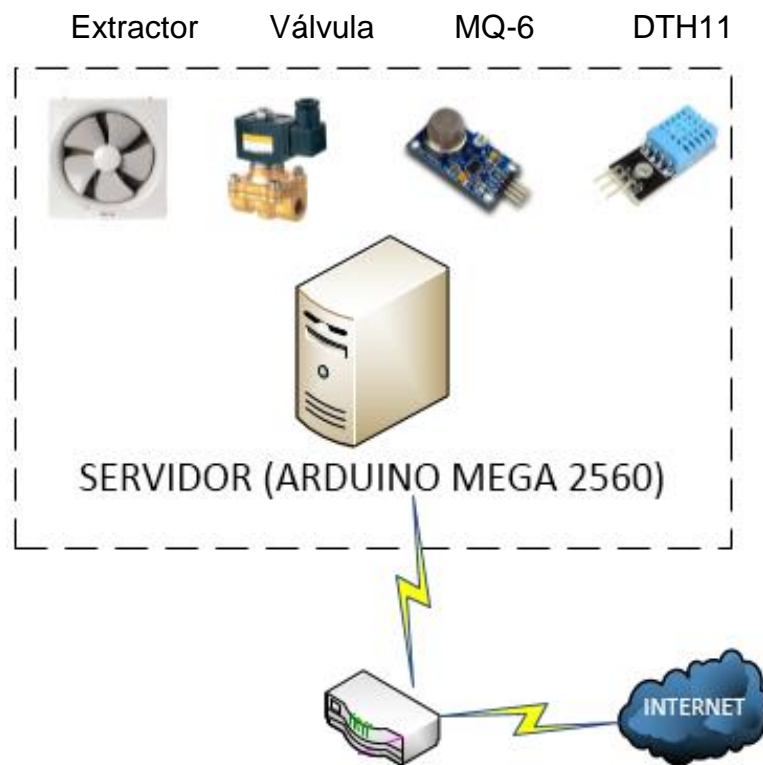
El servidor contiene como base un dispositivo Arduino Mega 2560, el cual posee un Shield Ethernet para acceder a la red y un módulo GSM para enviar mensaje de texto (SMS) mediante la red celular, los puertos digitales y analógicos del Arduino Mega donde están conectados los sensores DTH11 y MQ-6 respectivamente. El control tanto del extractor como de la válvula también se hace mediante el Arduino Mega usando los puertos digitales. En el siguiente diagrama se observa como está diseñado el funcionamiento lógico del servidor.



**Figura 19** Diagrama de Flujo del servidor.



**Figura 20** Diagrama de control Arduino.



**Figura 21** Diagrama del Servidor

### 3.1.2. Implementación del Servidor

Para la implementación del servidor se utilizó un Arduino Mega 2650 como sistema de adquisición y control, al cual se le aumentó un shield Ethernet para realizar la conexión con el AP que está instalado en el hogar, que puede ser de cualquier ISP, y un módulo GSM para él envío del mensaje de texto (SMS).

Es necesario tener habilitado un puerto en el AP, este deberá estar enlazado a la aplicación, esto facilitará el poder mirar los datos desde cualquier lugar mediante internet.

El ISP proporciona una IP pública, por lo que para mirar la aplicación desde internet se debe apuntar hacia la dirección pública y luego al puerto que anteriormente se configuró.

La configuración del puerto es mediante el ISP que este contratado, normalmente se usaría el puerto 80 que está reservado para aplicaciones web, pero ese puerto está configurado para escucha del AP remotamente. Por esa razón la aplicación está habilitada en el puerto 8000.

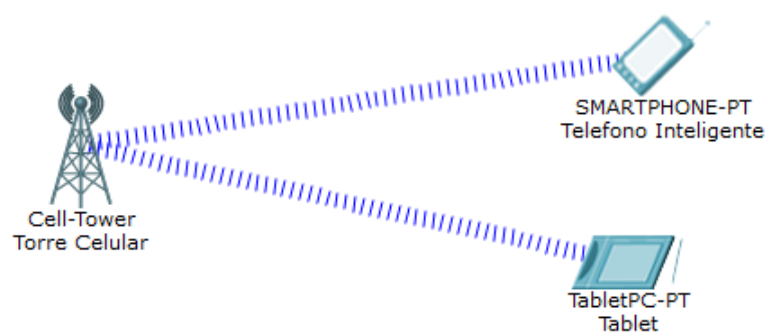


**Figura 22** IP Pública.

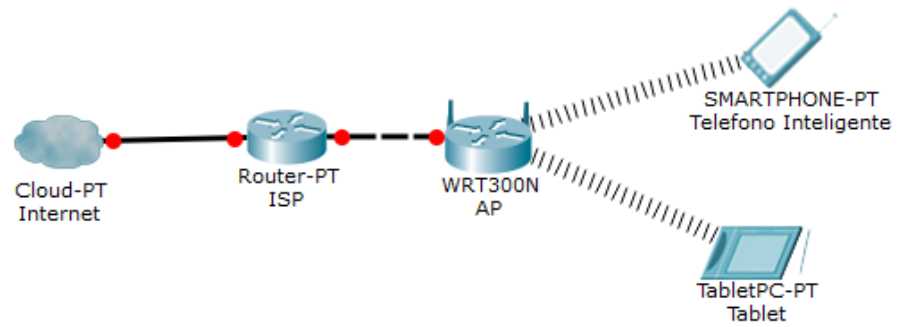
En este caso el ingreso a la visualización de los datos es mediante la aplicación en un dispositivo con sistema operativo Android.

### 3.1.3. Diseño del Cliente

Existen dos maneras para que el cliente pueda ingresar a ver los datos disponibles en el servidor, vía web en la página del sistema con los datos proporcionados, se desplegará la información y la otra manera es mediante la aplicación en el móvil de igual manera con las credenciales de usuario se visualiza los datos del servidor, ambos tienen acceso mediante datos móviles o una red inalámbrica que tenga acceso a internet.

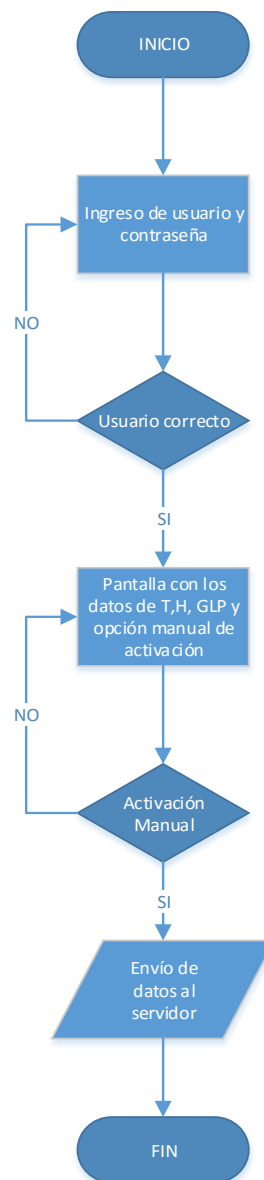


**Figura 23** Diseño Cliente vía datos móviles.



**Figura 24** Diseño Cliente vía red inalámbrica.

La lógica del cliente se describe en el siguiente diagrama de flujo.



**Figura 25** Diagrama de Flujo del Cliente.

### 3.1.4. Implementación del Cliente

#### Cliente vía Web

Para acceder al cliente vía web, se ingresa mediante el URL:  
<http://www.tesismj.site90.net/>.

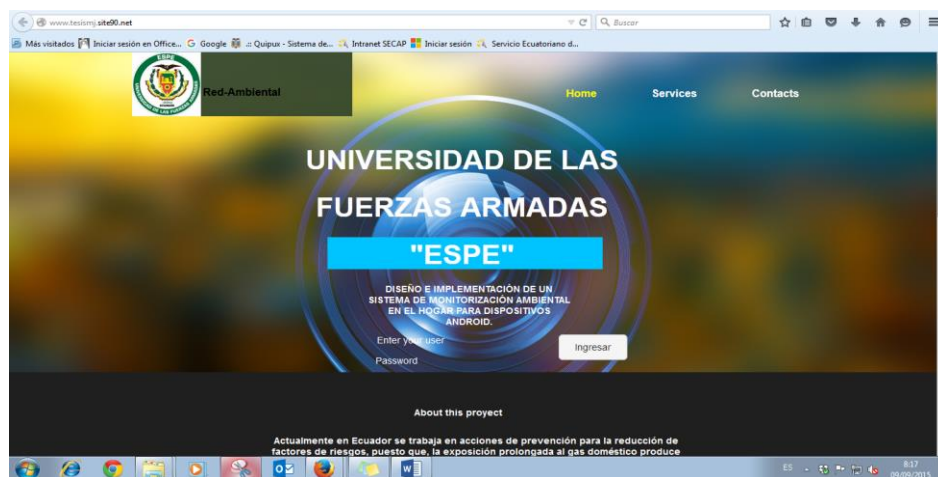


Figura 26 Vista de la página web <http://www.tesismj.site90.net/>.

Luego de ingresar las credenciales de usuario, se puede ver los datos del sistema ubicado en el hogar.



Figura 27 Datos del servidor vía web

## **Cliente vía aplicación en sistema operativo Android**

Una App es una aplicación informática que funciona en un dispositivo móvil.

Las características de las aplicaciones para dispositivos móviles son:

- Las aplicaciones se han diseñado para su funcionamiento en dispositivos móviles, teléfonos inteligentes o tabletas, con acceso mediante pantalla táctil.
- Por lo general, las aplicaciones se descargan de una plataforma de distribución que gestiona la empresa responsable del sistema operativo o del fabricante del dispositivo. Esto puede garantizar la calidad del desarrollo y dotar de fiabilidad y seguridad al proceso de descarga e instalación, frente a otras distribuciones con contenidos maliciosos o con condiciones abusivas y no deseadas por el usuario. Este sistema centralizado de distribución incluye tanto las aplicaciones comerciales como las gratuitas, teniendo que responder los dos tipos a los mismos estándares de calidad que exija la plataforma.
- Las instalación de la aplicación, y sus actualizaciones, se realizan de forma sencilla y sin ser necesaria la intervención del usuario durante el proceso. La configuración para personalizar la aplicación se realiza posteriormente.
- Suelen tener un tamaño reducido, para adaptarse a las limitaciones de potencia de estos dispositivos.

Según la definición de Apple: “Una aplicación es accesible cuando todos los elementos de la interfaz de usuario con los que los usuarios pueden interactuar son accesibles. Un elemento de la interfaz de usuario es accesible cuando indica correctamente que es un elemento de accesibilidad.”

La definición se refiere a los elementos que componen la interfaz de usuario de la aplicación (en general, vistas y controles), que deben ofrecer

una determinada información para que los servicios de accesibilidad que funcionan en el sistema operativo o los productos de apoyo (software o hardware), puedan interactuar correctamente y permitan el acceso del usuario al dispositivo.

No existe ninguna normativa específica, nacional o internacional, para el desarrollo de Apps accesibles pero se proporcionan normas con recomendaciones que deben cumplir las aplicaciones instaladas en dispositivos móviles.

EN ISO 9241-910:2011 – Ergonomía de la interacción hombre-sistema.  
Parte 910: Esquema para las interacciones táctiles.

EN ISO 9241-410:2008 – Ergonomía de la interacción hombre-sistema.  
Parte 410: Criterios de diseño para los dispositivos de entrada físicos (ISO 9241-410:2008).

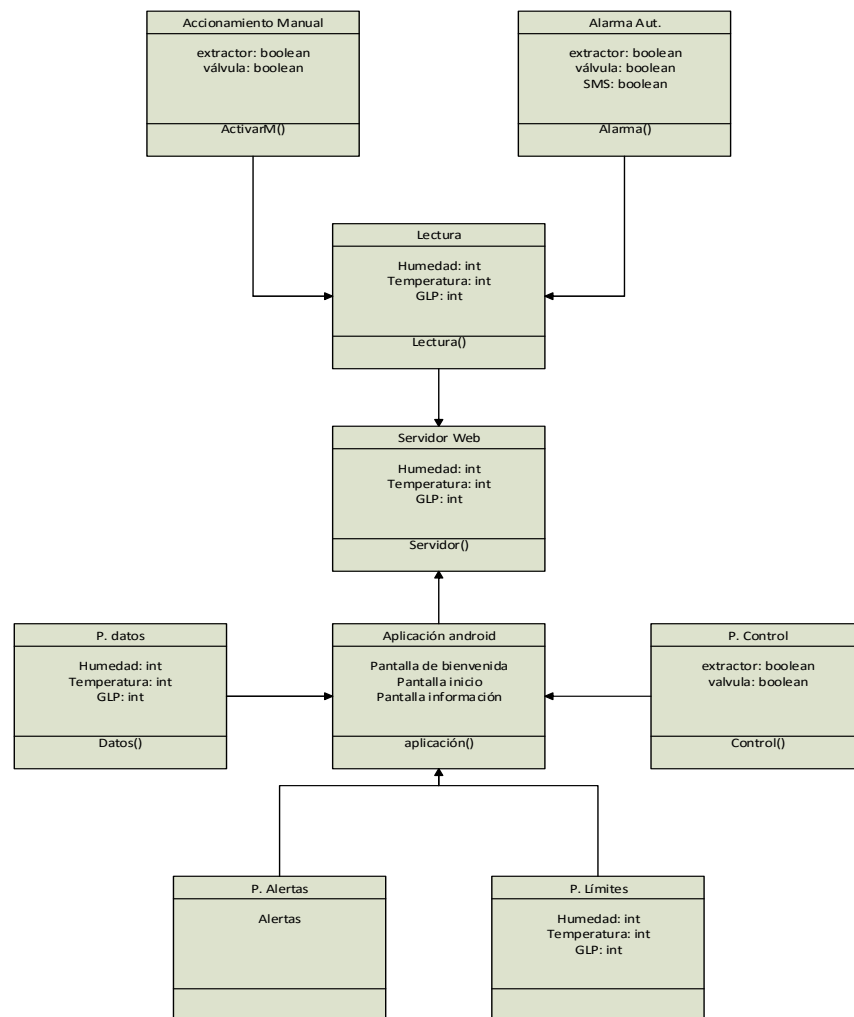
EN ISO 9241-410:2008/A1:2012 – Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 410: Criterios de diseño para los dispositivos de entrada físicos (ISO 9241-410:2008/AMD 1:2012).

ETSI EG 202 116 V1.2.1 (2002-09) – Guidelines for ICT products and services; 'Design for All'.

Con estas especificaciones se desarrolló la App móvil del sistema. En la pantalla principal de la aplicación se ingresa las credenciales de usuario, la pantalla siguiente es la visualización de datos y control de los dispositivos extractor y válvula.



## Diagrama de Clases

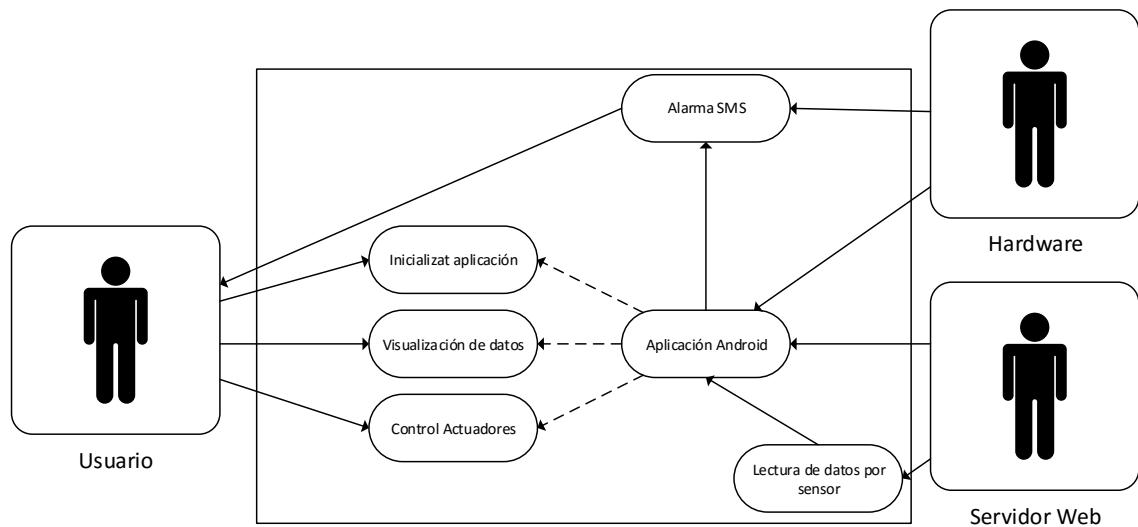


**Figura 28** Diagrama de Clases

La clase principal que controla el sistema es servidor web, donde a través de Lectura se obtienen los datos necesarios para mostrar en la aplicación y controlar posibles alertas.

La clase aplicación Android controla el encendido y apagado de la válvula y el extractor, además de mostrar todos los datos que llegan a través del servidor web.

## Diagrama de Casos de Usos.



**Figura 29** Diagrama de Clases de Usos

El usuario tiene la posibilidad de acceder a las distintas opciones a través de la aplicación Android, la cual recibe los datos por medio del servidor web, gestionando la lectura de datos y alarmas, el sistema se encarga de gestionar todas las peticiones del usuario, además de mecanismos automáticos al producirse una alarma.

La aplicación consta de varias pantallas que permiten tener acceso a todas las opciones, a continuación se detalla cada pantalla y sus características principales.



## PANTALLA DE BIENVENIDA

Es la pantalla de bienvenida a la aplicación y consta de los siguientes campos

- Nombre de la aplicación
- Botón de inicio



## PANTALLA DE INICIO

En esta pantalla se debe ingresar el nombre de usuario y contraseña, como campos extras se tiene:

- Ingreso a información sobre el proyecto
- Botón salir



## PANTALLA DE INFORMACIÓN

En esta pantalla se detalla toda la información sobre el proyecto como es:

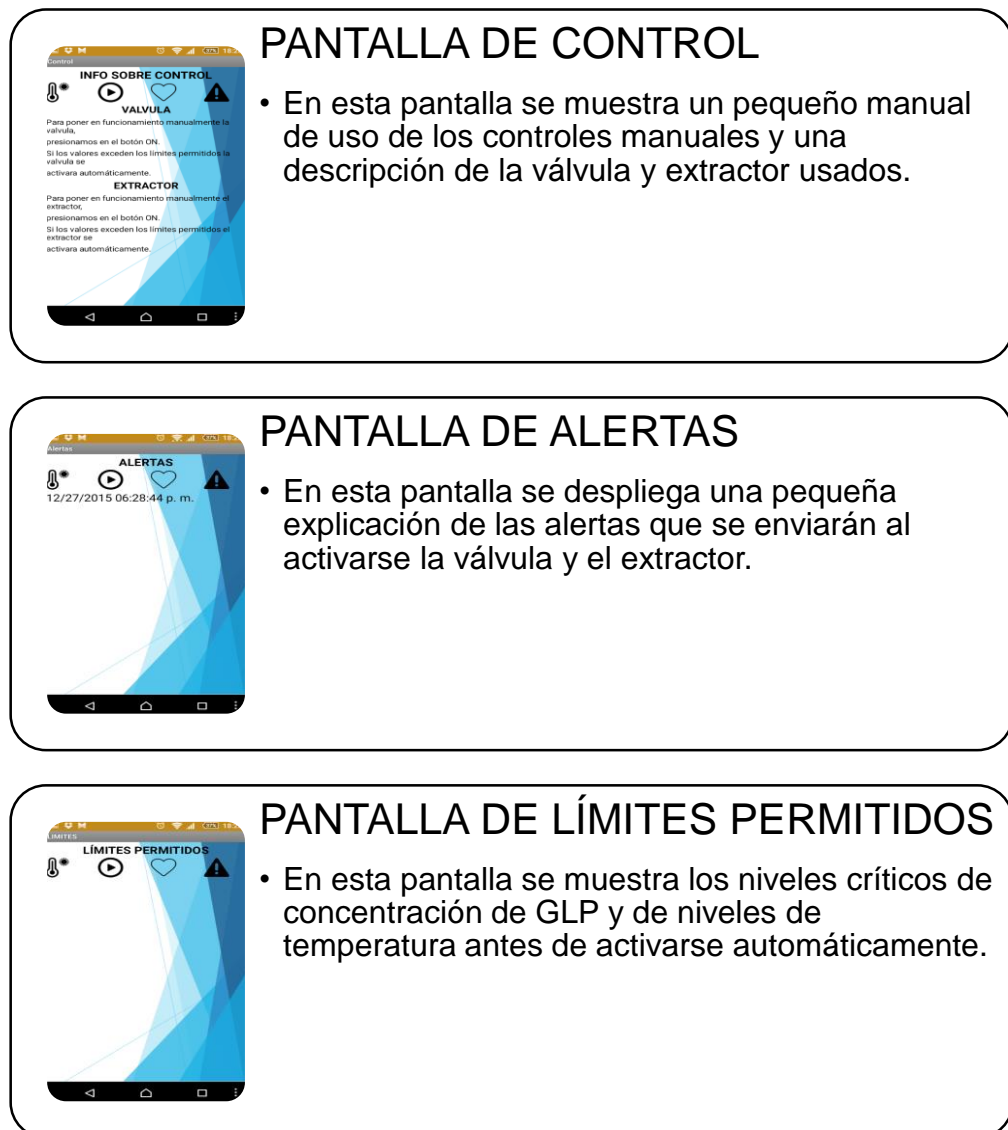
- Modulos usados
- Sensores Usados
- Un pequeño manual de uso de la aplicación
- Nombres de los integrantes



## PANTALLA DE DATOS

- En esta pantalla se muestra los datos que son enviados desde el servidor, además se tiene los controles manuales para la activación y el estado en el que se encuentra la válvula y el extractor

Continúa 



**Figura 30** Pantallas de la aplicación para dispositivos móviles.

### 3.2. Diseño e Implementación de Hardware

La tarjeta de adquisición de datos usada es el Arduino Mega 2560, en el cual se encuentra instalado un shield Ethernet para tener acceso LAN y así poder visualizar los datos vía internet.

Al Arduino se encuentran conectados los sensores DTH11 y MQ-6, los cuales son de temperatura, humedad y GLP. Los sensores miden las variables al ambiente y envían las señales eléctricas correspondientes por medio de las entradas digitales y analógicas de Arduino Mega, donde son procesados por

medio del logaritmo programado, una vez obtenidos los datos por medio de los sensores son subidos al servidor a través de la red.

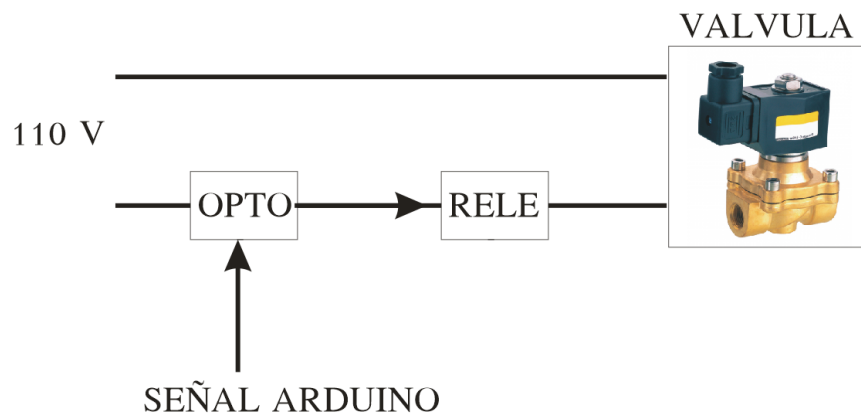


**Figura 31** Arduino MEGA 2560 y sus módulos.

**Tabla 9:**  
Número de pines de cada sensor.

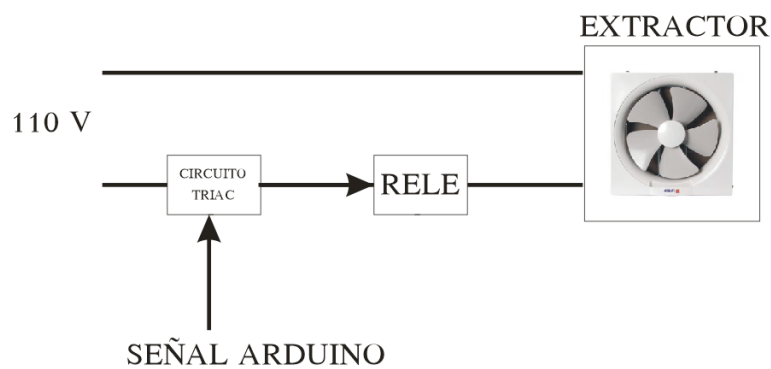
	<b>SENSOR</b>	<b>Número de PINES</b>
1	Sensor de Temperatura y Humedad (DTH11)	3
2	Sensor de Concentración de gas (MQ-6)	4

Tanto el extractor y la válvula trabajan con corriente alterna, por lo que la señal de Arduino, activa el disparo del relé activando o desactivando de esta manera tanto el extractor como la válvula.



**Figura 32** Diseño control Válvula.

En caso del extractor aparte del relé, se conecta un opto acoplador para evitar la caída de tensión en Arduino Mega.



**Figura 33** Diseño control Extractor.

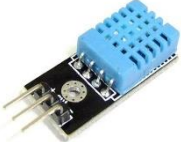
### Sensor DTH11

El sensor DTH11 es un sensor digital el cual proporciona las variables de temperatura y humedad.

Para obtener los valores ya digitales en las variables t y h es necesario usar la librería “DHT.h” la cual es descargada e incluida en la librería de Arduino.

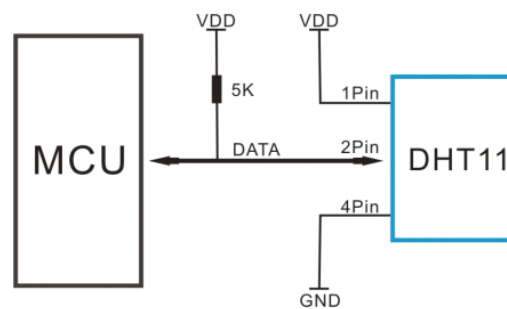
```
#include "DHT.h" //cargamos la librería DHT
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#define DHTPIN 2 //Seleccionamos el pin en el que se //conectará el sensor
#define DHTTYPE DHT11 //Se selecciona el DHT11 (hay //otros DHT)
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

**Tabla 10:**  
Pines del sensor DTH11

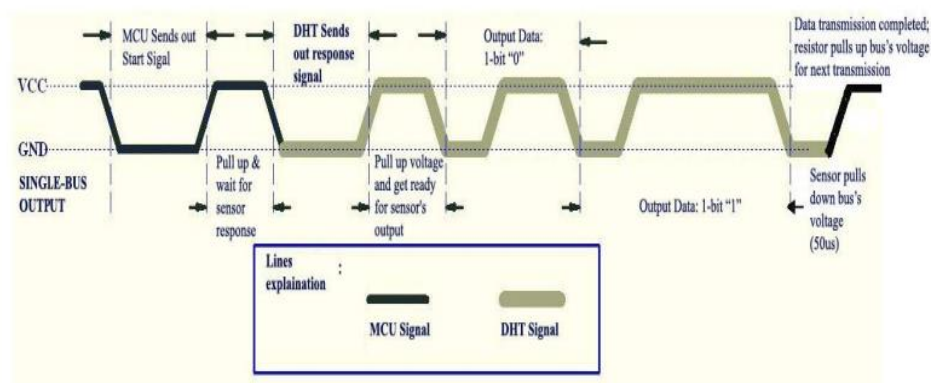
# Pin	DTH11	Conexión Arduino	IMAGEN
1	Vcc	5V	
2	Datos	D2	
3	GND	GND	

D2: Entrada digital 2 del Arduino Mega.

### Esquema interno del sensor DHT11



**Figura 34** Esquema de conexión. (AOSONG)



**Figura 35** Proceso general de Comunicación sensor DHT11 (AOSONG)

En la gráfica anterior se observa que el sensor tarda en ofrecer una respuesta desde que se le pide.

Formando un solo bus de datos para la comunicación y sincronización entre MCU y el sensor. El proceso de comunicación es de 4 ms aproximadamente. Una transmisión de datos completa es de 40 bits. Donde se obtiene la temperatura y la humedad.

Ejemplo: Se recibe 40 bits:

0011 0101 0000 0000 0001 1000 0000 0000 0100 1101

High humidity 8 + Low humidity 8 + High temp. 8 + Low temp. = 8 Paritybit

Ejemplo :

0011 0101+0000 0000+0001 1000+0000 0000= 0100 1101

Interpretación de los datos recibidos :

Humedad : 0011 0101 = 35H = 53%RH

Temperatura : 0001 1000 = 18H = 24°C

El micro controlador externo y el micro controlador que lleva integrado el sensor, se hablan entre sí de la siguiente manera:

- Se inicia la comunicación en forma serial.
- El sensor responde estableciendo un nivel bajo de 80us y un nivel alto de 80us.
- El sensor envía 5 bytes con la información de temperatura y humedad.




## Sensor MQ-6

El sensor MQ-6 proporciona de forma analógica el valor de concentración de GLP en ppm.

Para poder visualizar el valor leído analógicamente en ppm es necesaria la línea de código `sensorValue = analogRead(sensor);`

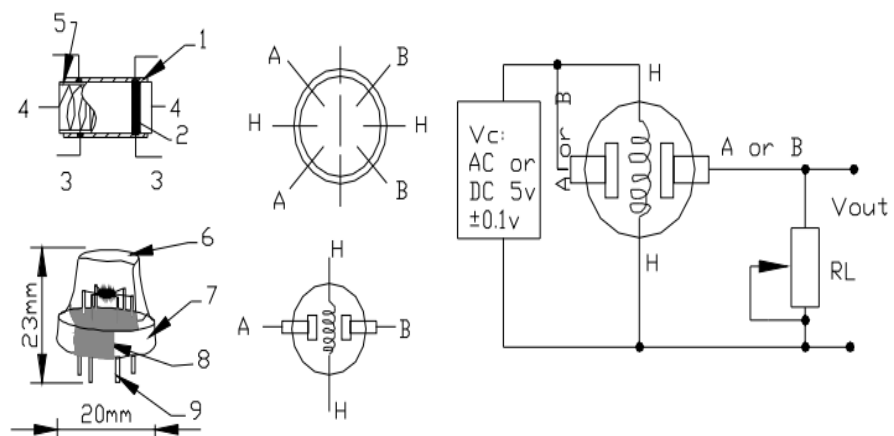
**Tabla 11:**  
Pines del sensor MQ-6

# Pin	MQ6	Conexión Arduino	IMAGEN
1	Vcc	5v	
2	GND	GND	
3	Datos	A0	
4	N/C	N/C	

A0: Entrada Analógica 0 del Arduino Mega.

N/C: Pin no conectado.

## Esquema interno del sensor MQ6

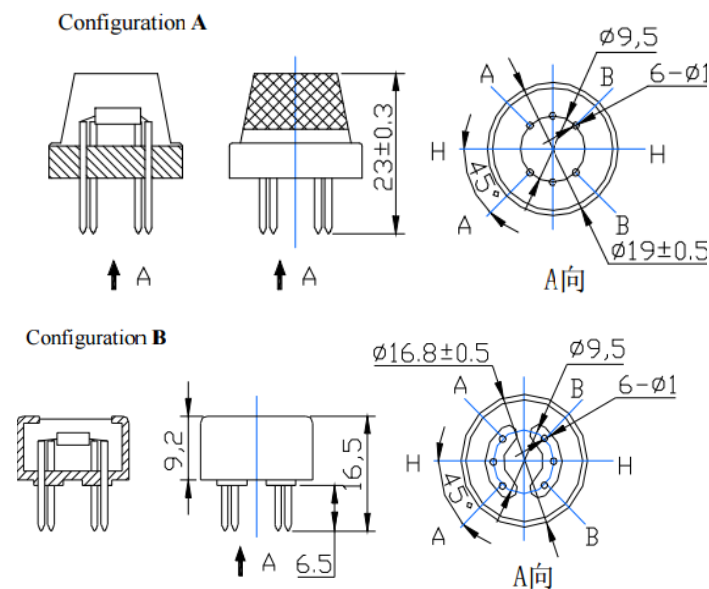


**Figura 36** Esquema interno del sensor MQ-6 (Hanwei Electronics CO, LTD)

**Tabla 12:**  
Esquema interno MQ-6

Partes	Materiales
1	Capa de detección de Gas SnO <sub>2</sub>
2	Electrodo Au
3	Línea de Electrodo Pt
4	Bobina Ni-Cr
5	Cerámica tubular Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6	Red anti-explosiva Acero inoxidable
7	Anillo de sujeción Cobre
8	Base de resina baquelita
9	Tubo Pin Cobre

### Tipos de configuraciones



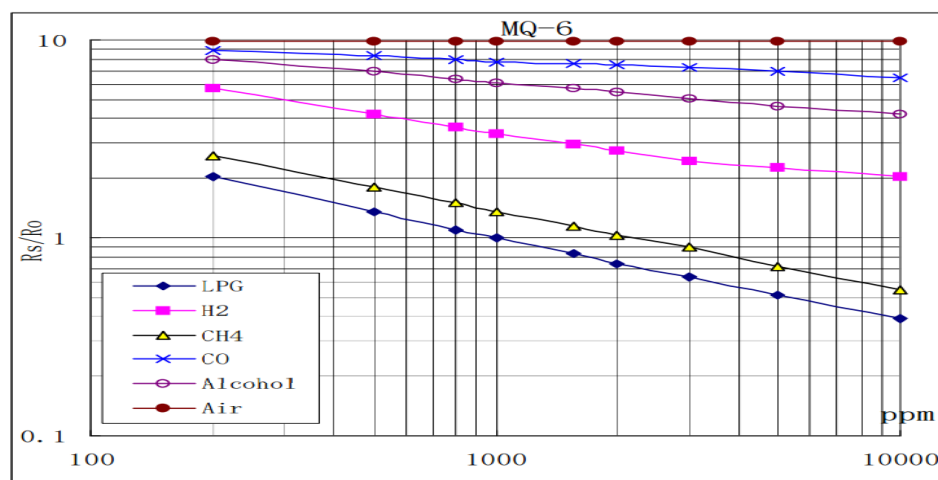
**Figura 37** Esquema interno del sensor MQ-6 (Hanwei Electronics CO, LTD)

Estructura y configuración del sensor MQ-6 de gas es mostrado en la figura 3.22 (configuración A o B), el sensor está compuesto por un micro tubo

de cerámica, la capa de sensibilidad es de dióxido de estaño ( $\text{SnO}_2$ ), el electrodo de medición y el calentador están fijos en una corteza hecha por una red de acero y plástico. El calentador ofrece condiciones de trabajo para los componentes sensibles. El MQ-6 con envoltura tiene 6 pines, 4 de ellos se utilizan para obtener señales y los otros 2 se utilizan para proporcionar corriente de calentamiento estos dos pines son de conexión interna.

En la figura 3.21 se muestra el circuito de medición de parámetros eléctricos.

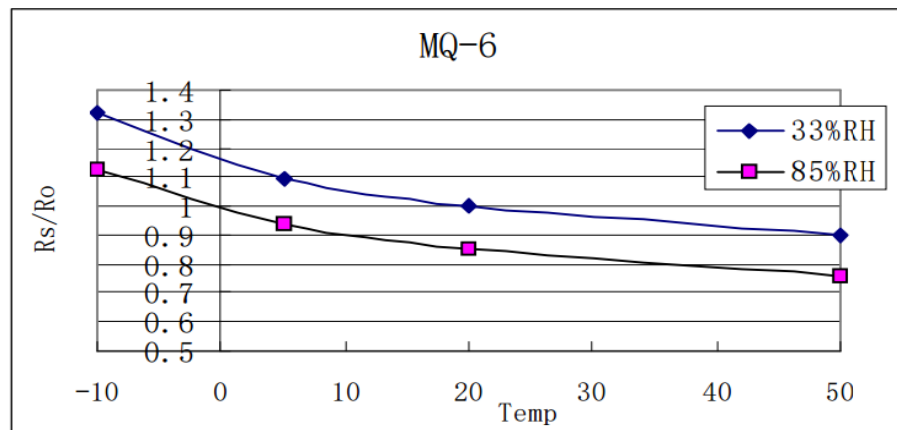
### Curva característica de sensibilidad



**Figura 38** Curva característica de sensibilidad del MQ-6 (*Hanwei Electronics CO, LTD*)

En la figura anterior se muestra las características de sensibilidad del MQ-6 para varios gases con condiciones:

- Temperatura: 20 °C
- Humedad: 65%
- Concentración de Oxígeno: 21%



**Figura 39** Curva característica de sensibilidad del MQ-6 (*Hanwei Electronics CO, LTD*)

En la figura anterior se muestra la dependencia típica del MQ-6 de la temperatura y la humedad.

- Ro: resistencia del sensor a 1000 ppm de GLP en el aire
- Humedad: 33% relativa y
- Temperatura: 20 grados.
- Rs: resistencia del sensor a 1000 ppm de GLP en el aire a diferentes temperaturas y humedad

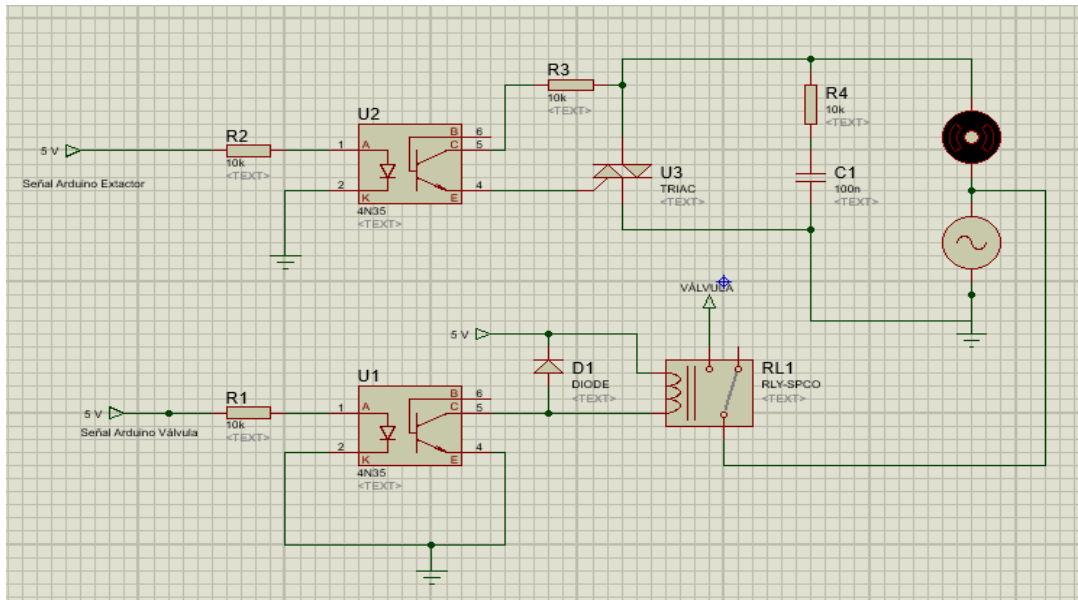
### Extractor

El extractor se encuentra colocado en un punto en la cocina cercano al tanque de gas para tener una respuesta rápida al momento de liberar el ambiente de presencia de GLP.

### Válvula

La válvula está situada en el paso de gas desde la cocina hacia el tanque que por seguridad debería estar situado fuera de la casa o en un lugar donde tenga circulación de aire.

### 3.3. Diagrama Eléctrico



**Figura 40** Diagrama Eléctrico.

El diagrama de potencia se encuentra constituido por dos optoacopladores, el primero actuará sobre el extractor y el segundo actuará sobre válvula solenoide que cortará el paso de gas cuando el sensor MQ-6 detecte un nivel superior a los límites establecidos, se produce una señal de control de 5 V DC, que activan los octoacopladores y se produce un disparo en la compuerta del Triacs energizando de esta manera el extractor y la válvula solenoide.

## CAPÍTULO IV

### 4. PRUEBAS, MEDICIONES Y RESULTADOS

#### 4.1. Diseño del escenario de prueba

El escenario principal de pruebas se encuentra en el entorno del hogar, el sistema posee mayor impacto en la cocina y áreas con tanques de gas, dado que estos lugares tendrán mayor concentración de GLP en caso de existir fugas.

Por esta razón los sensores son ubicados en un lugar lo más cercano posible a la cocina, teniendo en cuenta que el tanque de gas por normas de seguridad debe estar fuera de la casa; en caso de no estar dentro de estas normas los sensores deberán estar en un punto intermedio donde sea factible detectar una fuga en la cocina o en el tanque de gas.

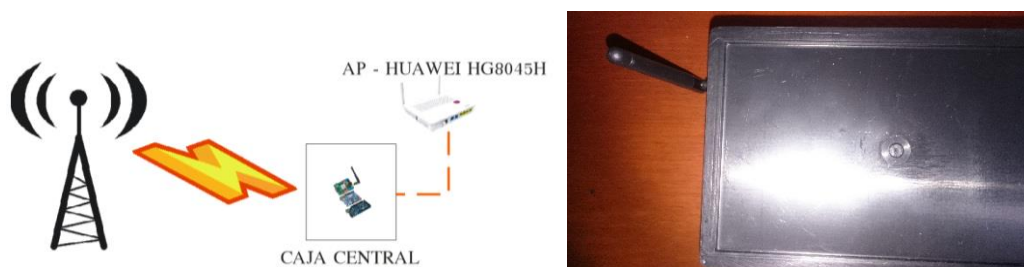
Para una mejor comprensión del esquema de pruebas se dividió en los siguientes módulos.

#### Módulo 1 (M1)

Está compuesto por:

- Arduino Mega
- Shield Ethernet
- Shield GSM

Los cuales brindan el enlace a la red de datos y celular



**Figura 41** Módulo 1.

### Módulo 2 (M2)

Está compuesto por:

- Sensor DTH11 (Temperatura, humedad)
- Sensor MQ-6 (GLP)

Los cuales envían los datos al Arduino.

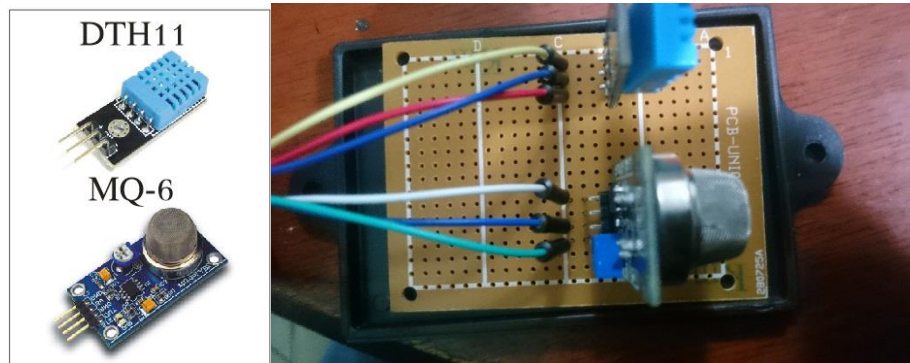


Figura 42 Módulo 2.

### Módulo 3 (M3)

Está compuesto por:

- Extractor

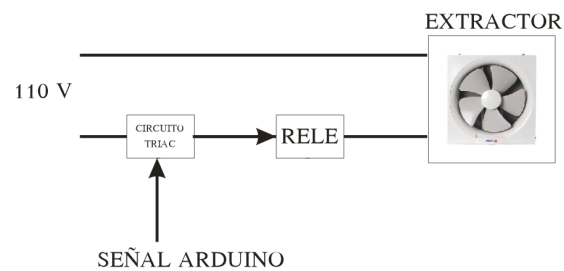
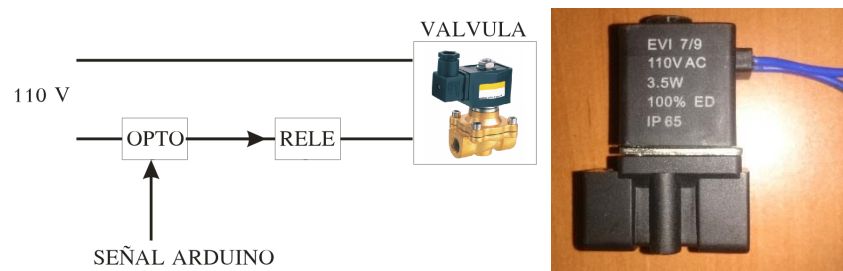


Figura 43 Módulo 3.

### Módulo 4 (M4)

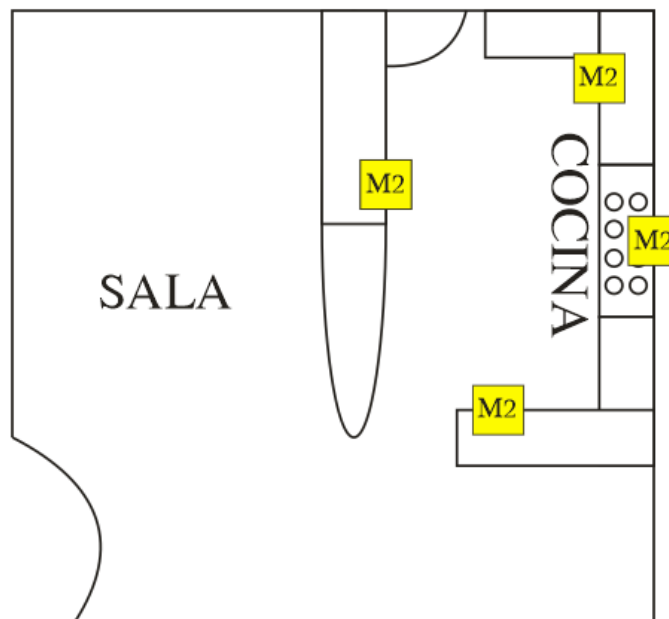
Está compuesto por:

- Válvula de Gas



**Figura 44** Módulo 4.

En las pruebas de localización de los sensores se identificó cuatro posibles puntos para instalar los sensores los cuales son:



**Figura 45** Posibles localizaciones de los sensores

El extractor debe estar colocado de modo que al encenderse envíe el GLP que este en el ambiente fuera de la casa y este no ocasione daños secundarios.





**Figura 46** Localización del Extractor

La válvula está conectada al paso de gas desde el tanque hacia la cocina, desde donde se obtendrá el cierre del paso de GLP hacia el interior.

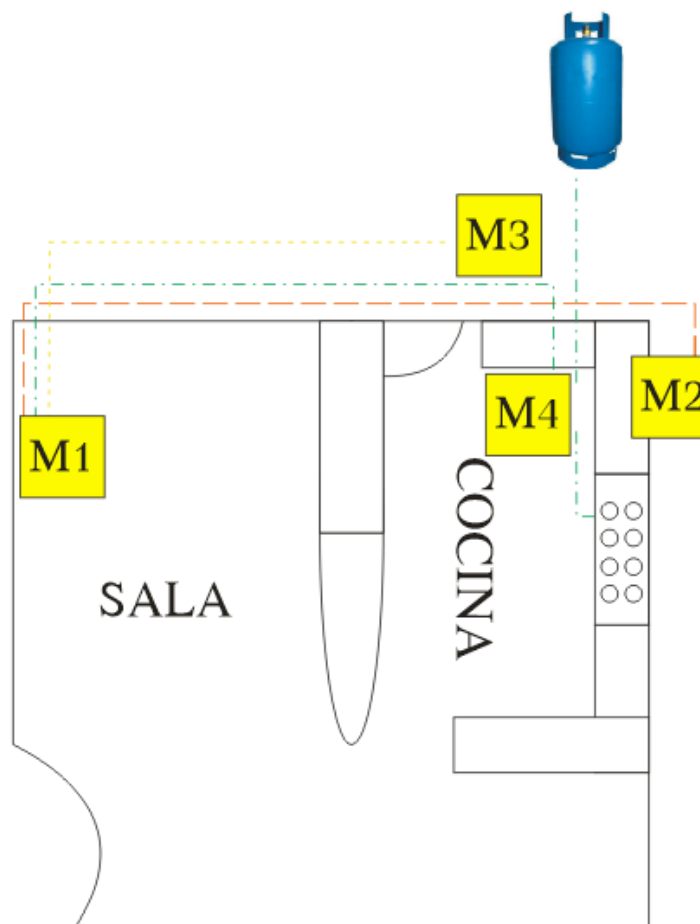


**Figura 47** Localización de la válvula

El controlador central debe estar ubicado en un lugar visible y accesible en caso de presentar problemas y ser necesario un mantenimiento, hay que

tomar en cuenta que se tiene un módulo GSM dentro del control principal por lo que es necesario que esté en un lugar donde no afecte la señal celular.

El diseño completo del escenario de prueba sería el siguiente:



**Figura 48** Diseño del sistema

#### **4.2. Prueba de los Sensores**

Tanto al sensor DTH11 como al MQ-6 se los probó con programas individuales para saber su comportamiento, rangos mínimos, máximos de aplicación y concentración.

**Tabla 13:**  
Prueba del sensor DTH11

DTH11	Rango Datasheet	Rango Medido	Tolerancia en Humedad Datasheet	Tolerancia en Temperatura Datasheet
Humedad	20 - 90 % RH	25 - 60 % RH $\pm$	$\pm$ 5 % RH	---
Temperatura	0 - 50 °C	10 - 30 °C	---	$\pm$ 2 °C

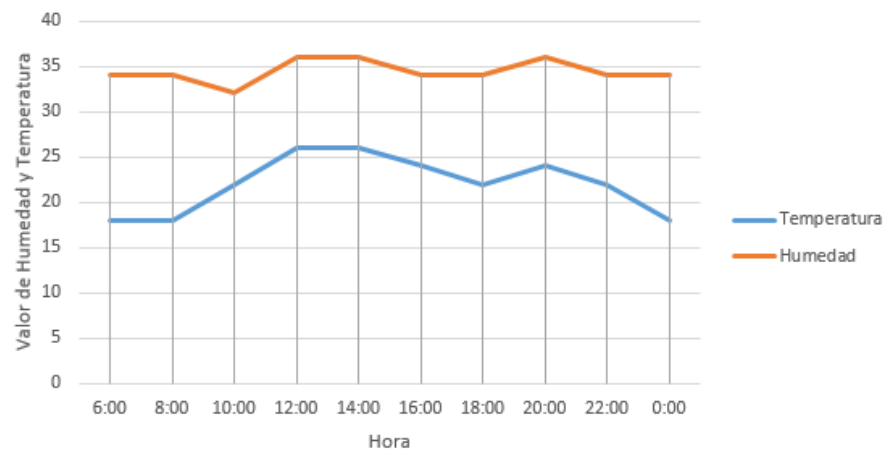
Los datos detallados en la tabla 4.1 fueron obtenidos sometiendo al sensor al máximo estímulo de temperatura posible, utilizando hornillas y refrigeradores.

Se realizó pruebas y mediciones de comportamiento en distintos lugares de la casa (Cocina, Sala, Dormitorio) obteniendo los siguientes resultados.

### Cocina

**Tabla 14:**  
DTH11 Pruebas Cocina

Hora	Temperatura	Humedad
6:00	18	34
8:00	18	34
10:00	22	32
12:00	26	36
14:00	26	36
16:00	24	34
18:00	22	34
20:00	24	36
22:00	22	34
0:00	18	34



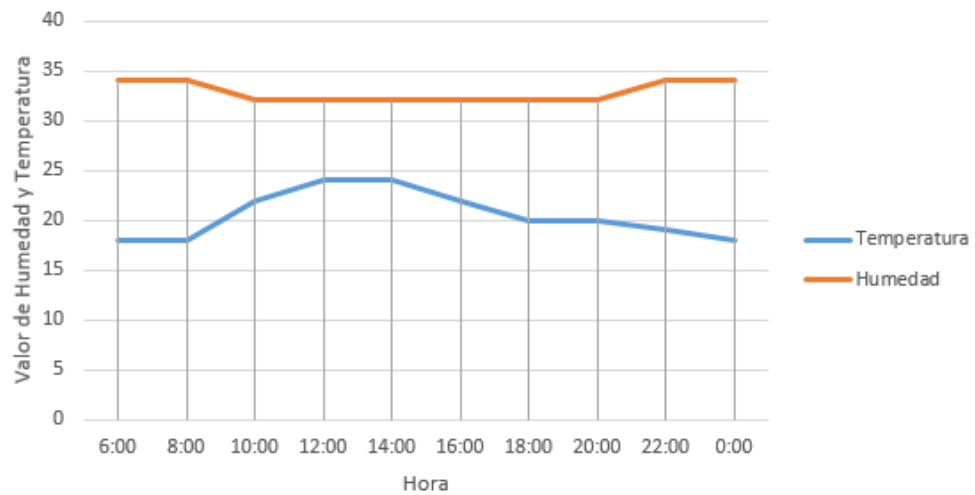
**Figura 49** DTH11 Pruebas Cocina

Después de analizar los datos de temperatura y humedad obtenidos desde las 06:00 hasta la 24:00 horas, se ubican los puntos más altos de temperatura y humedad entre las 08:00 y las 14:00 horas siendo este lapso el utilizado en la preparación de alimentos, sin exceder límites de 27 grados y 36 RH.

## Sala

**Tabla 15:**  
DTH11 Pruebas Sala

Hora	Temperatura	Humedad
6:00	18	34
8:00	18	34
10:00	22	32
12:00	24	32
14:00	24	32
16:00	22	32
18:00	20	32
20:00	20	32
22:00	19	34
0:00	18	34



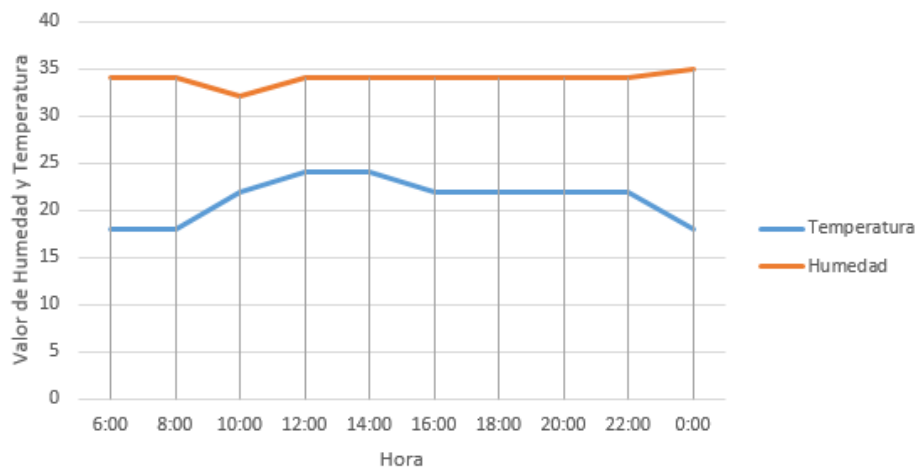
**Figura 50 DTH11 Pruebas Sala**

Analizando los datos de temperatura y humedad obtenidos desde las 06:00 hasta la 24:00 horas, se ubican los puntos más altos de temperatura y humedad entre las 12:00 y las 14:00 horas siendo este intervalo donde más presencia de calor existe en la zona de reunión de la sala.

## Dormitorio

**Tabla 16:**  
DTH11 Pruebas Dormitorio

Hora	Temperatura	Humedad
6:00	18	34
8:00	18	34
10:00	22	32
12:00	24	34
14:00	24	34
16:00	22	34
18:00	22	34
20:00	22	34
22:00	22	34
0:00	18	35



**Figura 51** DTH11 Pruebas Dormitorio

Analizando los datos de temperatura y humedad obtenidos desde las 06:00 hasta la 24:00 horas, se ubican los puntos más altos de temperatura y humedad entre las 12:00 y las 14:00 horas siendo este intervalo donde más presencia de calor existe en el dormitorio.

**Tabla 17:**  
Pruebas del sensor MQ 6

MQ - 6	Rango Datasheet	Rango Medido	Tolerancia en ppm
ppm	200 - 10000 ppm	260 - 1200	0,20%

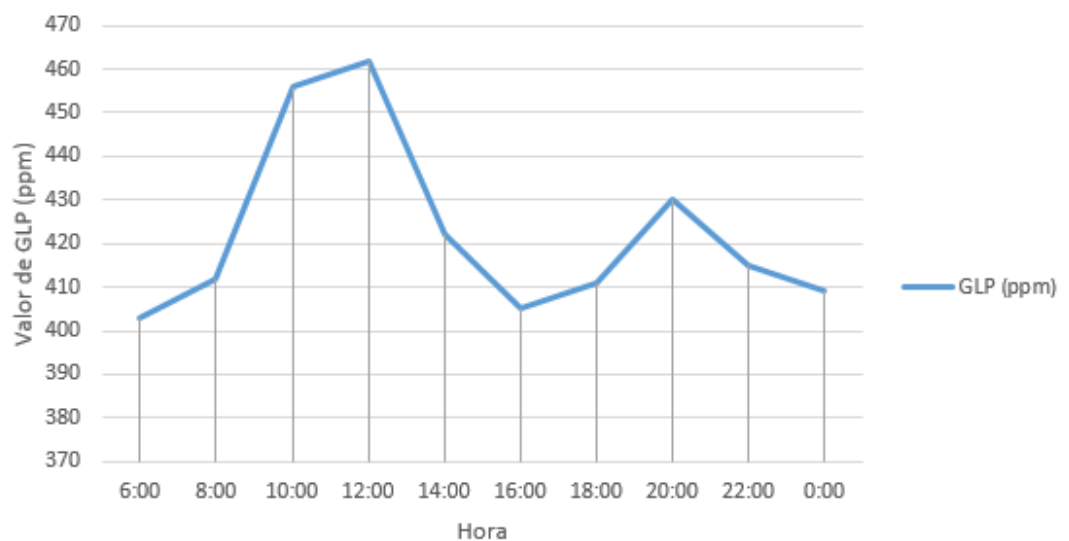
Al no poder exponer el sensor a concentraciones más altas que 1200 ppm por seguridad del usuario, el rango medido para la etapa de pruebas fue de 260 ppm hasta 1200 ppm. Se realizó pruebas y mediciones de comportamiento en distintos lugares de la casa (Cocina, Sala, Dormitorio) obteniendo los siguientes resultados.

### Cocina

**Tabla 18:**  
MQ-6 Pruebas Cocina

Hora	GLP (ppm)
6:00	403
Continua	➔

8:00	412
10:00	456
12:00	462
14:00	422
16:00	405
18:00	411
20:00	430
22:00	415
0:00	409



**Figura 52** MQ-6 Pruebas Cocina

Después de analizar los datos de GLP obtenidos desde las 06:00 hasta la 24:00 horas, se ubican los puntos más altos de temperatura y humedad entre las 10:00 y las 14:00 horas siendo este lapso el utilizado en la preparación de alimentos, donde se notan picos ocasionados por el encendido de hornillas.

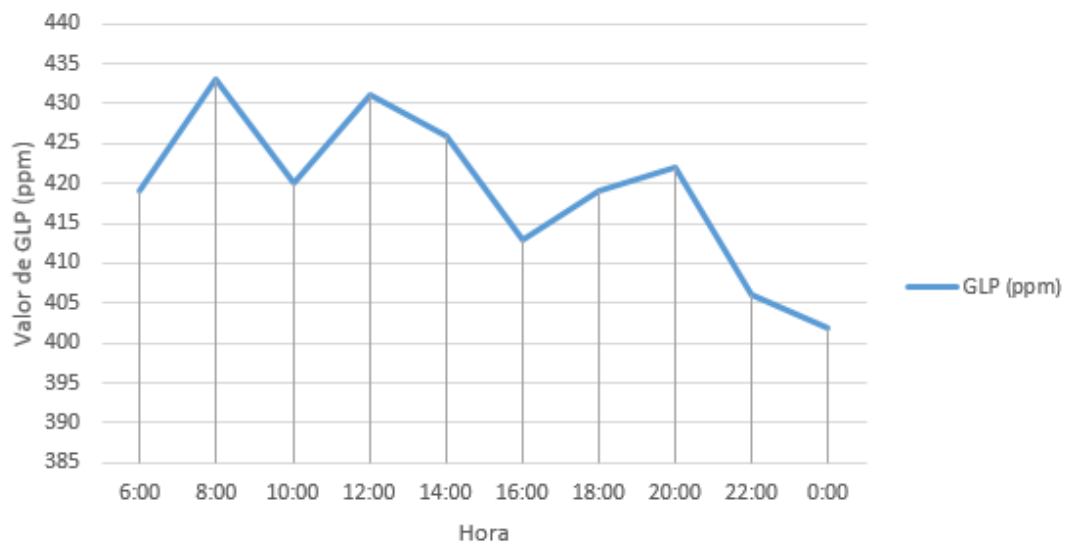
### Sala

**Tabla 19:**  
MQ-6 Pruebas Sala

Hora	GLP (ppm)
6:00	419
8:00	433

Continua →

10:00	420
12:00	431
14:00	426
16:00	413
18:00	419
20:00	422
22:00	406
0:00	402



**Figura 53** MQ-6 Pruebas Sala

Según datos obtenidos de presencia de GLP en la sala estando ésta más cercana a la cocina no se nota mayores cambios ni picos.

## Dormitorio

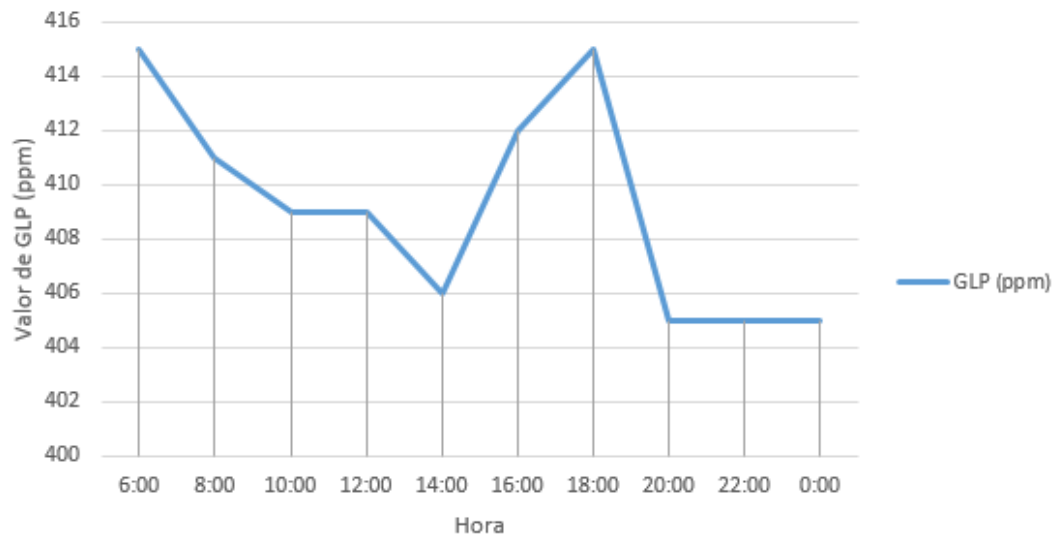
**Tabla 20:**  
MQ-6 Pruebas Dormitorio

Hora	GLP (ppm)
6:00	415
8:00	411
10:00	409
12:00	409
14:00	406
16:00	412

Continua →



18:00	415
20:00	405
22:00	405
0:00	405



**Figura 54** MQ-6 Pruebas Dormitorio

### 4.3. Prueba de la Aplicación

La aplicación posee un retardo de 2 a 3 segundos, tanto en mostrar los datos reales como en la activación manual del extractor o de la válvula. Este retardo es el mínimo que se puede conseguir sin alterar el funcionamiento del programa ya que se puede manejar el tiempo para refrescar los datos en el código, pero de esta manera los datos presentados no serían en tiempo real.



**Figura 55** Datos en la aplicación móvil

#### 4.4. Prueba del Sistema

El sistema ya instalado se prueba bajo fugas controladas de gas y tomando las medidas de seguridad necesarias, para no correr riesgos.

Se presenta diferentes escenarios para realizar las pruebas y analizar su comportamiento.

- Fuga de gas en una hornilla de la cocina.
- Fuga de gas en un tramo de la manguera que conecta al tanque con la cocina.
- Fuga de gas en la válvula que conecta la manguera al tanque.
- Aumento de temperatura ambiente.

En todos los escenarios se exigió al máximo el comportamiento del sistema obteniendo los siguientes resultados. Por cada uno de los escenarios se realizó tres pruebas.

#### 4.4.1. Fuga de gas en una hornilla de la cocina.

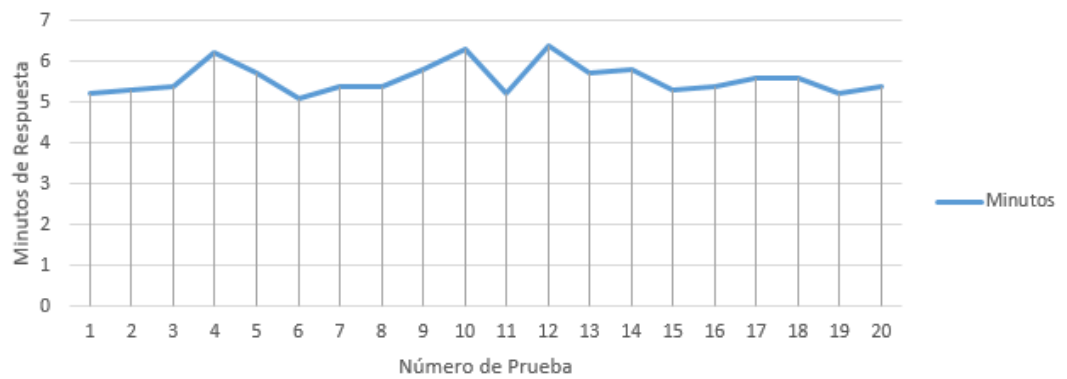
Posibles acciones que pueden producir este escenario.

- Mala colocación de las hornillas en la cocina
- Fuerte brisa de viento que apague el fuego
- Bajo nivel de gas en el tanque

Los resultados que se obtuvieron con estas pruebas son los siguientes.

**Tabla 21:**  
Tiempo de respuesta escenario 1

# de Prueba	Minutos
1	5,2
2	5,3
3	5,4
4	6,2
5	5,7
6	5,1
7	5,4
8	5,4
9	5,8
10	6,3
11	5,2
12	6,4
13	5,7
14	5,8
15	5,3
16	5,4
17	5,6
18	5,6
19	5,2
20	5,4



**Figura 56** Tiempo de respuesta escenario 1

Para este escenario se obtuvo un promedio de respuesta con el sistema al 100% de 5,57 minutos.

Dado que conlleva tiempo que el ambiente se llene o se propague la cantidad de GLP.

#### 4.4.2. Fuga de gas en un tramo de la manguera que conecta al tanque con la cocina.


Posibles acciones que pueden producir este escenario.

- Mala conexión de la manguera en sus extremos
- Corte de la manguera
- Mala calidad de la manguera usada

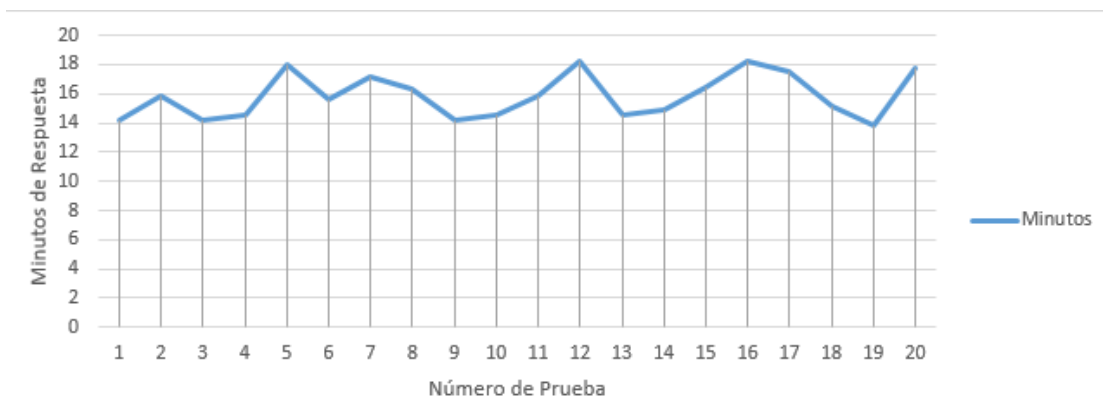
Los resultados que se obtuvieron con estas pruebas son los siguientes:

**Tabla 22:**  
Tiempo de respuesta escenario 2

# de Prueba	Minutos
1	14,2
2	15,9

Continua 

3	14,2
4	14,6
5	18
6	15,6
7	17,2
8	16,3
9	14,2
10	14,6
11	15,8
12	18,2
13	14,6
14	14,9
15	16,5
16	18,2
17	17,5
18	15,2
19	13,8
20	17,8



**Figura 57** Tiempo de respuesta escenario 2.

Para este escenario se obtuvo un promedio de respuesta con el sistema al 100% de funcionamiento es de 15,86 minutos.

#### 4.4.3. Fuga de gas en la válvula que conecta la manguera al tanque.

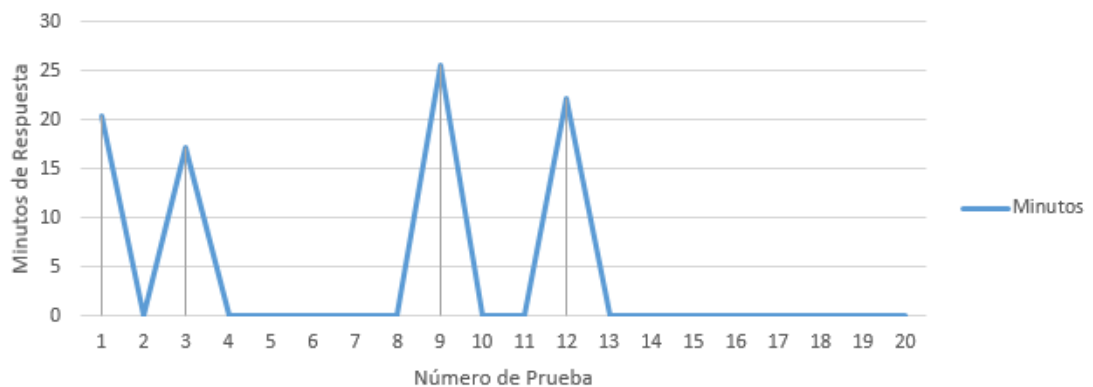
Posibles acciones que pueden producir este escenario.

- Mala conexión de la válvula de gas
- Desconexión por golpe o movimiento brusco
- Desgaste de válvula de gas por uso.

Los resultados que se obtuvieron con estas pruebas son los siguientes:

**Tabla 23:**  
Tiempo de respuesta escenario 3

# de Prueba	Minutos
1	20,4
2 -	
3	17,2
4 -	
5 -	
6 -	
7 -	
8 -	
9	25,6
10 -	
11 -	
12	22,2
13 -	
14 -	
15 -	
16 -	
17 -	
18 -	
19 -	
20 -	



**Figura 58** Tiempo de respuesta escenario 3

Para este escenario se obtuvo un promedio de respuesta con el sistema conectado en su totalidad es de 21,35 minutos. Cabe recalcar que en este escenario de pruebas no siempre se obtuvo respuestas ya que al tener los sensores dentro de la casa y la fuga fuera, la lectura en algunos casos no fue detectada por motivos de ventilación externa.

#### 4.4.4. Fuga de gas en la válvula que conecta la manguera al tanque.


Posibles acciones que pueden producir este escenario.

- Posible incendio por causa de fuga de gas
- Olvido de hornillas encendidas

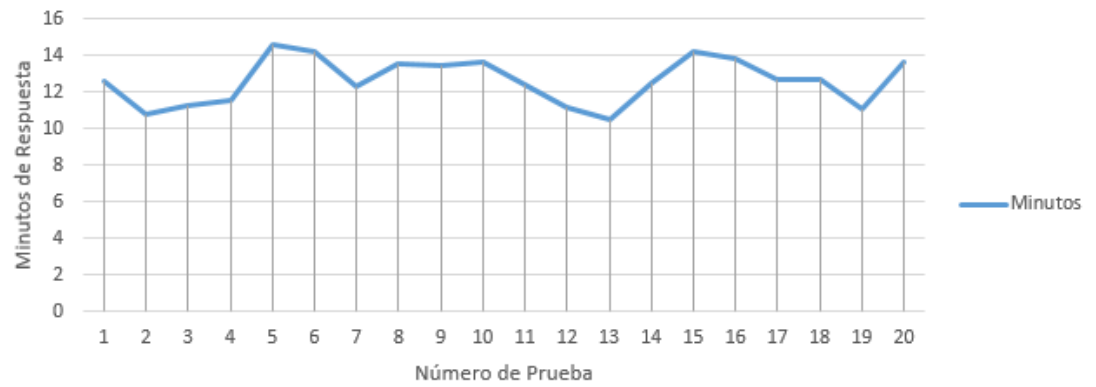
Los resultados que se obtuvieron con estas pruebas son los siguientes

**Tabla 24:**  
Tiempo de respuesta escenario 4

# de Prueba	Minutos
1	12,6
2	10,8
3	11,3
4	11,5
5	14,6
6	14,2
7	12,3
8	13,5
9	13,4
10	13,6
11	12,4
12	11,2
13	10,5
14	12,5

Continua 

15	14,2
16	13,8
17	12,7
18	12,7
19	11,1
20	13,6



**Figura 59** Tiempo de respuesta escenario 4.

Para este escenario se obtuvo un promedio de respuesta con el sistema al 100% de 12,62 minutos.



## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Al implementar un sistema electrónico utilizando sensores de temperatura, humedad y GLP, se obtuvo la medición de contaminación ambiental en el hogar, además de lograr un control en la contaminación de GLP a través de un extractor que elimina el exceso de GLP en ambientes específicos como la cocina, donde se generan alarmas automáticas en casos de fugas.
- Se desarrolló una aplicación cliente para dispositivos móviles utilizando la plataforma Android ya que es de código abierto, para la monitorización de las variables como temperatura, humedad y concentración de GLP en el aire, siendo un lenguaje fácil y amigable al programador.
- Para el desarrollo del proyecto se utilizaron normativas y medidas de seguridad que son indicadas en la manipulación de gases de tipo inflamables especificadas según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) en el Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 0.24:2008, el cual con el fin de salvaguardar la seguridad y reducir los riesgos de explosión y/o explosión de GLP bajo las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 1 536 y 2 266, los requisitos técnicos para el almacenamiento del GLP deben cumplir con lo establecido en las normas NFPA 058 059, hasta que se emitan Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE).
- Se implementó medidas correctivas utilizando un sistema de control implementado con un Arduino Mega ante fugas de gas o al estar expuesto a un calor excesivo, aplicando normas de seguridad para evitar lesiones en la salud del usuario con cierre de válvulas cortando el paso de gas desde el cilindro y utilizando un sistema de extracción para evacuar y limpiar el ambiente de GLP.
- Al generarse una alarma de alta concentración de GLP o de alta temperatura, el sistema procede al envío de un mensaje de texto al número

asignado por el usuario, además de efectuar el proceso automático de cierre de válvula y encendido de extractor.

- Se necesitó de un acoplamiento elevador de corriente implementado con una red electrónica utilizando un Triac TIC2060 para conectar el extractor, dado que el consumo de corriente al encenderse provoca una alteración en el funcionamiento del módulo de Ethernet.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Para controlar un dispositivo que necesita de alta corriente para arrancar como es el caso de un motor, es recomendable usar un circuito que eleve la corriente antes del encendido para que la tarjeta de adquisición de datos no sufra daños o se inhiba.
- Se recomienda usar Android ya que por ser un Sistema Operativo de código abierto existe mayor facilidad y herramientas de desarrollo para nuevas aplicaciones, inclusive existe software que facilita la programación de aplicaciones básicas con métodos de programación por bloques.
- Implementando un módulo WIFI se eliminaría cables entre el AP y el servidor, dando la capacidad de colocar el servidor en cualquier lugar de la casa con señal de inalámbrica.
- Con la implementación de un servidor con mayores prestaciones como multiusuarios, monitoreo continuo, capacidad de reportes en tiempos configurables se puede tener una mayor cantidad de usuarios conectados, y se puede trabajar con bases de datos para presentar un reporte al usuario de las variables medidas.

## **5.3. TRABAJOS FUTUROS**

- Trabajando con sensores de movimiento e incluyéndolos en el sistema de lectura de datos se puede implementar un sistema de alarma, tanto de prevención ambiental como alertas de intrusos en la casa.

- Aumentando el uso de un sistema de baterías como medio alternativo de energía para evitar que el sistema deje de funcionar si no existe energía eléctrica doméstica, da la posibilidad de mayor confiabilidad.
- Implementar el manejo de los actuadores finales y la monitorización a través de una pantalla táctil que puede ser ubicada en el dormitorio para poder responder ante una alerta en forma pronta y adecuada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvaro Brenes, V. F. (1995). *Elementos de climatología: su aplicación didáctica a Costa Rica*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Recuperado el 4 de Septiembre de 2015
- AOSONG. (s.f.). Temperature and humidity module DTH11 Product Manual. Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de [www.aosong.com](http://www.aosong.com)
- AppInventor. (s.f.). <http://web.archive.org>. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://web.archive.org/web/20110824104028/http://appinventor.googlelabs.com/about/>
- Aragonés, J. B., Gómez, C. G., Zaragoza, B. Z., Martínez, A. G., Campos, D. M., & Linares, A. G. (Septiembre de 2010). *Sensores de Temperatura*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2015, de Universidad Politécnica de Valencia: [http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/LSED/2003-04/0.Sens\\_Temp/ARCHIVOS/SensoresTemperatura.pdf](http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/LSED/2003-04/0.Sens_Temp/ARCHIVOS/SensoresTemperatura.pdf)
- Arduino. (s.f.). *Arduino Products*. Recuperado el 8 de Agosto de 2015, de <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- Arduino Ethernet Shield. (s.f.). *Arduino Ethernet Shield*. Recuperado el 17 de Agosto de 2015, de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>
- Arduino MEGA 2560. (s.f.). *Arduino MEGA 2560*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2015, de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Ávila, B. P., & Jaramillo, R. A. (2010). *Desarrollo de aplicación con sensores de temperatura usando una versión del Lenguaje JAVA llamada JAVELIN adecuada para el uso en Microcontroladores que admiten esta tecnología*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral. Recuperado el 23 de Agosto de 2015
- Campo, C., & Rubio, C. G. (s.f.). *Universidad Carlos III de Madrid*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2015, de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-telematica/aplicaciones-moviles/material-de-clase-2/sistemas-operativos>
- Cerda, J. (2015). *Manejo de gas licuado de petróleo (GLP)*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2015, de

<http://www.monografias.com/trabajos93/manejo-emergencia-glp/manejo-emergencia-glp.shtml>

Croiset, M. (1976). *HUMEDAD Y TEMPERATURA EN LOS EDIFICIOS*. Barcelona, España: Editoriales técnicos asociados, s.a. Recuperado el 20 de Septiembre de 2015

Chile, J. (2008). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte\\_024.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_024.pdf)

Electronics, A. (s.f.). *Shield GSM*. Recuperado el 20 de Agosto de 2015, de <http://www.avelectronicsinc.com/>

Friedman, M. (12 de Julio de 2010). *App Inventor for Android*. Recuperado el 4 de Agosto de 2015, de <https://googleblog.blogspot.com/2010/07/app-inventor-for-android.html>

Gutierrez, A. (s.f.). *Monografias*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos10/humed/humed.shtml>

Hanwei Electronics CO, LTD. (s.f.). TECHNICAL DATA MQ-5 GAS SENSOR. Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de <http://www.hwsensor.com>

INEC. (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. Recuperado el 17 de Agosto de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>

megaelectrom. (2 de 6 de 2011). *Sensores*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://antares700.blogspot.com/>

Miranda, I. P. (Julio de 2011). *Osinerg*. Recuperado el 12 de Octubre de 2015, de [http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Foro\\_Hidrocarburos\\_Cusco\\_2011/3.%20SEGURIDAD%20EN%20INSTALACIONES%20DE%20GLP-ING.PEDRO%20ORDAYA%201.pdf](http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Foro_Hidrocarburos_Cusco_2011/3.%20SEGURIDAD%20EN%20INSTALACIONES%20DE%20GLP-ING.PEDRO%20ORDAYA%201.pdf)

Mocholí, A. (20 de Mayo de 2015). *yeeply*. Recuperado el 18 de Agosto de 2015, de [www.yeeply.com](http://www.yeeply.com).

Muñoz, V. J. (s.f.). *HTML, presente y futuro de la web*. (B. P. S.L, Ed.) España. Recuperado el 28 de Agosto de 2015

netmarketshare. (s.f.). *Mobile/Tablet Operating System Market Share*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de <https://netmarketshare.com/>

- netmarketshare. (s.f.). *Sistemas Operativos dispositivos móviles*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2015, de <https://netmarketshare.com/>
- Omega. (s.f.). *Omega*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2015, de <http://mx.omega.com/prodinfo/adquisicion-de-datos.html>
- ONU Cambio Climático. (s.f.). *NOTICIAS*. Recuperado el 5 de Agosto de 2015, de <http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/la-omm-alerta-sobre-un-nuevo-record-de-concentraciones-de-gases-de-efecto-invernadero/>
- Pelino, L. A., & Vianco, D. G. (Noviembre de 2002). *Instituto Argentino de la Energía "General Mosconi"*. Recuperado el Agosto de 2015, de [http://www.iae.org.ar/seminarios/semiglp\\_informelAE.pdf](http://www.iae.org.ar/seminarios/semiglp_informelAE.pdf)
- Petrazzini, G. O. (2012). *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2015, de [http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/Sistemas\\_Operativos\\_en\\_Dispositivos\\_Moviles.pdf](http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/Sistemas_Operativos_en_Dispositivos_Moviles.pdf)
- Riego, A. R. (s.f.). *Primeros pasos*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>
- Ruiz, Ó. L. (17 de Julio de 2014). *UCrea - Universidad de Cantabria*. Recuperado el 18 de Octubre de 2015, de <http://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5011/367725.pdf?sequence=1>
- Sandbox Electronics. (s.f.). *Sandbox Electronics*. (M.-6. L. Module, Productor) Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://sandboxelectronics.com/?product=mq-6-lpg-Ing-gas-sensor-module>
- Universidad de Valladolid. (s.f.). *Sensores*. Recuperado el 6 de Agosto de 2015, de <http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf>