



**UAEM** | Universidad Autónoma  
del Estado de México

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO**

Licenciatura en Informática Administrativa

**“Diseño e implementación de un sistema de medición de volumen  
basado en un sensor ultrasónico con monitoreo y control desde un  
Smartphone”**

Que para obtener el Título de Licenciado en Informática administrativa

**PRESENTAN:**

Alvarado Islas Dulce Andrea

Jorge Adan Rodríguez Martínez

**Director de tesis:**

Dra. en C. de la Comp. Alma Delia Cuevas Rasgado.

Texcoco, Estado de México, Enero 2016

Texcoco, México a 10 de Noviembre de 2015

M. EN C. E. VIRIDIANA BANDA ARZATE  
SUDIRECTORA ACADEMICA DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO  
PRESENTE:

AT'N LIC. EN I.A. CINTHYA TERESITA ISLAS RODRÍGUEZ  
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN.

Con base en las revisiones efectuadas al trabajo escrito titulado "**Diseño e implementación de un sistema de medición de volumen basado en un sensor ultrasónico con monitoreo y control desde un smartphone**" que para obtener el título de licenciado en **Informática Administrativa** presentan los sustentantes **Dulce Andrea Alvarado Islas y Jorge Adan Rodriguez Martínez**, con números de cuenta **1024602 y 1024669** respectivamente, se concluye que cumple con los requisitos teórico-metodológicos por lo que se le otorga el voto aprobatorio para su sustentación, pudiendo **continuar con la etapa de digitalización** del trabajo escrito.

ATENTAMENTE

Dr. En C de la Comp. Farid García Lamont

M. en C. Josué Cervantes Bazán

  
REVISOR

  
REVISOR

Dra. en C. de la Comp. Alma Delia Cuevas Rasgado

  
DIRECTOR

c.c.p. Dulce Andrea Alvarado Islas  
c.c.p. Jorge Adan Rodriguez Martínez  
c.c.p. Dra. en C. de la Comp. Alma Delia Cuevas Rasgado  
c.c.p. Lic. En I. A. Cinthya Teresita Islas Rodriguez



# Agradecimientos

---

A Dios que siempre ha vivido en mi corazón, me ha acompañado, guiado y bendecido en este largo camino de mi vida para poder cumplir este sueño.

A mis padres, por apoyarme en todo momento y sobre todo porque siempre me motivaron para poder lograr esta meta, porque la culminación de este proyecto no solo es mío, sino también de ustedes, porque gracias a su trabajo y esfuerzo estoy cumpliendo este sueño, gracias por hacer de mí una mujer y hoy una profesionalista, porque sin ustedes no habría llegado hasta aquí, gracias por su paciencia y comprensión son mi ejemplo de superación. Los amo.

A mis tres hermanos, Karina, Mauricio y Vianney por haber sido mi ejemplo a seguir como profesionistas.

A mis dos sobrinas Silvana y Camila que son dos bellos ángeles que llenan de alegría mi vida.

A ti amor Jorge, porque gracias al esfuerzo y dedicación de los dos durante la carrera y este proyecto hemos podido llegar hasta aquí, y lograr este sueño juntos, gracias amor por apoyarme en todo momento, gracias por tu amor que es y seguirá siendo una motivación para seguir adelante. ¡Lo logramos te amo!

Un sincero agradecimiento a los profesores quienes compartieron sus conocimientos, al maestro Josué, por haber creído y confiado en nosotros y a la Dra. Alma por su tiempo y dedicación, Dr. Farid por haber aceptado ser parte de este proyecto para poder hacer de nosotros unos profesionales.

***A todos ustedes gracias.***

***Dulce***

## *DIOS.*

En primer lugar te agradezco a ti Dios, por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, por ponerme en este loco mundo, por estar conmigo en cada momento de mi vida. Por cada regalo de gracia que me has dado y que inmerecidamente he recibido, gracias por iluminar mi camino y guiado durante este tiempo en la universidad, porque sin ti no hubiera podido salir adelante, no tengo palabras para agradecerte todo lo que me has dado, lo único que puedo decir es que te necesitare en cada proyecto de mi vida, por lo que nunca me apartare de ti.

## *ABUELITA.*

Quiero expresar mi agradecimiento a mi abuelita, María Isabel, a quien siempre preferí llamar Mami por ser una mujer excepcional, que ayudo en mi crianza y en mis primeras letras, que acepto y fomento mis gustos por el futbol. Por ser la mujer que me enseñó a reír a carcajadas. Por escucharme siempre y defenderme. Por enseñarme el compromiso absoluto con el que uno nace. Desde hace unos años que ya no está físicamente con nosotros, pero tu ausencia, cada día me vuelve más capaz.

## *MAMA.*

Tus esfuerzos son impresionantes y tu amor es para mí invaluable. Tú has sido madre y padre para mí, tu sola te has encargado de sacarme adelante te has encargado de proporcionarme todo y cada cosa que necesito. Tus enseñanzas las aplico cada día, de verdad que tengo mucho que agradecerte. Tu ayuda fue fundamental para la culminación de mi tesis, te amo con todo mi corazón y te agradezco por cada día de mi vida que has estado conmigo, simplemente eres la mejor mama del mundo.

## *AMOR.*

La ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con este proyecto, sin embargo siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograríamos perfectamente. Te agradezco por soportar mi genio por apoyarme en todo momento, hoy cumplimos un sueño más y lo que más me gusta es que es a tu lado. Te amo Dulce.

## *HERMANO.*

Tal vez no eres mi hermano de sangre pero de corazón si, tú has llegado a mi vida como una mano derecha, te agradezco por tu ayuda, aportaciones y motivaciones, por decirme que no podría y hoy está demostrado lo contrario, te agradezco por todos los buenos momentos que hemos pasado muchas gracias por ser así, una gran persona ¡nunca cambies hermano! MEMO.

## *HERMANAS.*

A pesar de que tengamos nuestras eventuales discusiones y malos encuentros, y de que tal vez seamos polos opuestos en ciertas cuestiones, han sido unas de las principales personas involucradas en ayudarme a que este proyecto fuera posible.

Las quiero muchísimo hermanas... Mabel, Fran, Peque y mientras tanto ¡que cese nuestro combate!

## *REVISORES.*

Durante la realización de mi proyecto, ustedes han sido mi mano derecha y quienes me han guiado en el complicado proceso. Es cierto, no ha sido nada

fácil ni mucho menos, sin embargo gracias a su ayuda, esto ha parecido un tanto menos complicado.

Dra. Alma, Dr. Farid y Maestro Josué. El resultado de mi tesis ha sido espectacular, y mejor de lo que esperaba y una gran parte del desarrollo de ese excelente trabajo se lo debo a ustedes. Que dios los bendiga.

**Jorge**

# Resumen

---

La presente tesis desarrollada consiste en el diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo del nivel de agua de un contenedor por medio de dispositivos móviles, utilizando el protocolo de comunicación inalámbrica Bluetooth. El monitoreo se realiza mediante un sensor ultrasónico conectado a un Bluetooth que se enlaza al Smartphone para enviar la información, se presentan los resultados obtenidos por el sistema construido.

**Palabras clave:** Bluetooth, Smartphone, sensor, monitoreo, domótica.

# Contenido

---

<b>CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.5 HIPÓTESIS.....	4
1.6 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.7 METODOLOGÍA .....	5
<b>CAPÍTULO 2. ANÁLISIS GENERAL DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>7</b>
2. 1 ANTECEDENTES DE LA DOMÓTICA.....	7
2.1.1 <i>Concepto de domótica</i> .....	8
2.2 APLICACIONES DE LA DOMÓTICA.....	10
2.3 MICROCONTROLADORES.....	11
2.3.1 <i>Arquitectura Von Neumann</i> .....	12
2.3.2 <i>Arquitectura Harvard</i> .....	13
2.4 ARQUITECTURAS CISC Y ARQUITECTURAS RISC.....	14
2.5 BLUETOOTH .....	14
2.5.1 <i>Redes Bluetooth</i> .....	15
2.5.2 <i>Transmisión</i> .....	16
2.5.3 <i>Aplicaciones</i> .....	17
2.5.4 <i>Características del sistema Bluetooth</i> .....	18
2.5.5 <i>Ventajas del sistema Bluetooth</i> .....	19
2.6 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES .....	20
2.6.1 <i>Módulo de control</i> .....	20
2.6.2 <i>Módulo de radiocomunicación</i> .....	20
2.6.3 <i>Módulo HC-05</i> .....	21
2.6.4 <i>Módulo HC-06</i> .....	22
2.7 COMUNICACIÓN SERIAL .....	23
2.7.1 <i>RS232 (Recommended Standard 232)</i> .....	23
2.7.2 <i>SPI (Serial Peripheral Interface)</i> .....	24
2.7.3 <i>Protocolo I2C</i> .....	25
2.8 APLICACIONES MÓVILES .....	26
2.8.1 <i>Tipos de aplicaciones según su desarrollo</i> .....	27
2.8.2 <i>Categorías de aplicaciones</i> .....	31
2.9 SMARTPHONE.....	35
2.10 DISPOSITIVO MÓVIL .....	38
2.10.1 <i>Tipos de dispositivos móviles</i> .....	38
2.11 SENSORES .....	39
2.11.1 <i>Clasificación de los sensores</i> .....	39
2.11.2 <i>Características de los sensores</i> .....	43
2.12 TRABAJOS RELACIONADOS .....	44

<b>CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DETALLADO Y DISEÑO DEL SISTEMA.....</b>	<b>48</b>
3.1 CASO DE USO.....	48
3.2 DIAGRAMA DE FLUJO .....	52
<b>CAPÍTULO 4. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>53</b>
4.1 IMPLEMENTACIÓN DE SENSOR DE DISTANCIA.....	53
4.1.1 Descripción del sensor ultrasónico HC-SR04 .....	53
4.1.2 Como funciona .....	54
4.1.3 Construcción del circuito.....	55
.....	56
4.1.4 Descripción del programa .....	57
4.2 DISEÑO DE LA APLICACIÓN.....	58
4.2.1 Descripción de los componentes.....	59
4.2.2 Programa de la aplicación .....	60
4.1 CODE COMPOSER STUDIO.....	66
4.2 SOFTWARE ENERGÍA .....	67
4.3 APP INVENTOR.....	67
<b>CAPITULO 5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....</b>	<b>73</b>
6.1 CONCLUSIÓN .....	73
5.2 TRABAJOS FUTUROS.....	74
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
MANUAL DE USUARIO.....	75
.....	79
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>84</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>87</b>

# Índice de Figuras

---

FIGURA 1. MODELO DE CICLO VIDA O “CASCADA” EXTRAÍDO DE (SOMMERVILLE ET. AL 2005).....	5
FIGURA 2. EJEMPLO DE UNA VIVIENDO DOMÓTICA TOMADO DE (HUIDOBRO, 2010).....	8
FIGURA 3. APLICACIONES DE BLUETOOTH OBTENIDO DE (SALLENT ET. AL, 2003).....	15
FIGURA 4. TOPOLOGÍA DE LAS REDES BLUETOOTH (HUIDOBRO, 2005).....	16
FIGURA 5. ESTRUCTURA DE UNA PICONET CREADA ENTRE DIVERSOS DISPOSITIVOS BLUETOOTH. (PÉREZ, 2014) .....	16
FIGURA 6. SISTEMA BLUETOOTH .....	19
FIGURA 7. MÓDULO BLUETOOTH HC-05 Y HC-06.....	22
FIGURA 8. APLICACIONES MÓVILES. (CUELLO, 2013).....	26
FIGURA 9. LAS APLICACIONES NATIVAS PERMITEN APROVECHAR EL SISTEMA DE NOTIFICACIONES. (CUELLO, 2013).....	28
FIGURA 10. FACEBOOK CUENTA TANTO CON UNA WEBAPP COMO CON UNA APP NATIVA. (CUELLO, 2013).....	29
FIGURA 11. NETFLIX TIENE UNA APLICACIÓN HÍBRIDA QUE SE PRÁCTICAMENTE IGUAL EN iOS Y EN ANDROID. (CUELLO, 2013) .....	30
FIGURA 12. ANGRY BIRDS ES UNO DE LOS JUEGOS MÁS POPULARES. (CUELLO, 2013) .....	31
FIGURA 13. CLEAR REVOLUCIONÓ LAS APPS DE TAREAS CON SU ESTILO PARTICULAR. (CUELLO, 2013) .....	32
FIGURA 14. ARTICLES ES UNA BUENA ALTERNATIVA A LA APP DE WIKIPEDIA, AUNQUE ES DE PAGO. (CUELLO, 2013) .....	33
FIGURA 15. . PAPER PARA IPAD ES UNA APP DE CREACIÓN QUE SE BASA EN LA METÁFORA DEL BLOC DE DIBUJO. (CUELLO, 2013).....	34
FIGURA 16. SMARTPHONE NOKIA (MARTÍN MÁRQUEZ, OLIVA HABA, & MANJAVACAS ZARCO, 2010).....	35
FIGURA 17. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES DE ACUERDO A SU FUNCIONAMIENTO (SERNA, 2010) .....	40
FIGURA 18. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LAS SEÑALES QUE PROPORCIONA. (SERNA, 2010) .....	40
FIGURA 19. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA NATURALEZA DE SU FUNCIONAMIENTO. (SERNA, 2010) .....	42
FIGURA 20. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LOS ELEMENTOS UTILIZADOS EN SU FABRICACIÓN. (SERNA, 2010).....	43
FIGURA 21. FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR ULTRASÓNICO DE DISTANCIA PING (ÁLVAREZ, 2013). .....	45
FIGURA 22. SÍMBOLO DE CASO DE USO (ALARCÓN, 2010) .....	48
FIGURA 23. SÍMBOLO DE ACTOR (ALARCÓN, 2010).....	49
FIGURA 24. DIAGRAMA DE CASO DE USO DE LA APLICACIÓN EN LA CUAL TODOS LOS CASOS ESTÁN ASOCIADOS.....	50
FIGURA 25. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO.....	52
FIGURA 26. FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR HC-SR04 .....	54
FIGURA 27. CONEXIÓN CON EL SENSOR HC-SR04 .....	55
FIGURA 28. CONEXIÓN PLACA CON BLUETOOTH .....	56
FIGURA 29. DISEÑO DE LA APLICACIÓN EN APP INVENTOR .....	58
FIGURA 30. WHEN SCREEN INITIALIZE .....	60
FIGURA 31. COMPONENTES PARA LA ELECCIÓN DE BLUETOOTH.....	60
FIGURA 32. COMPONENTES PARA ENLAZAR BLUETOOTH.....	61
FIGURA 33. COMPONENTE DE INICIO DEL PROGRAMA .....	61
FIGURA 34. COMPONENTES PARA CONECTAR O DESCONECTAR BLUETOOTH.....	61
FIGURA 35. COMPONENTES QUE NOS INDICAN ERROR .....	62
FIGURA 36. COMPONENTES DE IMAGEN .....	62
FIGURA 37. COMPONENTES PARA CALCULAR EL VOLUMEN .....	63
FIGURA 38. COMPONENTES DE IMAGEN Y PORCENTAJE.....	64
FIGURA 39. COMPONENTES DE IMAGEN Y PORCENTAJE.....	64
FIGURA 40. GALAXY GRAND PRIME DUOS SM-G530H .....	66
FIGURA 41. COMPONENTES DE APP INVENTOR (SÁNCHEZ, J. D. 2015).....	68
FIGURA 42. CAPTURA DE PANTALLA DEL SISTEMA FUNCIONANDO.....	69
FIGURA 43. . PRIMERA PRUEBA CON BOTE DE 19 LITROS.....	70

FIGURA 44. CAPTURA DE PANTALLA DE SEGUNDA PRUEBA.....	70
FIGURA 45. SEGUNDA PRUEBA CON BOTE DE 19 LITROS.....	71
FIGURA 46. CAPTURA DE PANTALLA DE MONITOREO DE TINACO. ....	71
FIGURA 47. CAPTURA DE PANTALLA DE MONITOREO DE TINACO. ....	72
FIGURA 48. EL ARCHIVO YA SE ENCUENTRA GUARDADO EN EL TELÉFONO .....	75
FIGURA 49. INSTALACIÓN BLOQUEADA.....	76
FIGURA 50. ACEPTAR LA APLICACIÓN .....	76
FIGURA 51. CONFIRMACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	77
FIGURA 52. APLICACIÓN INSTALADA .....	77
FIGURA 53. VINCULAR LOS DOS DISPOSITIVOS.....	78
FIGURA 54. DISPOSITIVOS VINCULADOS.....	78
FIGURA 55. SELECCIÓN DEL BLUETOOTH PARA INICIAR EL MONITOREO.....	79

# CAPÍTULO 1. Planteamiento del tema de investigación

## 1.1 Introducción

La domótica realiza la automatización de manera integral de las instalaciones, específicamente eléctricas de casas habitación y edificios.

La domótica comenzó a desarrollarse en los años 70, cuando aparecieron los primeros dispositivos automáticos usados en edificios.

Años posteriores surgió el interés por crear la “casa ideal”. Es por eso que se desea implementar un programa para monitorear la cantidad de agua en un tanque o tinaco por medio de un Smartphone; primero para usar la tecnología que encamina a la “casa ideal” y por otro lado debido a que con la escases de agua que se tiene hoy en día, se deben tomar medidas para evitar el desperdicio y hacer un mejor uso del rendimiento de este vital líquido.

Se dará a conocer algunos trabajos relacionados a la domótica como lo menciona (Álvarez, 2013) que hace referencia a un sensor PING que detecta objetos mediante la emisión de una ráfaga ultrasónica y luego escucha el eco que regresa para, de esta forma, medir la distancia en la que se encuentra, otro ejemplo lo describe (Huerta, et. al, 2010) que obtiene el volumen de líquidos utilizando el sensor de ultrasonido, o como lo describe (Lozano et. al, 2009) donde hay un sistema de lectura automática de medidores de consumo de agua con tecnología Bluetooth.

Esta tesis se estructura de la siguiente manera: Primero se presenta el planteamiento del problema. Posteriormente damos una breve explicación de los conceptos que giran entorno de la domótica así como otros conceptos base como microcontroladores, tipos de sensores, etc. los trabajos relacionados a nuestra solución. Se explica la metodología que se ha seguido para el

desarrollo del proyecto. Se muestran algunos ejemplos; para finalmente exponer las conclusiones y trabajos futuros.

## 1.2 Planteamiento del problema

Existen riesgos cuando no hay personas en una casa/habitación y el líquido del tinaco se derrama ya que pueden ocurrir los siguientes casos:

- Que haya personas y se mojen.
- Se derrame el líquido por mucho tiempo causando pérdidas económicas si el flotador no funciona.
- Si se requiere cerrar la llave es preciso que alguien este físicamente en el lugar.
- Evitar que el usuario se quede sin agua en caso de que la bomba este apagada o descompuesta.
- Si se derrama el líquido puede causar humedad y daños en el hogar.
- Puede también causar daños en las casas vecinas.
- Provoca un desperdicio que es irremplazable, corriendo el riesgo de ser multado por las autoridades.

Por tales razones se precisa el uso de un sistema de monitoreo y control de líquidos en recipientes de gran tamaño.

## 1.3 Objetivos

### ***1.3.1 Objetivo general***

Implementar un programa para monitorear la cantidad de agua en un tanque o tinaco por medio de un Smartphone.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Realizar la medición y control del líquido mediante la aplicación.
- Analizar los diferentes tipos de sensores para la medición de niveles.
- Realizar una aplicación con enlace Bluetooth para visualizar la información.
- Analizar e identificar los requerimientos
- Diseñar la interfaz algoritmo y modelado UML
- Codificar el algoritmo e interfaz
- Probar y corregir errores
- Realizar la documentación de la aplicación

### **1.4 Preguntas de investigación**

- ¿Es posible controlar el nivel de un líquido mediante una aplicación usando un Smartphone?
- ¿Existen sensores que ayuden en esta tarea?
- ¿Se pueden evitar riesgos o accidentes usando la aplicación de control?
- ¿Qué tan complicado es codificar un algoritmo para control de líquidos?
- ¿Todos los teléfonos celulares podrán usar la aplicación?
- ¿Se puede hacer una interfaz amigable para esta aplicación?

## 1.5 Hipótesis

Si se cuenta con una aplicación para controlar el líquido de un tinaco usando un Smartphone, entonces se evitarán riesgos o accidentes en una casa/habitación.

## 1.6 Justificación

Con la escases de agua que tenemos hoy en día, se tienen que tomar medidas para evitar el desperdicio y hacer un mejor uso del rendimiento de este vital liquido que se nos proporciona; todo lo anterior a través de una aplicación que nos permita controlar la capacidad del mismo. Dicha aplicación ayudará a monitorear la cantidad del líquido con el que se cuenta y a su vez beneficiará a la gente que tenga un Smartphone.

Nuestra solución impactará de manera beneficiosa a municipios tan poblados como por ejemplo Nezahualcóyotl que en el año 2010 contaba con 1'110,565 personas según (Censo de Población y Vivienda 2010).

Debido al uso de la tecnología móvil que en nuestro país hasta fines de junio de 2014 había 102.9 millones de líneas móviles de las cuales 42.3% son Smartphones, es decir 43.5 millones de personas cuentan con un teléfono de esas capacidades, según (Arias, 2011), por lo tanto, el impacto en nuestro país por el uso de nuestra aplicación es importante ya que existen una gran variedad de Smartphone tales como: Apple, Samsung, Nokia, Blackberry, LG, Sony, Motorola, HTC, OPPO, Huawei, Lenovo, ZTE, Acer, Alcatel, Nyx Mobile.

## 1.7 Metodología

La metodología a seguir para el desarrollo de nuestro proyecto es la siguiente:  
Ciclo de vida de desarrollo del software: Tipo Cascada.

El modelo de cascada, es llamado en algunas ocasiones ciclo de vida clásico, cuenta con un enfoque puramente sistemático y también secuencial para el desarrollo del software. Este se inicia con la especificación de requerimientos del cliente y continúa con la planeación, la realización del modelado, la construcción y el despliegue para culminar en el soporte del software terminado. Este modelo se muestra en la figura 1.

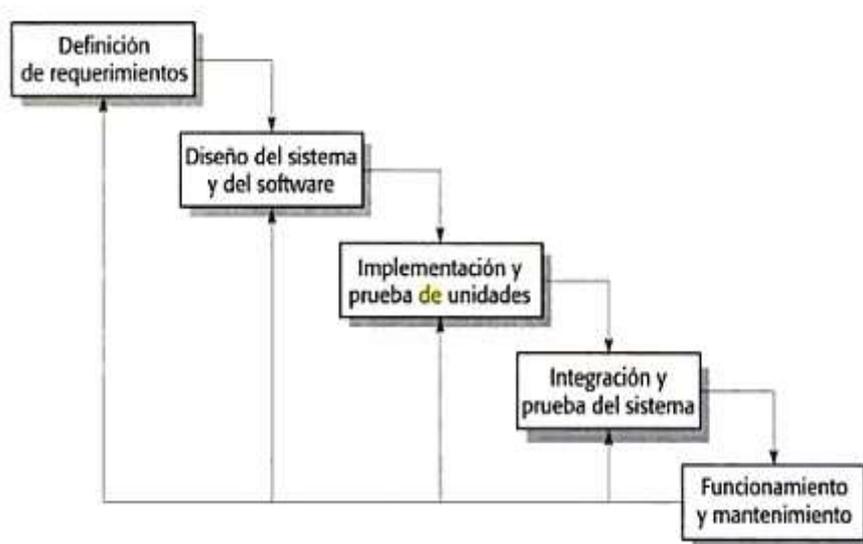


Figura 1. Modelo de ciclo vida o "cascada" extraído de (Sommerville et. al 2005).

El modelo en cascada es uno de los paradigmas antiguos para la ingeniería del software de acuerdo a (Sommerville et. al, 2005), la cual contempla las siguientes etapas:

- **Análisis y definición de requerimientos.** En la cual se consideran los servicios, restricciones y metas del sistema que se definen a partir de las consultas con los usuarios.

- **Diseño del sistema y del software.** Consiste en el proceso de diseño del sistema en la cual se dividen los requerimientos en sistemas hardware o software. Además establece una arquitectura completa del sistema. Es en el diseño del software donde se identifican y describen las abstracciones fundamentales del sistema.
- **Implementación y prueba de unidades.** Esta etapa es importante porque durante ella, el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas. Es en la prueba de unidades donde se verifica que cada unidad una cumpla con su especificación.
- **Integración y prueba del sistema.** En esta los programas o las unidades individuales de programas se integran y se prueban como un sistema completo con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los requerimientos del software. Al concluir las pruebas, el sistema software se entrega al cliente.
- **Funcionamiento y mantenimiento.** Generalmente esta fase es la más larga del ciclo de vida. En la cual el sistema se instala y se pone en funcionamiento. Luego el mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida. (Sommerville et. al, 2005).

# CAPÍTULO 2. Análisis general del tema de investigación

En este capítulo se realiza un análisis de los conceptos más importantes en torno al tema de investigación.

## 2.1 Antecedentes de la domótica

La domótica surge por los años 70, con dispositivos antiguos de automatización de edificios. Posteriormente se manifestó un importante interés por crear la “casa ideal”, iniciando varios ensayos y pruebas con avanzados electrodomésticos y dispositivos con automatización para casa/habitaciones. Los primeros sistemas orientados al comercio fueron instalados mayormente en Estados Unidos pero tenían limitantes en cuanto a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficinas por citar algunos detalles.

Posteriormente y una vez incrementado el auge de las computadoras personales, a finales de los 80 y principios de los 90, se empezaron a incorporar a estos edificios un SCE (Sistema de Cableado Estructurado) para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí, usando un sistema de cableado estándar, así como tomas distribuidas por el edificio. Además de los datos, estos sistemas de cableado permitían el transporte de la voz y la conexión de algunos dispositivos de control y de seguridad, por lo tanto, a aquellos edificios que disponían de un SCE, se les empezó a llamar edificios inteligentes.

A mediados de los años 90, los sistemas de automatización destinados principalmente a edificios de oficinas, se comenzaron aplicar a los hogares y también a otro tipo de edificios, surgiendo lo que actualmente se llama: Vivienda domótica. Durante estos años tuvieron lugar las primeras iniciativas

de promociones y el mayor conocimiento de sus beneficios. Pero no sería hasta el 2000 que pasa a ser un concepto ya reconocido por la sociedad.

Con la domótica aplicada a la automatización de hogar se establecen mejoras en cuanto a la seguridad, comodidad y al ahorro energético, aspectos muy observados por los que ya gozaban de estos sistemas. Al llegar Internet a una gran velocidad provocó un avance favorable para este desarrollo.

Hoy por hoy, el número de casas/habitación con orientaciones domóticas aun es relativamente bajo respecto al total de viviendas; sin embargo, el interés en adoptarlo está creciendo paulatinamente (Huidobro, 2010).

En la figura 2 se muestra un ejemplo de una vivienda domótica.



Figura 2. Ejemplo de una vivienda domótica tomado de (Huidobro, 2010).

### ***2.1.1 Concepto de domótica***

La Domótica tiene sus orígenes a partir de 1998 y en la lengua francesa usando el término “domotique”, esta palabra, traducida al español es: domótica.

La domótica es originaria de la palabra latina “domus” (que quiere decir *casa*) y de la palabra francesa “informatique” (derivado de la palabra informática).

Regularmente la domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que dan algún grado de automatización o automatismo dentro de una casa/habitación.

La domótica abarca desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas que son capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de la casa.

La vivienda domótica es aquella que integra una serie de automatizaciones en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de aumento el confort del usuario, la seguridad, ahorro energético, facilidades de la de comunicación, y posibilidades de entretenimiento.

La domótica tiene como finalidad integrar todos los aparatos del hogar, para que todo funcione en armonía, con el máximo uso y con la mínima intervención del usuario. Se aplica la palabra “integración”, ya que estos aparatos deben satisfacerse en conjunto, si no sería difícil hablar de domótica, sino simplemente de la automatización de una determinada función.

A continuación se contempla un ejemplo sencillo. Supongamos que en la casa dejamos todas las persianas abiertas, además del toldo del jardín extendido y comienza a llover, estando nosotros en la oficina. Cuando la casa detecta estas anomalías, nos envía un SMS a nuestro teléfono celular. Durante un tiempo se esperará nuestra respuesta para saber qué hacer, pero si no hubiera respuesta, la casa tomaría la decisión que anteriormente hayamos configurado por defecto. Por ejemplo: recogería el toldo y bajaría todas las persianas, e incluso podríamos programar el sistema para que detuviera el riesgo automático en el jardín. (Huidobro, 2010).

## 2.2 Aplicaciones de la domótica

A continuación se mencionan las aplicaciones más comunes de la domótica, en cuanto a la Acción de los climas y consumo energético se tienen las siguientes aplicaciones:

- Programación del encendido y apagado de todo tipo de aparatos (calderas, aire acondicionado, toldos, luces, etc.), según las condiciones ambientales.
- Realización de contadores electrónicos que informan del consumo energético.

En cuanto al entretenimiento, confort y comunicaciones, se cuenta con:

- Conexión a Internet desde cualquier punto en cualquier momento y desde cualquier dispositivo.
- Juegos en red.
- Visión de canales de televisión y video bajo demanda de alta definición en cualquier cuarto o habitación y cualquier dispositivo.
- Videoconferencias desde usando la computadora o teléfono.
- Control de los dispositivos del hogar, desde un PC, por Internet, o desde un teléfono móvil.

### Seguridad

- Procedimientos de avisos en caso de intrusión (alarma técnica).
- Instalación de cámaras y micrófonos, con posibilidad de grabación en video.
- Control del acceso a la vivienda.

### Servicios comunitarios

- Control de la iluminación de las zonas comunes.
- Manejo de alarmas de seguridad y alarmas técnicas.
- Servicios web para la comunidad de propietarios.

- Registro de entradas y salidas del personal de servicio. (Huidobro, 2010).

## 2.3 Microcontroladores

En un micro-controlador existen varias fuentes de interrupción, principalmente internas y externas.

Las interrupciones internas se originan en los módulos de entrada y salida del micro-controlador, la memoria o la CPU.

Los microcontroladores generalmente tienen recursos para recibir y procesar las solicitudes de interrupción. Cada dispositivo que es fuente de una posible interrupción tiene asociados dos bits, que pueden estar en un mismo registro o en registros diferentes. El primer bit tiene una función informativa, es decir, un indicador que es activado por el dispositivo que solicita la interrupción. Este bit se puede consultar por programa si para atender al dispositivo se usa la técnica de consulta o espera. El otro bit tiene una función de control y se usa para permitir o impedir el paso de la solicitud de la interrupción por la fuente en cuestión. Se dispone además de un bit para el control global del sistema de interrupción, con este bit se permite o se impide el paso de cualquier interrupción hacia la CPU, lo cual equivale a habilitar o inhabilitar globalmente el sistema de interrupción (Valdés, 2007).

Los microcontroladores contienen varios bloques. Dentro de ellos existe, como elemento principal: la CPU, que se interconecta con sus periféricos para formar lo que se conoce como arquitectura interna. (Benchimol, 2011).

La arquitectura interna puede ser de dos tipos: Von Neumann y Harvard.

### ***2.3.1 Arquitectura Von Neumann***

Ha sido desarrollada en 1949 por el profesor John Von Neumann. Posteriormente fue puesta en marcha para el diseño de computadoras tales como la ENIAC (nombre de la primera computadora electrónica).

En esta arquitectura existe un bus de datos que funciona como enlace entre la CPU y la memoria de datos, es decir, el programa por el cual viajan datos e instrucciones.

Esta arquitectura fue muy útil en el diseño las primeras computadoras, pero, al incrementarse la cantidad de datos por procesador, la velocidad de procesamiento se redujo. La arquitectura se saturó de manera rápida ya que el bus de datos y el de las instrucciones debía compartirse, lo que generaba un cuello de botella. Entonces, se presentaron varios problemas en la arquitectura, como mencionamos a continuación.

1. El ancho del bus de datos de 8 bits y por tanto, se limitaba el ancho de las instrucciones, de tal manera que las instrucciones con más de 8 bits debían ser enviadas en varias partes y esto lo hacía un sistema lento.
2. Nunca se sabía cuanta memoria de programa se usaba, pues esto depende del ancho en bytes que tengan las instrucciones, lo cual es muy variable.

Esta arquitectura caducó a finales de los 80 y fue suplantada por los microcontroladores Harvard. (Benchimol, 2011).

### ***2.3.2 Arquitectura Harvard***

Especialmente desarrollada en 1970 para resolver los problemas de velocidad de procesamiento que presentaba la arquitectura Von Neumann. Esta arquitectura conectaba la CPU hacia su memoria mediante dos buses distintos: uno de datos y otro de instrucciones. De este modo. El ancho del bus de instrucciones no estaba limitado por el de datos pues eran diferentes, y el procesador podía recibir instrucciones por caminos diferentes, aprovechando el tiempo del ciclo de máquina.

El concepto y nombre de la arquitectura viene de la computadora MARK1, construida en la Universidad de Harvard en 1944.

La General Instruments en 1975, una compañía americana, formó una división especial dedicada al desarrollo de memorias y microprocesadores: GI Microelectronics. En la cual se tomó el concepto de la arquitectura de Harvard y lo materializó en su primer microcontrolador denominado PIC1650, así como introdujo mejoras en el concepto de la arquitectura, se colocó dentro del chip una pila de instrucciones de dos niveles. Esto dio la posibilidad de buscar y ejecutar una instrucción en el mismo ciclo de máquina a esta arquitectura se le denominó arquitectura Harvard modificada.

Con la mejora de emplear dos buses de acceso, uno para datos y otro para programa, la arquitectura Harvard optimizó el funcionamiento pero a costa de duplicar la cantidad de memorias ya que no era posible guardar constantes con el programa. La versión modificada introduce un acceso a la memoria de programa de datos, de esta manera se resolvió este inconveniente, como en C, que se deben incluir directivas para elegir área de acceso a la memoria. (Benchimol, 2011).

## 2.4 Arquitecturas CISC y arquitecturas RISC.

El concepto de RISC (Reduced Instruction Set Computer) fue investigado originalmente en IBM en los años 70 y en las Universidades de Berkely y Stanfor durante los años 80. RISC en español se traduce como Computador de Conjunto de Instrucciones Reducido.

Entre los años 50 a 80 un aspecto clave en los ordenadores fue el diseño de las memorias. Estas eran demasiado caras y muy lentas comparado a la velocidad de proceso de los datos en la CPU. Esto dio como resultado el diseño de un conjunto de instrucciones cada vez más potente para aprovechar más cada lectura de una instrucción, lo que se denomina Computador de Conjunto de Instrucciones Complejo o CISC (Complex Instruction Set Computer). (Orduñas Huertas & Arnau Llombart, 1996).

## 2.5 Bluetooth

El sobrenombre Bluetooth de la tecnología que presentamos en este apartado proviene de un nombre tomado de un Rey Danés del siglo X, llamado Harald Blátand (Bluetooth), personaje que fue famoso por sus habilidades comunicativas y por haber logrado el comienzo de la cristianización en su cerrada sociedad vikinga. (Huidobro, 2005).

La tecnología Bluetooth define un estándar de comunicaciones inalámbricas de corto alcance mediante señales de radiofrecuencia que permite la transmisión de datos y voz. El desarrollo de esta tecnología parte de los laboratorios de Ericsson Mobile Communications, que en 1994 desarrollaron una tecnología que realizara la conexión mediante un interfaz radio, de consumo, coste y tamaño reducido, de los teléfonos móviles con sus accesorios. Se pensó que esta tecnología podía usarse para prescindir que los cables se interconectarán de forma transparente y amigable con usuarios y dispositivos como impresoras, teclados, ordenadores, teléfonos móviles, etc.

En la figura 3; Se muestra un conjunto de aplicaciones posibles mediante la tecnología Bluetooth. Básicamente se trata de la sustitución de los cables por un enlace radio creado mediante Bluetooth. Mediante esta tecnología se puede acceder desde una computadora, una cámara fotográfica digital o cualquier otro dispositivo electrónico a otro dispositivo Bluetooth situado en un teléfono móvil como punto de acceso a la red GSM/GPRS o UMTS. (Sallent et. al, 2003).



Figura 3. Aplicaciones de Bluetooth obtenido de (Sallent et. al, 2003)

## 2.5.1 Redes Bluetooth

Con respecto a las redes de Bluetooth existen dos tipos: 1) punto a punto o 2) punto a multipunto.

Los dispositivos se comunican en redes denominadas: piconets. Las piconets tienen posibilidad de crecer hasta 8 conexiones punto a punto. Además, se puede extender la red mediante la formación de: *scatternets*. Una *scatternet* es la red producida cuando dos dispositivos pertenecientes a dos piconets diferentes se conectan como se muestra en la figura 4.

En una piconet, un dispositivo debe actuar como master, enviando la información del reloj (para poder sincronizarse) y la información de los saltos de frecuencia. El resto de los dispositivos actúan como esclavos o *slaves*. En la figura 5 se muestra una estructura de piconet creada entre diversos dispositivos Bluetooth. (Huidobro, 2005).

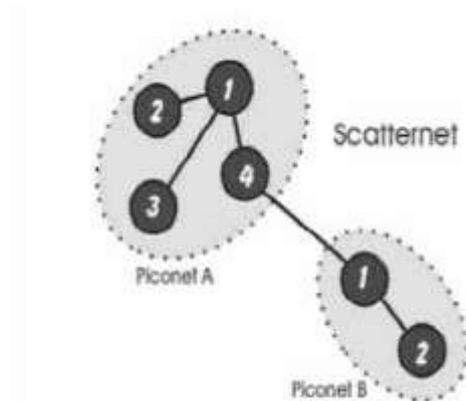


Figura 4. Topología de las redes Bluetooth (Huidobro, 2005)

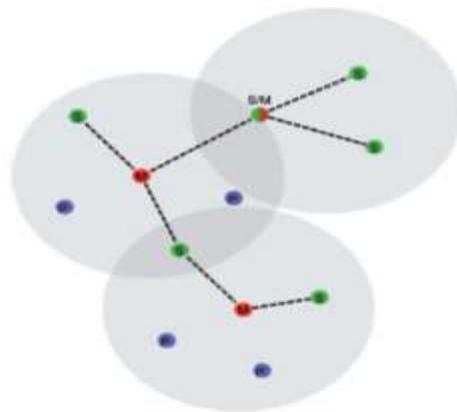


Figura 5. Estructura de una Piconet creada entre diversos dispositivos Bluetooth. (Pérez, 2014)

## 2.5.2 Transmisión

Bluetooth está diseñada para usar acuses de recibos (*acknowledgement*) y saltos de frecuencia (*frequency hopping*), lo cual crea conexiones robustas. Esto está basado en paquetes, y saltarán a una nueva frecuencia después de que cada paquete es recibido, lo cual no sólo ayuda a los problemas de interferencia, sino que añade seguridad. La tasa de datos es 1 Mbit/s, incluyendo el encabezado. Una transmisión “*full dúplex*” (ambas direcciones al mismo tiempo) se realiza por multiplexación por división en el tiempo.

Como se especificó previamente, la transmisión de datos se puede realizar de manera síncrona o asíncrona. El método Síncrono Orientado a Conexión

(SCO) se emplea principalmente para voz, y el Asíncrono No Orientado a Conexión (ACL) se utiliza para transmitir datos. Dentro de una “piconet” cada par maestro-esclavo o master-slave en inglés pueden usar un nodo de transmisión diferente, y los modos pueden regularmente ser. (Huidobro, 2005).

### ***2.5.3 Aplicaciones***

Algunas de las aplicaciones que se pueden dar a los dispositivos Bluetooth han sido mencionadas en la especificación del estándar. Entre otras destacan las siguientes:

- **El teléfono 3- en-1.** En la cual se ofrece la posibilidad de usar un solo teléfono no importando dónde se encuentre. Puede funcionar como el teléfono de casa si el dispositivo está en el rango de las bases Bluetooth ubicadas en el domicilio, o puede usarse como teléfono móvil si no se encuentra cerca de las bases de la casa y también puede ser usado como medio de acceso a los contactos (personas de una agenda), números de teléfono, email, etc.
- **Conexión a Internet.** El dispositivo Bluetooth también puede conectarse a cualquier medio que esté conectado a Internet y que a la vez posea una interfaz Bluetooth, para así mantenerlo siempre conectado, ya sea a través del teléfono móvil, de la conexión conmutada RTC o ADSL o a través de una red cableada a Internet.
- **Dispositivo manos libres.** Regularmente el uso de este dispositivo permite acceder a la información de los contactos de una agenda, enviar correo electrónico y realizar llamadas sin utilizar las manos. Esta funcionalidad está controlada usando la voz.

- **Laptop como teléfono.** Se tiene la posibilidad de utilizar la computadora tipo laptop para realizar llamadas de voz tal como se haría con un teléfono todo gracias al Bluetooth.
- **Sincronización automática.** Constantemente, todos los dispositivos Bluetooth mantienen sincronizada la información, de manera que si se modifica alguna información en la laptop, y la misma estaba también almacenada en la PDA o en el teléfono móvil, el cambio se refleje allí también.
- **Escritorio inalámbrico,** en el afán de hacerlo mayormente conectable, Bluetooth puede eliminar todos los cables (excepto los de energía) que suelen invadir las mesas de trabajo y escritorios, tanto en los hogares como en las oficinas. (Huidobro, 2005).

Concluyendo se tiene que el Bluetooth es un sistema de comunicación por radiofrecuencia desarrollado por Ericsson que permite la transmisión e intercambio de datos entre aparatos móviles tales como PDAPC, teléfono, etc. (Domínguez, 2012).

#### ***2.5.4 Características del sistema Bluetooth***

La característica principal del sistema es la existencia de “picorred”, de hasta ocho dispositivos activos, de los cuales uno asume la función maestro. El dispositivo que ejerce como maestro es el que establece la comunicación, el resto de dispositivos se sincronizan con él, y solo el destinatario que ha recibido un paquete de datos del maestro puede transmitir una respuesta. Cada unidad activa puede recibir a su vez datos de otros dispositivos no activos, denominadas “picolículas”. La protección de la transmisión de datos se garantiza mediante una contraseña secreta de reconocimiento mutuo entre los

diferentes dispositivos. En la figura 6 podemos observar el sistema Bluetooth descrito. (Domínguez, 2012).



Figura 6. Sistema Bluetooth

### ***2.5.5 Ventajas del sistema Bluetooth***

- Para que dos dispositivos con tecnología Bluetooth se comuniquen es importante la adopción de una contraseña o PIN mutuo. Posteriormente se establece la comunicación de forma automática y sin dificultad.
- Con una frecuencia de 2,45 GHz (frecuencia libre a nivel mundial), el alcance normal para la comunicación entre dispositivos es de hasta 10 metros. El corto alcance constituye en sí un sistema adicional de seguridad.
- Los módulos Bluetooth, son pequeños y compactos, con tan solo 2 o 3 cm<sup>2</sup>, e integran la etapa de control, la etapa de radiofrecuencia y la antena. (Domínguez, 2012).

## 2.6 Descripción y funcionamiento de los componentes

A continuación se describe el funcionamiento de cada componente del sistema Bluetooth.

### ***2.6.1 Módulo de control***

Principalmente permite la transmisión de la voz usando señales digitales, para lo cual, realiza una división de los datos en pequeños paquetes de casi 625  $\mu$ s. Realiza una suma de verificación del bits para asegurar la integridad de los paquetes y si detecta fallos en uno de los paquetes de datos, repite automáticamente su transmisión. (Domínguez, 2012)

### ***2.6.2 Módulo de radiocomunicación***

Este módulo, ha sido creado siguiendo un principio aleatorio denominado "Frequency hopping", posterior a cada transmisión de un paquete de datos, se realiza la modificación de la frecuencia de transmisión y recepción 1.600 veces por segundo. (Domínguez, 2012).

### 2.6.3 Módulo HC-05

El modulo Bluetooth HC-05 es un módulo con la arquitectura maestro-esclavo, quiere decir, además de recibir conexiones desde una PC o Tablet, es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos Bluetooth.

#### Características

- Modo maestro y modo esclavo.
- No tiene la función de recordar la función de recordar (memoria) el último dispositivo esclavo emparejado.
- Pairing: el dispositivo maestro no solo puede emparejarse con la dirección Bluetooth especificada, como teléfono móvil, adaptador de ordenador, dispositivo esclavo, sino que también puede hacer pareja con el dispositivo esclavo automáticamente.
- Comunicación de Multi-dispositivos: la comunicación para los módulos solo es punto a punto, pero el adaptador se puede comunicar con múltiples módulos.
- Durante el proceso de comunicación, el módulo puede entrar en modo AT estableciendo el PIN34a alto nivel. Al liberar el PIN34, el módulo puede volver al modo de comunicación en el que el usuario puede consultar alguna información dinámicamente.
- *Velocidad de comunicación por defecto*: 9600 baudios (4800 – 1,3 Mbaudios ajustable)
- *KEY*: PIN34, para configurarlo en modo AT.
- Consumo: durante el pairing. La corriente fluctúa entre 30 mA y 40mA. La corriente media es de 25 mA, pero después del pairing, sin tener en cuenta si se ha procesado o no, la corriente es de 8 mA.
- *Reset*: PIN 11, activo si la entrada es de bajo nivel. Se puede suspender en el uso.

## 2.6.4 Módulo HC-06

Es un módulo esclavo, es decir, preparado para escuchar peticiones de conexión.

### Características

- Modulo esclavo
- Tiene la función de recordar el último dispositivo esclavo emparejado. Solo hace el emparejamiento si el PIN 26 está en alto nivel.
- *Pairing*: es dispositivo maestro puede emparejarse con el dispositivo esclavo de forma automática.
- *Comunicación Multi-dispositivos*: la comunicación para los módulos solo es punto a punto, pero el adaptador se puede comunicar con múltiples módulos.
- Durante el proceso de comunicación, el módulo no puede entrar en modo AT.
- *Velocidad de comunicación por defecto*: 9600 baudios (1200 – 1,3 Mbaudios ajustable)
- *KEY*: para borrar el master de la memoria.

En la figura 7 se muestran los módulos Bluetooth HC-05 y HC-06 respectivamente.

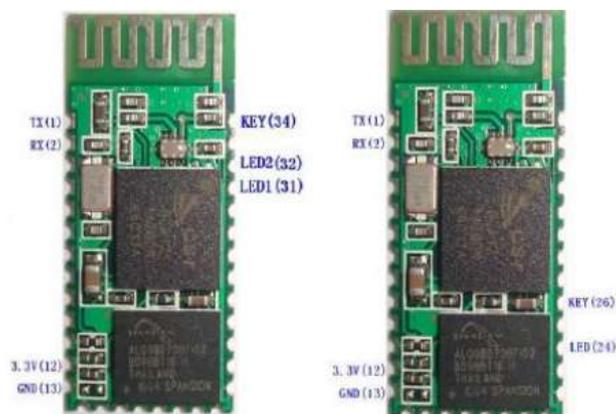


Figura 7. Módulo Bluetooth HC-05 y HC-06.

## 2.7 Comunicación serial

La comunicación realizada con el puerto serial es una comunicación asíncrona. Para la sincronización de una comunicación es importante que siempre de un bit adicional a través del cual el emisor y el receptor intercambian la señal del pulso.

### ***2.7.1 RS232 (Recommended Standard 232)***

Debido a la gran variedad de equipos, sistemas y protocolos existentes surgió la apremiante necesidad de realizar un acuerdo o convención que permitiera a los equipos de varios fabricantes comunicarse entre sí. La EIA (Electronics Industry Association) elaboró la norma RS-232, la cual define la interfaz mecánica, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la comunicación serial.

El RS232 es un protocolo de comunicación en serie orientado a caracteres, es decir, un protocolo donde toda la información es enviada por un solo canal bit a bit (un canal para enviar información y otro para recibirla), y donde lo que se envían son caracteres.

Este protocolo está diseñado para distancias cortas, más o menos de unos 15 metros y se puede trabajar de las dos maneras: es decir asíncrona o síncrona y con diferentes tipos de canal: simplex, halfduplex y fullduplex.

Una conexión RS232 está definida por un cable desde un dispositivo al otro. Existen 25 conexiones en la especificación completa pero en la mayoría de los casos se utilizan menos de la mitad. Los conectores más utilizados son los DB9 y los DB25.

La velocidad del puerto RS232 puede transmitir los datos a unas velocidades determinadas (normalmente entre 4800 y 115200 bps). (Guerrero, 2008).

## 2.7.2 SPI (*Serial Peripheral Interface*)

El SPI es un bus full duplex, síncrono y serial desarrollado por Motorola. También puede encontrarse con el nombre de *microwire*, propiedad de National SemiConductors.

Al ser un bus serial la cantidad de hilos resulta ser menos en comparación a los buses paralelos. Si bien, estos últimos son más rápidos, la eficiencia y simplicidad que en un bus serial puede ofrecer hace que esta diferencia de velocidad no sea muy tomado en cuenta.

El SPI es un bus que realiza la comunicación entre maestro y esclavo usando 4 tipos de hilos que contiene diferentes señales:

- MISO: esta línea es una de las dos líneas unidireccionales. A través de esta línea se realiza la transmisión de datos de forma unidireccional desde la salida del esclavo a la entrada del maestro.
- MOSI: a través de esta línea se realiza la transmisión de datos de forma unidireccional desde la salida del master a la entrada del esclavo.
- SCLK: es el reloj del bus con el que los dispositivos sincronizarán el flujo de datos a través de las líneas.
- CS o SS: en este protocolo es necesario utilizar una línea más llamada chip select (CS) o select slave (SS) de forma que si se está usando 3 dispositivos, el bus estará compuesto por 2 hilos de transmisión de datos, 1 reloj y 3 de CS. (Guerrero, 2008).

### ***2.7.3 Protocolo I2C***

El protocolo I2C facilita la comunicación entre distintos dispositivos, tales como: microcontroladores, memorias, monitores de computadoras, y muchos otros dispositivos.

El protocolo I2C utiliza un bus que requiere de dos señales: 1) Una de datos y 2) una de reloj (además de la tierra común). Este protocolo fue diseñado por la empresa Koninklijke Philips Electronics N.V. inicialmente con una tasa de transmisión de datos de 100Kbps, sin embargo actualmente ha crecido ya que se alcanzan tasas de hasta 3.4 Mbps.

SDA es la señal de los datos y SCL o SCK es la de reloj. Ambas son señales de colector abierto, por lo que es importante agregar resistencias de tipo pull-up que pueden tener valores entre 2K $\Omega$  y 50K $\Omega$  pero 10K $\Omega$  es su valor estándar.

El estado de reposo de ambas líneas en el bus I2C es el "1" lógico, de ahí el significado de las resistencias pull-up. El estándar I2C permite una comunicación bidireccional con los periféricos y además es posible crear entornos multi-maestros sin que entre ellos haya conflictos.

El protocolo I2C también permite tener conectados al bus dispositivos que funcionen con voltajes de alimentación distintos, siempre que el voltaje de SDA y SCL sean menor que todos los voltajes de polarización de los dispositivos conectados al bus I2C y que los niveles lógicos del bus (alto y bajo) puedan ser interpretados correctamente por cada uno de los dispositivos conectados. (Valdivieso, C. 2013).

## 2.8 Aplicaciones móviles

Regularmente las aplicaciones se llaman apps, derivado y contraído del idioma inglés. Estas se encuentran presentes en los teléfonos desde hace tiempo; de hecho actualmente ya están incluidas en los sistemas operativos de Nokia o BlackBerry. De hecho lo que llamamos *feature phones* son los móviles de hace ya algunos años que contaban con pantallas reducidas y muchas veces no táctiles, en contraposición a los *smartphones*, más actuales.

Es importante mencionar que una aplicación no deja de ser un software. Es decir, las aplicaciones son para los móviles lo que los programas son para los ordenadores de escritorio. La figura 8 muestra ejemplos de algunas aplicaciones, obtenida de (Cuello, 2013).



Figura 8. Aplicaciones móviles. (Cuello, 2013)

Actualmente encontramos aplicaciones de todo tipo, forma y color, pero en los primeros teléfonos, estaban enfocadas en mejorar la productividad personal: se trataba de alarmas, calendarios, calculadoras y clientes de correo.

Debido al ingreso de los teléfonos inteligentes como el iPhone al mercado, se generaron nuevos modelos de negocio que hicieron de las aplicaciones algo rentable, tanto para desarrolladores como para los mercados de aplicaciones, como App Store, Google Play y Windows Phone Store (Cuello, 2013).

## ***2.8.1 Tipos de aplicaciones según su desarrollo***

Existen varias formas de desarrollar una aplicación. Cada una de ellas tiene diferentes características y limitaciones, especialmente desde el punto de vista técnico. (Cuello, 2013).

### **2.8.1.1 Aplicaciones nativas**

Las aplicaciones nativas son aquellas que han sido desarrolladas con el software que ofrece cada sistema operativo a los programadores, llamado genéricamente *Software Development kit* o SDK. Así Android, iOS Y Windows Phone tienen uno diferente y las aplicaciones nativas se diseñan y programan específicamente para cada plataforma, en el lenguaje utilizado por el SDK.

Este tipo de aplicaciones se descarga e instala desde las tiendas de aplicaciones con ciertas excepciones en el caso de Android.

Las aplicaciones nativas se actualizan frecuentemente y en esos casos el usuario debe volver a descargarlas para obtener la última versión, que a veces corrige errores o añade mejores.

Una característica generalmente menospreciada de las apps nativas, es que pueden hacer uso de las notificaciones del sistema operativo para mostrar avisos importantes al usuario, aun cuando no se esté usando la aplicación, como los mensajes de whatsapp, de acuerdo al ejemplo mostrado en la figura 9.



**Figura 9.** Las aplicaciones nativas permiten aprovechar el sistema de notificaciones. (Cuello, 2013)

Estas aplicaciones no requieren de Internet para funcionar, por lo tanto ofrecen una experiencia de uso más fluida y están integradas al teléfono, hecho por el cual les permite utilizar todas las características del hardware del terminal, tales como: la cámara y los sensores (GPS, acelerómetro, giróscopo, entre otros). (Cuello, 2013).

### **2.8.1.2 Aplicaciones web**

La base de programación de las aplicaciones web también llamadas *webapps* de la contracción Web y apps, es el HTML, conjuntamente con JavaScript y CSS, son herramientas ya conocidas para los programadores web. En este no se emplea un SDK, lo cual permite programar de forma independiente al sistema operativo en el cual se usará la aplicación. Por eso, estas aplicaciones pueden ser fácilmente utilizadas en diferentes plataformas sin mayores inconvenientes y sin necesidad de desarrollar un código diferente para cada caso particular.

Como se ha mencionado anteriormente, las aplicaciones web no necesitan instalarse, ya que se visualizan usando el navegador del teléfono como si fuese un sitio web normal. Por esta misma razón, no se distribuyen en una tienda de aplicaciones, sino que se comercializan y promocionan de forma independiente.

Por la razón de tratarse de aplicaciones que funcionan sobre la web, no es requerido que se reciban actualizaciones, porque se trabaja con la última versión. Pero, a diferencia de las apps nativas, requieren de una conexión a Internet para funcionar correctamente. En la figura 10 se muestra un ejemplo.



**Figura 10.** Facebook cuenta tanto con una webapp como con una App nativa. (Cuello, 2013)

Adicionalmente, tienen algunas restricciones e inconvenientes en factores importantes tales como gestión de memoria y no permiten aprovechar al máximo la potencia de los diferentes componentes de hardware del teléfono. (Cuello, 2013).

### 2.8.1.3 Aplicaciones híbridas

Este tipo de aplicaciones es una especie de combinación entre las dos anteriores. La forma de desarrollarlas es parecida a la de una aplicación web usando HTML, CSS y Java Script, una vez que la aplicación está terminada, se compila o empaqueta de forma tal, que el resultado final es como si se tratara de una aplicación nativa.

Esto permite casi con un mismo código obtener diferentes aplicaciones, por ejemplo, para Android y iOS, y distribuir las en cada una de las tiendas. Por ejemplo Netflix, mostrado en la figura 11.



Figura 11. Netflix tiene una aplicación híbrida que se prácticamente igual en iOS y en Android. (Cuello, 2013)

Las aplicaciones híbridas, también tienen un diseño visual que no se identifica en gran medida con el sistema operativo. Sin embargo, hay formas de usar controles y botones nativos de cada plataforma para apegarse más a la estética propia de cada una. (Cuello, 2013).

## 2.8.2 Categorías de aplicaciones

Una forma de agrupar las aplicaciones es de acuerdo al tipo de contenido que ofrecen al usuario. La categoría a la que se pertenezca estará condicionada a nivel de diseño y el nivel de detalle de la interfaz.

Puede ser injusto etiquetar a las apps, porque difícilmente suelen pertenecer a una sola categoría. Incluso, muchas veces, pueden estar en más de una por igual, pero siendo algo rigurosos, las hemos dividido de la siguiente forma:

### 2.8.2.1 Aplicaciones de Entretenimiento

Es el lugar donde viven las apps de juegos y aquellas que de una forma u otra, proponen diversión para el usuario, gráficos, animaciones y efectos de sonido intentan que mantener la atención constante e ininterrumpida de lo que está sucediendo en la pantalla, véase la figura 12. (Cuello, 2013)



Figura 12. Angry Birds es uno de los juegos más populares. (Cuello, 2013)

### 2.8.2.2 Aplicaciones Sociales

Las aplicaciones sociales son aquellas que se orientan principalmente a la comunicación entre personas, construcción de redes de contactos e interacción entre usuarios. Es por todos conocido el caso de Facebook, pero también se encuentran otras como Twitter e Instagram. Estas aplicaciones suelen ser gratuitas y su modelo de negocio radica en la información personal que se obtiene de los usuarios o en las compras dentro de las aplicaciones app. (Cuello, 2013).

### 2.8.2.3 Aplicaciones Utilitarias y productividad

Más asociadas con el sector empresarial, las aplicaciones utilitarias proporcionan herramientas para solucionar problemas bastante específicos y se basan en la ejecución de tareas concretas, cortas y rápidas. En este caso se privilegia la eficacia sobre todo lo demás.

En este apartado comúnmente encontramos las listas de tareas (Clear y Flow) o aquellas apps orientadas a equipos de trabajo (Basecamp y Evernote), donde los usuarios dan más valor a aquellas herramientas que permitan simplificar sus tareas diarias.

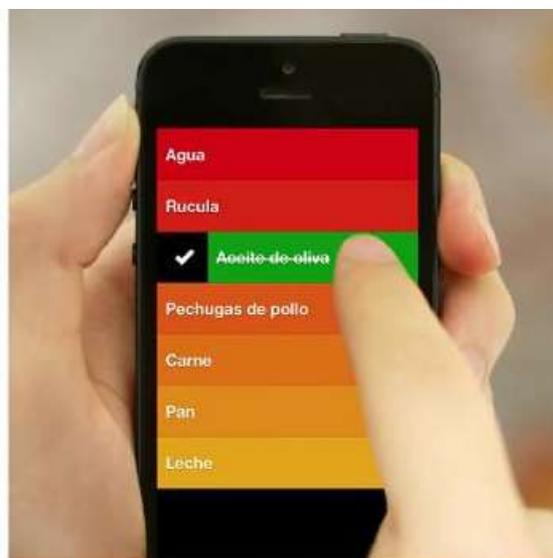


Figura 13. Clear revolucionó las apps de tareas con su estilo particular. (Cuello, 2013)

En esta categoría el modelo de negocio es variable. Si la aplicación se encuentra solo disponible para móvil, lo normal es que se pague por la descarga, como es el caso de Clear (figura 13). En cambio, las que están asociadas a un servicio en la nube por el cual ya se paga, como Basecamp, se descargan de forma gratuita. (Cuello, 2013).

#### 2.8.2.4 Aplicaciones Educativas e informativas

Las aplicaciones educativas e informativas se usan como transmisores de conocimiento y noticias. En estas apps se privilegia el acceso al contenido, por este motivo son fundamentales, la legibilidad, facilidad de navegación y herramientas de búsqueda.



**Figura 14.** Articles es una buena alternativa a la app de Wikipedia, aunque es de pago. (Cuello, 2013)

Algunas de ellas, como Articles (figura 14), se pagan; mientras que otras, como Wikipedia, son gratuitas. (Cuello, 2013).

### 2.8.2.5 Aplicaciones de Creación

Estas aplicaciones ponen el foco en la creatividad del usuario y en ofrecer herramientas para potenciarla. Por ejemplo, aquellas que permiten editar videos, retocar fotografías, producir sonidos o escribir.

Aunque suelen ser de pago, algunas ofrecen versiones gratuitas – no tan completas- o añaden componentes extra que deben pagarse individualmente. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones es Paper que además de las herramientas básicas, también ofrece elementos de dibujo adicionales para comprar dentro de la misma app, véase la figura 15 (Cuello, 2013).



**Figura 15.** . Paper para iPad es una app de creación que se basa en la metáfora del bloc de dibujo. (Cuello, 2013)

## 2.9 Smartphone

Un Smartphone en español significa “teléfono inteligente”, y resulta ser una evolución del teléfono móvil tradicional que cuenta con ciertas características y prestaciones que lo acercan más a una computadora personal que aun teléfono tradicional. Es un dispositivo electrónico que hace las funciones de un teléfono móvil a la vez que incorpora características similares a una computadora portátil. Todos ellos soportan un cliente de correo electrónico con la funcionalidad completa de un organizador personal así como el acceso a internet. Una característica importante de todos los teléfonos inteligentes es que permiten la instalación de programas para aumentar sus posibilidades. Suelen ser programas ofimáticos, aunque también se puede instalar juegos, programas de comunicaciones, etcétera.

El aspecto que ofrecen dichos teléfonos inteligentes es el mostrado en la figura 16.



**Figura 16.** Smartphone Nokia (Martín Márquez, Oliva Haba, & Manjavacas Zarco, 2010).

Las características principales de dichos teléfonos inteligentes son: disponer de una pantalla táctil para introducir información además de un teclado alfanumérico QWERTY, pudiendo estar visible u oculto, un slot de memoria para almacenamiento de información, conectividad Bluetooth y/o Wi-Fi.

En cuanto a su hardware podemos destacar las siguientes características:

- **Procesador.** La velocidad del procesador no hace falta que sea elevada si se va a realizar llamadas telefónicas o a trabajar con aplicaciones ofimáticas como agendas, leer correo, etcétera. En este caso, con un procesador a 528MHz nos es suficiente hoy día. En caso de que necesitemos más potencia, podemos optar por los nuevos procesadores de dos o cuatro núcleos con velocidades de alrededor de 1,2 GHz que están saliendo al mercado para este tipo de teléfono-computadora.
- **Memoria.** Dichos teléfonos computadoras disponen de dos tipos de memoria, una RAM para la ejecución de programas con una capacidad aproximada de 2 GB, y una segunda de almacenamiento masivo de tipo flash que es donde almacena el sistema operativo, las aplicaciones y los datos, no volátil de entre 8 y 64 GB.
- **Pantalla.** Son pantallas táctiles en un tamaño entre 2.5 “y 6” ocupando el 80% del teléfono-computadora, y alcanza resoluciones desde 320 x 240 hasta 1 280 x 768 pixeles.
- **Conectividad.** Nos ofrecen todo tipo de conectividad inalámbrica, desde la conexión 4G para comunicaciones telefónicas y datos, a la conexión vía Bluetooth y Wi-Fi. También disponen de conexión por cable al ordenador a través de un puerto USB, que entre otras funciones nos sirve para sincronizar el smartphone con la computadora.
- **Sistema operativo.** Los sistemas operativos más utilizados para este tipo de teléfono-ordenador son Android, iOS, Windows Phone, Symbian OS, RIM BlackBerry, Linux y Palm OS.
- **Aplicaciones.** El software que suele tener un smartphone incluye por lo general un calendario, una agenda de contactos y algún programa para

agregar notas. También incorporan soporte para navegar por Internet y para revisar el correo electrónico, e incluso aplicaciones ofimáticas para exponer presentaciones, procesador de texto y hoja de cálculo, así como un reproductor multimedia. (Martín Márquez, Oliva Haba, & Manjavacas Zarco, 2010).

## 2.10 Dispositivo móvil

Un dispositivo móvil es un procesador con memoria que tiene muchas formas de entrada (teclado, pantalla, botones, etc.), también formas de salida (texto, gráficas, pantalla, vibración, audio, cable). Algunos dispositivos móviles ligados al aprendizaje son las laptops, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, asistentes personales digitales (*Personal Digital Assistant, PDA*, por sus siglas en inglés), reproductores de audio portátil. iPods, relojes con conexión, plataformas de juegos etc.; conectados a Internet o no necesariamente conectados (Montoya, 2009).

### 2.10.1 Tipos de dispositivos móviles

- Dispositivo Móvil de Datos Limitados (Limited Data Mobile Device): Se caracteriza por tener una pantalla pequeña de tipo texto. Ofrecen servicios de datos generalmente de datos limitados a SMS y acceso WAP.
- Dispositivo Móvil de Datos Básicos (Basic Data Mobile Device): Se caracteriza por tener una pantalla de mediano tamaño, menú o navegación ofrece acceso a e-mails, navegador WEB básico, un ejemplo de este tipo de dispositivos son los teléfonos inteligentes (Smartphone).
- Dispositivo Móvil de Datos Mejorados (Enhanced Data Mobile Device): Se caracterizan por tener pantallas de medidas grandes, navegación de tipo stylus que ofrecen aplicaciones nativas como aplicaciones de Microsoft Office Mobile y aplicaciones corporativas usuales, en versión móvil, como Sap, portales intranet, etcétera. Este tipo de dispositivos incluyen los S.O como Windows Mobile. (Tardáguila, 2009).

## 2.11 Sensores

Los sensores imitan la capacidad de percepción de los seres humanos, por ello es cada vez más usual encontrarlos incorporados a cualquier área tecnológica. Debido a esta característica de imitar la percepción humana, podemos encontrar sensores relacionados con los diferentes sentidos: vista, oído, tacto, es decir, que reaccionan a la luz, el sonido, el contacto, etc. De igual manera que el cerebro reacciona a la información que recibe de los sentidos, los dispositivos que incorporan sensores reaccionarán a la información que reciben de ellos. Los sensores son por tanto dispositivos electrónicos que permiten interactuar con el entorno, de forma que proporcionan información de ciertas variables para poder procesarlas y así generar órdenes o activar procesos. (Serna, 2010).

### *2.11.1 Clasificación de los sensores*

En este apartado se citan algunos tipos de sensores:

#### **2.11.1.1 Atendiendo a su funcionamiento**

- **Sensores Activos:** este tipo de sensores requieren de una fuente externa de energía de la que recibir alimentación de corriente para su funcionamiento.
- **Sensores Pasivos:** no requieren de una fuente de energía externa, sino que las propias condiciones medioambientales son suficientes para que funcionen según su cometido.

En la figura 17 se observa una breve imagen de esta clasificación.

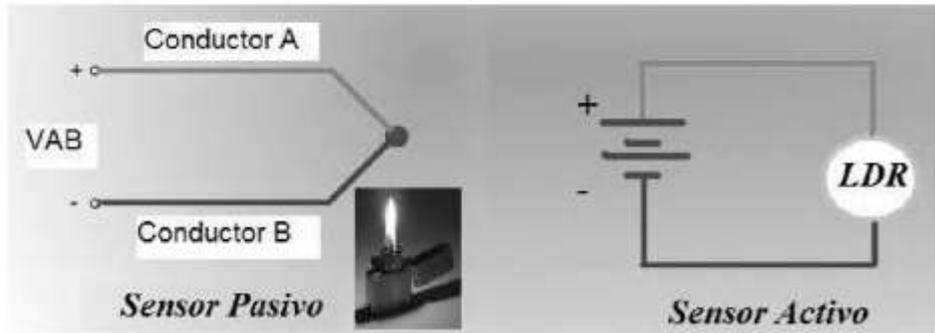


Figura 17. Clasificación de los sensores de acuerdo a su funcionamiento (Serna, 2010)

### 2.11.1.2 Atendiendo a las señales que proporcionan

- **Analógicos:** proporcionan la información mediante una señal analógica (tensión, corriente), es decir, que pueden tomar infinidad de valores entre un mínimo y un máximo.
- **Digitales:** proporcionan la información mediante una señal digital que puede ser "0" o u "1" lógicos, o bien un código de bits.

La figura 18 representa dicha clasificación.

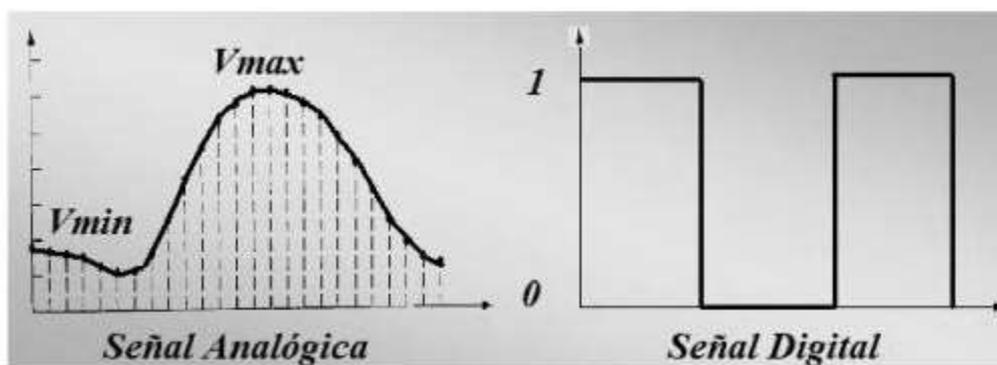


Figura 18. Clasificación de acuerdo a las señales que proporciona. (Serna, 2010)

### 2.11.1.3 Atendiendo a la naturaleza de su funcionamiento

- **Posición:** son aquellos que experimentan variaciones en función de la posición que ocupan en cada instante los elementos que lo componen.
- **Fotoeléctricos:** son aquellos que experimentan variaciones en función de la luz que incide sobre los mismos.
- **Magnéticos:** son aquellos que experimentan variaciones en función del campo magnético que les atraviesa.
- **Temperatura:** son aquellos que experimentan variaciones en función de la temperatura del lugar donde están ubicados.
- **Humedad:** son aquellos que experimentan variaciones en función del nivel de humedad existente en el medio en que se encuentran.
- **Presión:** son aquellos que experimentan variaciones en función de la presión a que son sometidos.
- **Movimiento:** son aquellos que experimentan variaciones en función de los movimientos a que son sometidos.
- **Químicos:** son aquellos que experimentan variaciones en función de los agentes químicos externos que pudieran incidir sobre ellos. (Serna, 2010).

La figura 19 nos muestra algunos ejemplos de estos sensores.

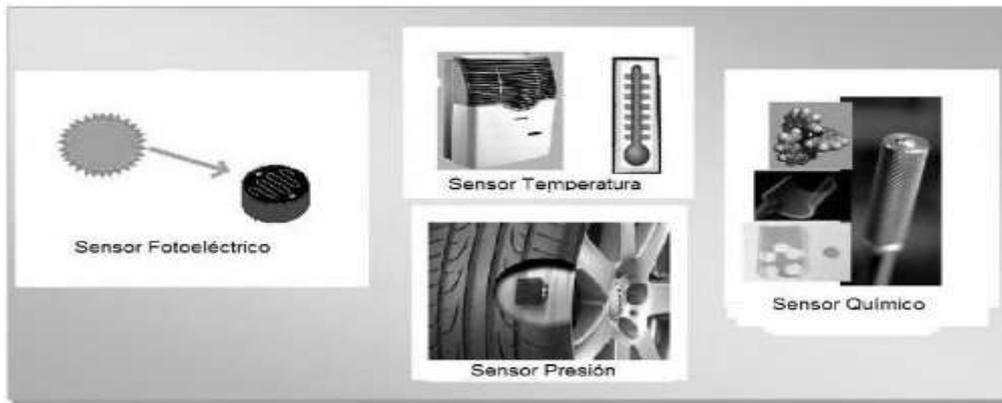


Figura 19. Clasificación de acuerdo a la naturaleza de su funcionamiento. (Serna, 2010)

#### 2.11.1.4 Atendiendo a los elementos utilizados en su fabricación

- **Mecánicos:** son aquellos que utilizan contactos mecánicos que se abren o cierran.
- **Resistivos:** son aquellos que utilizan en su fabricación elementos resistivos.
- **Capacitivos:** son aquellos que utilizan en su fabricación condensadores.
- **Inductivos:** son aquellos que utilizan en su fabricación bobinas.
- **Piezoeléctricos:** son aquellos que utilizan en su fabricación cristales como el cuarzo.
- **Semiconductores:** son aquellos que utilizan en su fabricación semiconductores. (Serna, 2010)

La figura 20 nos muestra algunos de estos sensores.

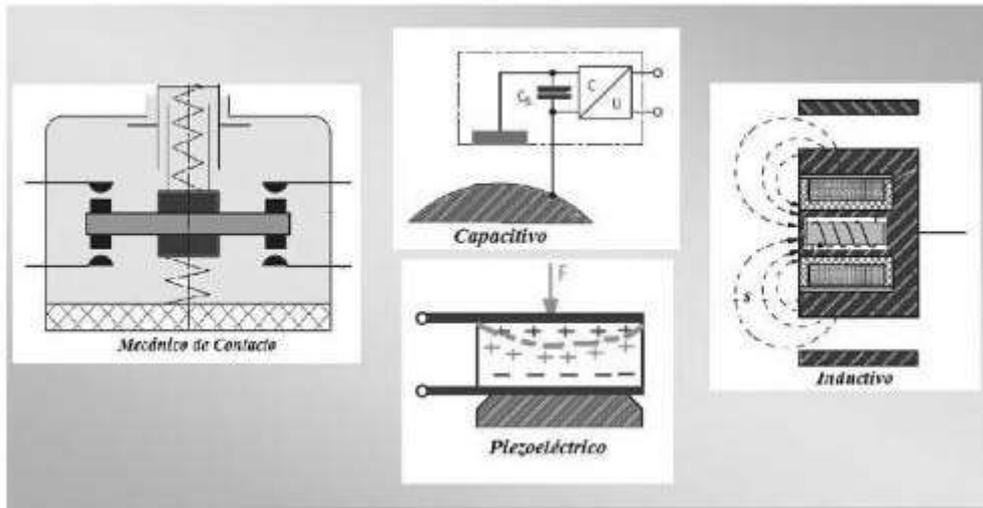


Figura 20. Clasificación de acuerdo a los elementos utilizados en su fabricación. (Serna, 2010)

## 2.11.2 Características de los sensores

Al momento de elegir un sensor para una aplicación concreta, es necesario tener en cuenta determinados aspectos para obtener el mejor rendimiento dentro de dicha aplicación:

- Rapidez en la respuesta.
- Situación donde van a ser utilizados.
- Radio de acción.
- Fiabilidad en el funcionamiento.
- Tensiones de alimentación.
- Consumo de corriente.
- Márgenes de temperatura de funcionamiento.
- Posibles interferencias por agentes externos.
- Relación calidad/precio.

Pero también es necesario conocer a veces determinadas características técnicas que nos dan mucha información sobre la calidad del sensor:

Resolución: es la mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

Sensibilidad: es la relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.

Error: es la desviación de la medida proporcionada por el sensor respecto de la real.

Precisión: es el error de medida máximo esperado.

Repetitividad: es el error esperado al recibir varias veces la misma medida. (Serna, 2010).

## 2.12 Trabajos relacionados

Como lo menciona (Álvarez, 2013), El sensor PING detecta objetos mediante la emisión de una ráfaga ultrasónica y luego escucha el eco del retorno bajo el control de un microcontrolador, el cual debe enviar un pulso corto de disparo, el sensor emite una corta ráfaga ultrasónica a una frecuencia de 40 KHz. La ráfaga viaja a través de aire, choca con un objeto y luego rebota hacia el sensor. El sensor PING provee un pulso de salida al microcontrolador, que inicia cuando la ráfaga es enviada y termina cuando el eco es detectado, de ahí que la longitud del pulso corresponda con la distancia al objeto. Tal como se muestra en la figura 21.

En nuestro proyecto se medirá la distancia con un sensor HC-SR04 el cual nos proyectara la cantidad de agua de un tanque que se enviará a un Smartphone por medio de una aplicación móvil.

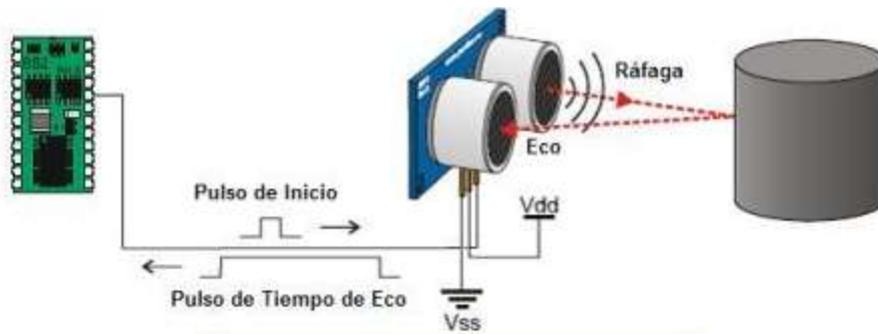


Figura 21. Funcionamiento del sensor ultrasónico de distancia PING (Álvarez, 2013).

Menciona (Huerta et. al, 2010) un Sistema inteligente para medir volumen de líquidos utilizando sensores de ultrasonido, el objetivo del presente artículo es explicar la tecnología de vanguardia para calcular volúmenes, utilizando sensores ultrasonidos, que pueden determinar el diferencial del volumen de agua en un recipiente, esto se logra mediante la programación de componentes electrónicos, el sensor ultrasonido está montado sobre un pequeño circuito que registra la altura del recipiente con respecto al agua, se calculará mediante un programa elaborado en Visual Basic el volumen de agua contenido en el tronco de cono.

Para ello debe de existir una conexión entre el sensor y la computadora, enviando la información a la computadora a través del puerto serial.

Existe la alternativa de agregar y quitar volumen de agua, donde el programa captara el volumen inicial y final, donde con una simple resta nos mostrara el diferencial del volumen.

Este sistema puede variar el tipo de recipiente, es decir, se puede medir volúmenes de recipientes con agua, de forma rectangular piramidal cuadrada, etc. Bastaría con modificar la codificación del cálculo de volumen del programa mostrador de volumen.

El sistema que se propone en este trabajo es similar debido a que calculará el nivel de agua de un contenedor utilizando un sensor ultrasónico conectado a un

puerto Bluetooth que medirá el nivel del agua y envía la información a un Smartphone por medio de una aplicación móvil que también diseñaremos.

En (Lozano et. al, 2009) los autores describen un sistema de lectura automática de medidores de consumo de agua con tecnología Bluetooth.

El sistema trata sobre la consecución de la medida de consumo de agua de un medidor digital industrial conectado a un sistema microprocesador que sea capaz de transmitir la lectura a una PDA con Bluetooth, se desarrolló en un programa en java para poder acceder de forma fácil a la información y con la mayor seguridad posible.

Debido a la caída de los precios de los sistemas inalámbricos y su mayor disponibilidad, además de las variadas y complejas herramientas que se encuentran en las agendas personales y celulares, ha sido posible aplicaciones de monitoreo, control, y toma de datos. Este sistema presenta los resultados del diseño e implementación de un medidor de consumo de agua usando tecnología inalámbrica Bluetooth con dispositivos personales como celulares.

Pan, o red de área personal, es una red que permite conectar celulares, computadores personales PDA's o cualquier dispositivo electrónico que regularmente opera una persona en su rutina diaria.

A diferencia del sistema anterior nosotros proponemos una aplicación móvil que permita monitorear el nivel de agua de un contenedor a través de un sensor ultrasónico que haga llegar la información vía Bluetooth a un dispositivo móvil.

Como (Gutiérrez, 2006), hace referencia a un Medidor ultrasónico de nivel de agua para estanques, en este trabajo se reporta el diseño y desempeño de un medidor de agua ultrasónico de 40 kHz, contenido en una unidad remota para registrar el tirante del agua en estanques acuícolas, con una resolución de 0.003 m y una variación del nivel de hasta 10 m. La velocidad del sonido está compensada con la medición de la temperatura del medio de propagación

mediante un sensor digital que utiliza el protocolo de comunicación 1-wire. La información se presenta en una pantalla de cristal líquido y es transmitida a una unidad local mediante el protocolo inalámbrica Bluetooth para su monitoreo en tiempo real, mediante una interfaz gráfica del usuario programada en Matlab a través de un puerto serial universal (USB).

El trabajo anterior trata sobre estanques grandes de uso para la acuicultura, a diferencia de lo que nosotros proponemos es solo para medir el nivel de agua de un tinaco en una vivienda, la información obtenida se mostrará en un Smartphone por vía Bluetooth.

(Navarro, 2004). El presente trabajo describe la técnica de medición de distancias con sensores de ultrasonido usados en robótica móvil, utilizando la técnica de Tiempo de Vuelo (Time of Flight); Presenta los resultados obtenidos por el módulo sensor de ultrasonido construido.

Esencialmente existen dos sistemas activos para la medición de proximidad o de distancias sin necesidad de contacto físico: los ópticos y los ultrasónicos. Los sistemas ópticos ofrecen mejor precisión debido a que la longitud de onda involucrada es más corta y debido a que presentan menor sensibilidad a condiciones ambientales como por ejemplo la presión y la temperatura. Por otra parte, las aplicaciones ultrasónicas basadas en la medición del tiempo de vuelo, son más simples y en consecuencia son menos costosas.

Lo que se mide en este trabajo de tesis es el nivel del agua de un tanque por medio de un sensor ultrasónico de distancia, que nos podrá mostrar el contenido del líquido en un tinaco, enviando la información a un dispositivo móvil por medio de Bluetooth.

# CAPÍTULO 3. Análisis detallado y Diseño del sistema

## 3.1 Caso de uso

En este apartado se utilizan los casos de uso como forma de acercar al lector las funcionalidades que la aplicación va a desempeñar frente al usuario. Sin embargo no se va a profundizar demasiado en las posibilidades que ofrece esta técnica, sino que se limita solamente en aspectos que son más ilustrativos y concisos para el lector y que ayuden a comprender mejor qué es lo que realiza la aplicación.

Los diagramas de caso de usos están compuestos por tres elementos:

- Casos de uso
- Actores
- Relaciones

A continuación, se introduce, describe y clasifica cada uno de los tres elementos anteriores.

El primer elemento que contiene un modelado de casos de uso es el mismo caso de uso (*use case*). Los casos de uso describen funciones básicas o simples del sistema desde la perspectiva de los usuarios externos y de manera que ellos puedan comprenderlo. Los casos de uso se representan en un diagrama a través de elipses. El nombre del caso de uso se sitúa dentro de la elipse o justo debajo de la elipse, véase la figura 22.

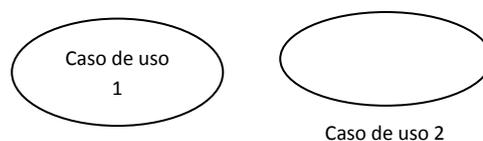


Figura 22. Símbolo de caso de uso (Alarcón, 2010)

Un caso de uso representa un objetivo sencillo de un sistema y describe una secuencia de actividades y de interacciones con el usuario para alcanzar el objetivo. Los casos de uso proporcionan una sólida base para el desarrollo de manuales y sistemas de ayuda para los usuarios, así como para la creación de documentación sobre el desarrollo del sistema (Alarcón, 2010).

Un actor es un elemento externo que interactúa con el sistema de información. Los actores son los encargados de iniciar los casos de uso que representan las actividades que el sistema de información debe realizar.

Un actor no equivale a un individuo o un sistema de información externo. Un actor representa un papel, mientras que un individuo o sistema externo puede representar uno o varios papeles al mismo tiempo.

Los actores se simbolizan gráficamente a través de un individuo de líneas en un diagrama de casos de uso. El papel o nombre del actor se escribe justamente debajo de la figura, tal como se muestra en la figura 23 (Alarcón, 2010).

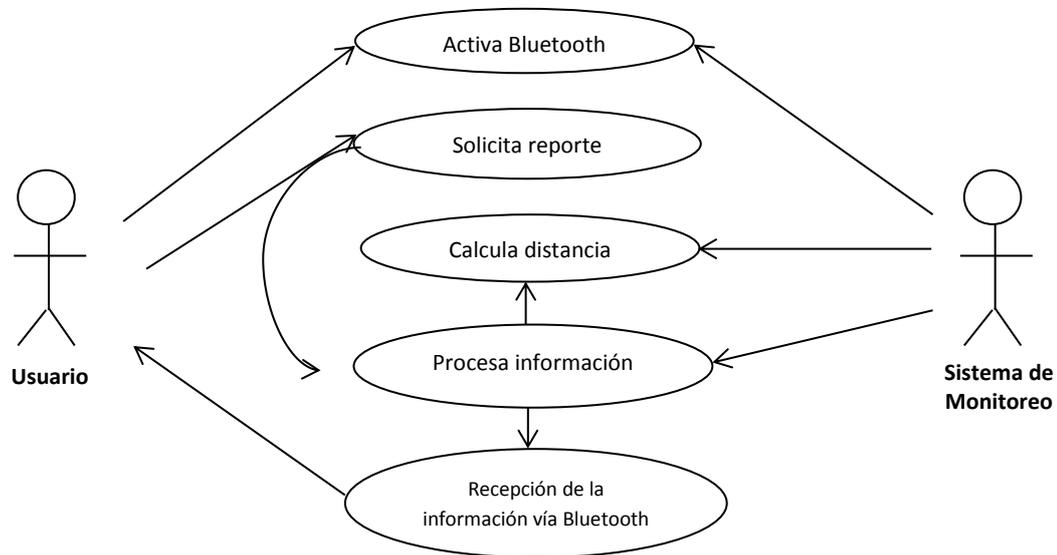


**Figura 23.** Símbolo de actor (Alarcón, 2010)

En un diagrama de casos de uso, los actores y los casos de uso se interconectan a través de diversos tipos de relaciones. Las relaciones se representan a través de líneas, y su significado depende del tipo de línea y los elementos que interconectan (Alarcón, 2010).

Existen cinco tipos de relaciones en los diagramas de casos de uso:

- Relaciones de asociación (o de conexión)
- Relaciones de extiende
- Relaciones de usa (o de incluye)
- Relaciones de depende
- Relaciones de herencia



**Figura 24.** Diagrama de Caso de uso de la aplicación en la cual todos los casos están asociados.

En el diagrama mostrado en la figura 24, el sistema (es decir la aplicación) esta representado mediante varios casos de uso y por dos actores, “usuario” y “sistema de monitoreo” que a la vez muestra que caso de uso realiza cada uno.

A continuación se ofrece una breve descripción del contenido de cada uno de los casos de uso mostrados en el diagrama.

## Usuario

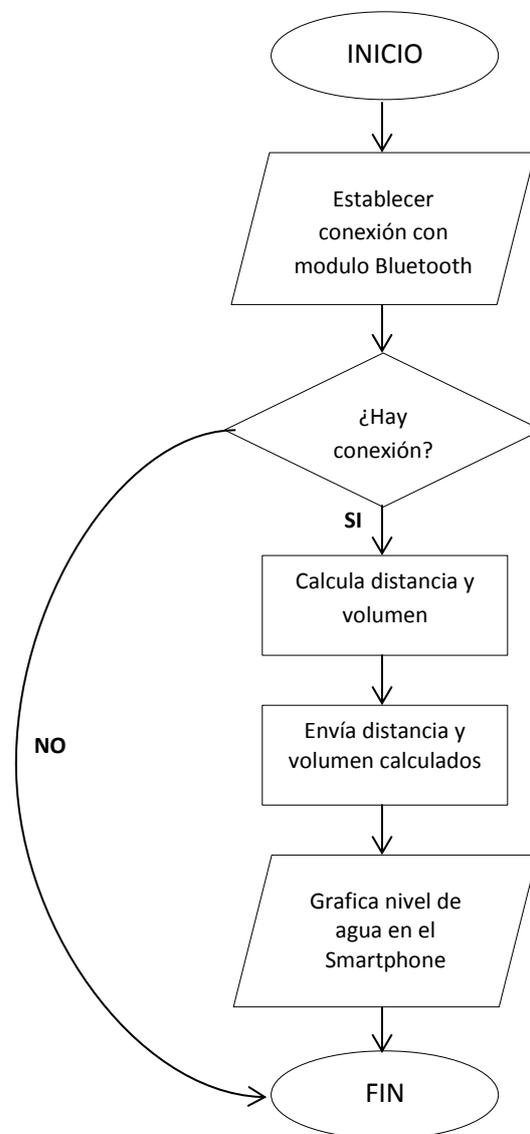
- **Activa Bluetooth:** activar el Bluetooth para comenzar la conexión entre el dispositivo móvil y el sistema de monitoreo del medidor de agua.
- **Solicita reporte:** el usuario desea conocer el contenido del agua de tinaco.
- **Recepción de la información:** el usuario recibe la información en el Smartphone.

## Sistema de Monitoreo

- **Activa Bluetooth:** para enviar la información al Smartphone.
- **Calcula distancia:** el sensor ultrasónico se activa y calcula la distancia.
- **Procesa información:** una vez que calcula la distancia se envía al usuario la información obtenida.

## 3.2 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo del sistema implementado se muestra en la figura 25, donde se describe los procesos necesarios para lograr la conexión entre los dispositivos (Bluetooth y Smartphone). Los símbolos empleados en el sistema, tienen tareas como la conexión de los módulos Bluetooth, el cálculo de la distancia, el volumen y la visualización de los resultados en el Smartphone.



**Figura 25.** Diagrama de flujo del sistema implementado.

# CAPÍTULO 4. Desarrollo e implementación

En este capítulo se explica la instalación del sistema con los materiales utilizados.

Por otra parte, hablaremos de los programas o aplicaciones que se utilizaron para el desarrollo y la implementación del sistema de monitoreo de agua. “Code Composer Studio”, “Energía” y “App Inventor”, los tres son fáciles de usar y están al alcance de todos ya que se pueden descargar de manera rápida y sencilla.

## 4.1 Implementación de sensor de distancia

La Serie C TM4C123G LaunchPad kit evaluation es una plataforma de evaluación. El diseño de la TM4C123G LaunchPad cuenta con una interfaz de dispositivo USB 2.0 y el módulo de hibernación.

El EK-TM4C123GXL también cuenta con botones programables por el usuario y un LED RGB para las aplicaciones personalizadas. (energía.nu)

### ***4.1.1 Descripción del sensor ultrasónico HC-SR04***

El HC-SR04 es un sensor ultrasónico que mide distancia a la cual se encuentra algún objeto, contando el tiempo que se demora una señal ultrasónica de 40 kHz del transmisor en rebotar sobre el objeto y retornar al receptor. Con base en este tiempo y considerando la velocidad del sonido en el aire puede obtenerse con mucha precisión la distancia. (Corona, 2014).

La descripción de los pines es la siguiente:

- VCC. Voltaje de alineación del sensor de 5 V.
- Trig. Señal de entrada que habilita una medición del sensor (disparo del ultrasonido).
- Echo. Señal de salida que emite un pulso en alto con una duración correspondiente al tiempo que le toma a la señal ultrasónica salir (Recepción del ultrasonido).
- GND. Ground

### 4.1.2 Como funciona

El principio en el que se basa su funcionamiento es muy sencillo, tan solo hay que generar una onda sónica en el emisor mediante un pulso en la patilla que pone “Trig” (trigger o disparador), esta onda al encontrarse con algún obstáculo rebotará, volviendo al sensor y siendo registrada por el receptor (figura 26), traduciéndose esta en la patilla “Echo”. (Corona, 2014).

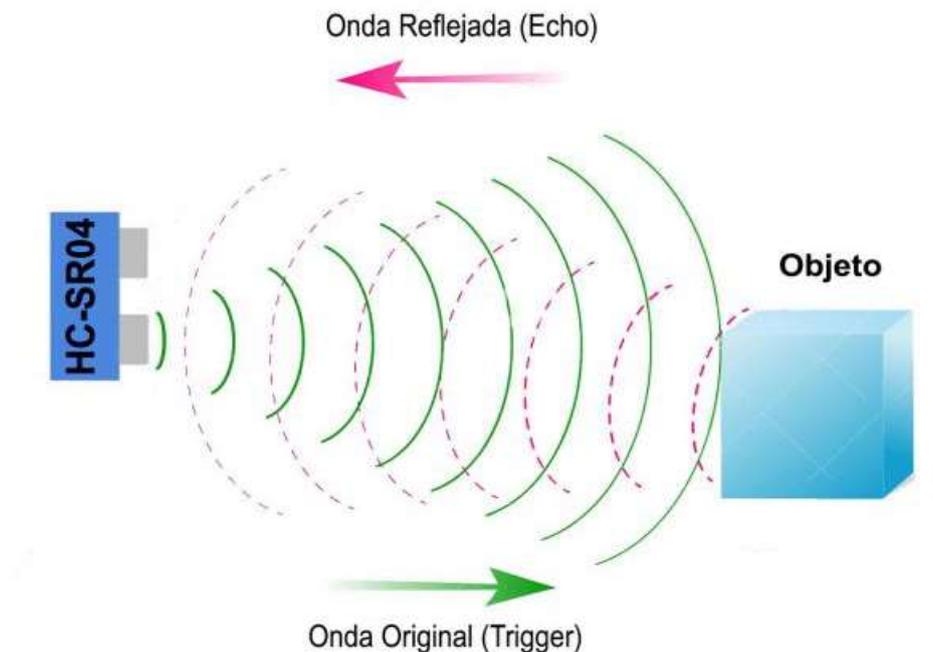


Figura 26. Funcionamiento del sensor HC-SR04

### 4.1.3 Construcción del circuito

Como ya mencionamos el sensor consta de cuatro pines: “VCC” que se conecta a la salida de 3V de la placa, “Trig” conectado al PIN digital de la placa encargado de enviar el pulso ultrasónico, “Echo” al PIN de entrada digital que recibirá el eco de dicho pulso y por ultimo “GND” que va conectado a tierra.

En la figura 27, se puede observar la conexión de la placa con el sensor ultrasónico.

- VCC ----- VBUS
- Trig ----- PD\_0
- Echo ---- PD\_1
- GND ---- GND

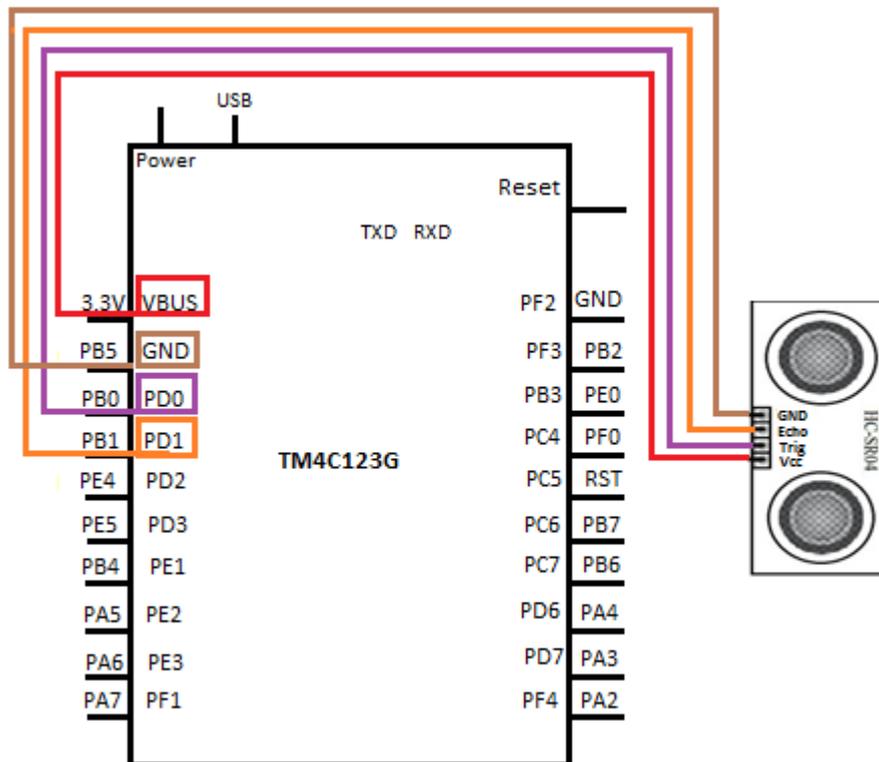


Figura 27. Conexión con el sensor HC-SR04

Debemos tomar en cuenta que el Bluetooth funciona como serial y se conecta en los puertos de RXD y TXD para recibir y transmitir respectivamente, conectándolos de la siguiente manera (figura 28):

- HC-05 GND --- GND
- HC-05 VCC --- 3V
- HC-05 TX --- RX
- HC-05 RX --- TX

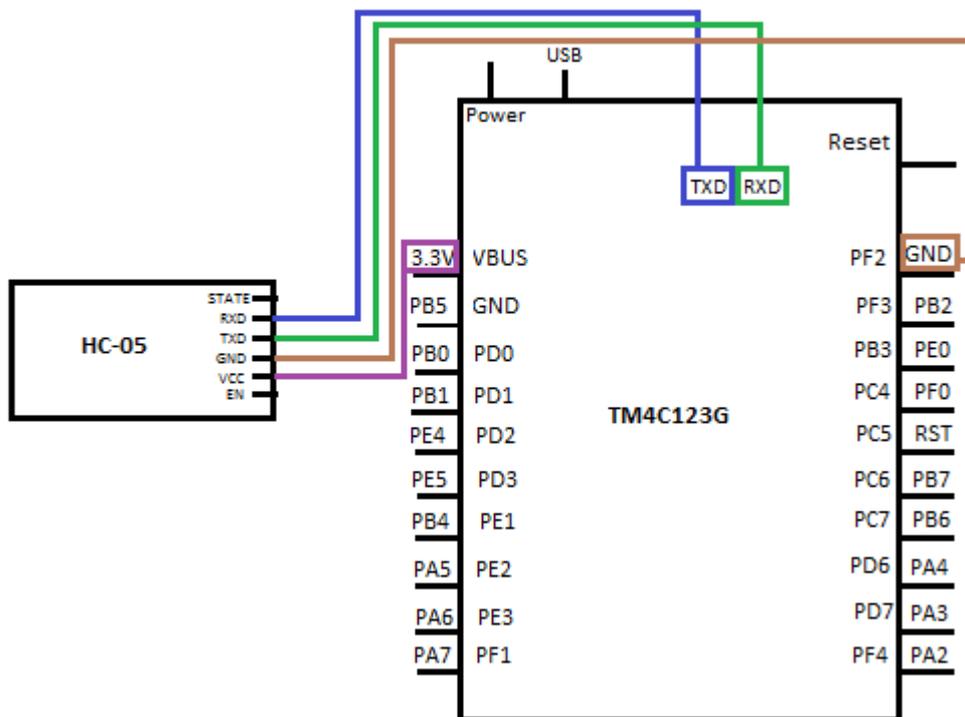


Figura 28. Conexión placa con Bluetooth

#### ***4.1.4 Descripción del programa***

El siguiente programa tiene las características que se citan a continuación:

- Envía un pulso en alto al PIN Trig, con lo que se inicia una medición del sensor.
- Espera hasta que los pulsos a 40 kHz sean emitidos y el pulso Echo se coloque en alto.
- Se espera hasta que la señal pulso regrese a estado bajo.
- Se calcula la distancia en centímetros.

## 4.2 Diseño de la aplicación

Para realizar el diseño de la App debemos enfocarnos en lo que deseamos que realice nuestra aplicación, y que el diseño sea amigable con el usuario.

En la figura 29. Se muestra la captura de pantalla de la aplicación que se realizó, con cada una de las funciones que realiza.

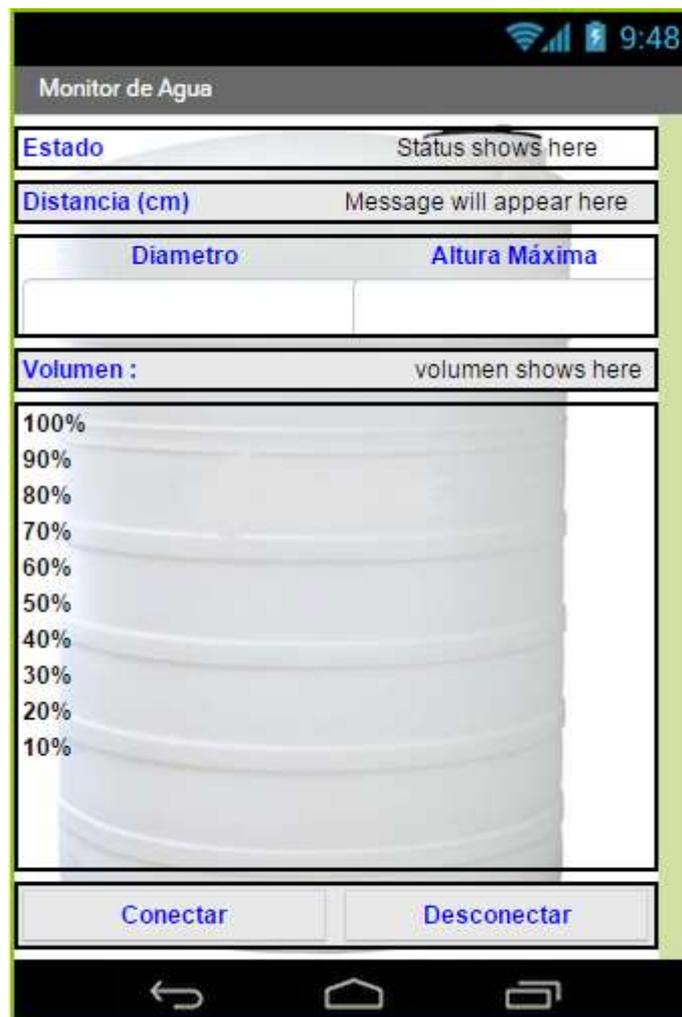


Figura 29. Diseño de la aplicación en App Inventor

## ***4.2.1 Descripción de los componentes***

### **Conectar**

Al pulsar este botón se despliegan los dispositivos Bluetooth con los que se puede vincular el dispositivo, sin embargo la opción para conectarnos al nuestro sistema siempre será HC-05.

### **Desconectar**

El botón desconectar, como su nombre lo indica, una vez que se realizó el monitoreo del agua se desconecta del sistema.

### **Estado**

Se refiere al estado de conexión del Bluetooth.

### **Distancia**

Nos indica en centímetros la distancia desde el nivel de agua hasta el sensor ultrasónico.

### **Diámetro**

En este cuadro de texto el usuario debe indicar el diámetro del contenedor que se desea monitorear.

### **Altura Máxima**

Al igual que el diámetro debe de introducirse la altura del contenedor ya que ingresando dichos datos, la App podrá calcular el volumen del nivel del agua.

## Volumen

Una vez que se ingresó el diámetro y la altura máxima por el usuario, se indicara el volumen del nivel de agua del contenedor.

### 4.2.2 Programa de la aplicación

A continuación se describen los componentes del código del programa.

#### When Screen1 Initialize

Nos indica que a partir de aquí inicia el sistema, utilizando el componente Bluetooth para que pueda conectarse o desconectarse según sea el caso, véase la figura 30.

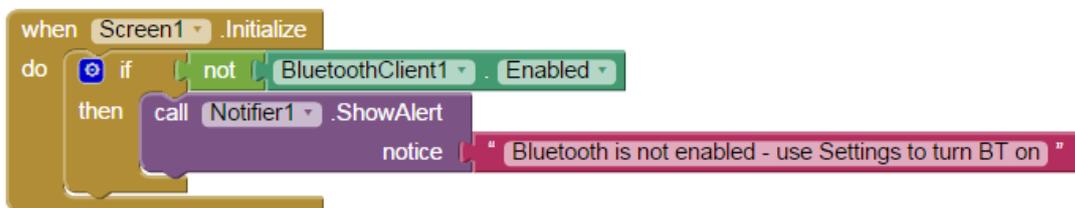


Figura 30. When Screen Initialize

#### When IpConnect BeforePicking

Despliega la lista de dispositivos Bluetooth para que el usuario pueda seleccionar la dirección del dispositivo con el que se desea vincular. Figura 31.

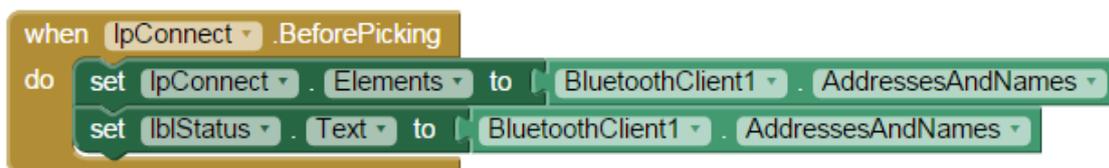


Figura 31. Componentes para la elección de Bluetooth

## When IpConnect After

El usuario selecciona el elemento de la lista. En este caso figura 32, el usuario podrá seleccionar el dispositivo Bluetooth para vincularse,

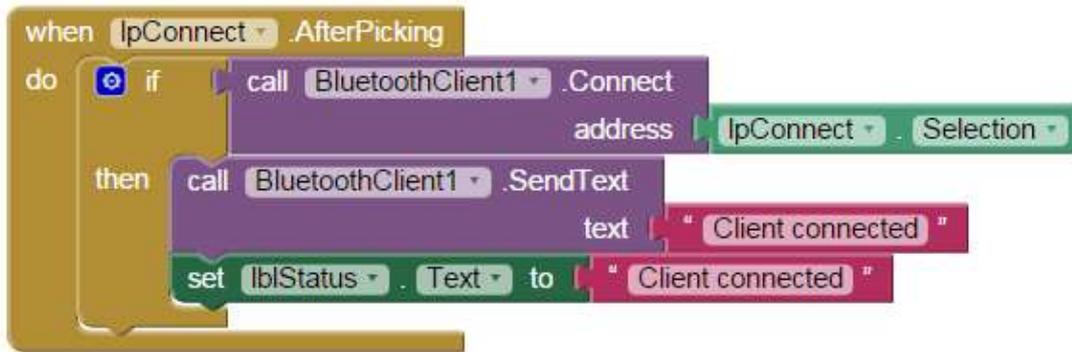


Figura 32. Componentes para enlazar Bluetooth

## Initialize global

En la figura 33, nos indica que se inicia la aplicación.



Figura 33. Componente de Inicio del programa

## When btnDisconnect Click

En usuario pulsa el botón desconectar para desconectar el Bluetooth del Smartphone. Figura 34.



Figura 34. Componentes para conectar o desconectar Bluetooth

## When Screen1. ErrorOcurred

Los componentes aquí utilizados (figura 35) nos indican los errores que se pudieran presentar al usar la aplicación, por ejemplo un error al ingresar un número.

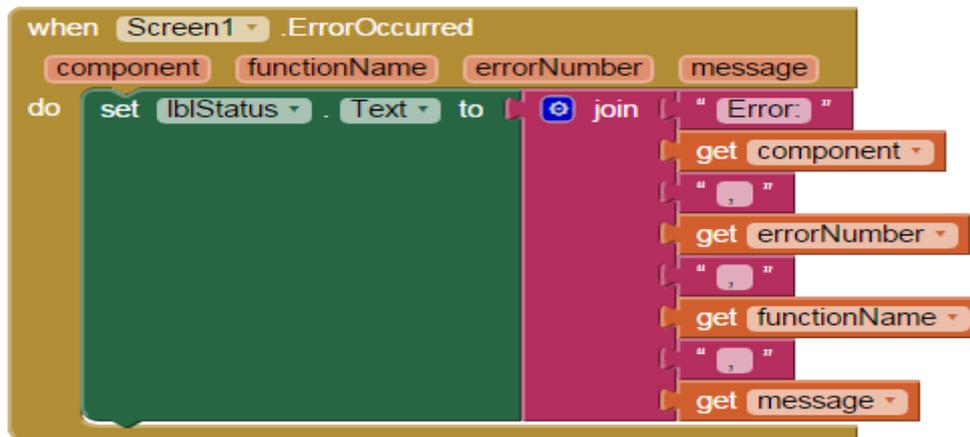


Figura 35. Componentes que nos indican error

## When Clock1 Tinner

Se utilizó el componente "Clock" para crear un temporizador que indica eventos en intervalos regulares, se señala el evento "Tinner" cuando se dispara el temporizador.

Se pusieron diez componentes con una imagen, donde "false" es el que hace que la imagen aparezca o desaparezca según la distancia calculada.

En general la figura 36 muestra la lectura de los datos desde la tarjeta Bluetooth.

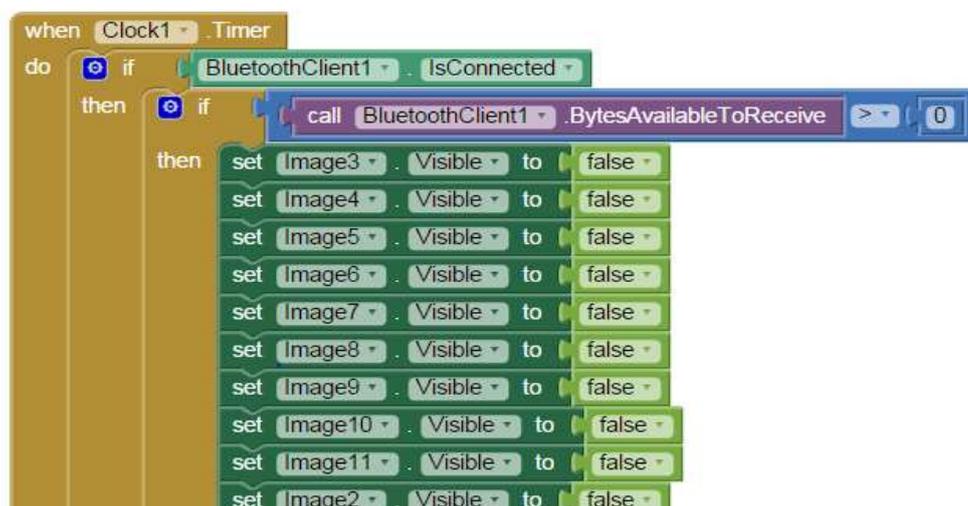


Figura 36. Componentes de imagen

En la siguiente figura, se ingresan las globales radio, altura máxima, distanciad, volumen y volumen total, todas para poder calcular el volumen del líquido del tinaco.

Tomando en cuenta la fórmula para calcular el volumen de un cilindro.

$$\text{Donde volumen} = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

La global radio se divide entre dos para conocer el diámetro. Se solicita al usuario ingresar el diámetro y la altura máxima para poder calcular el volumen.

En general se ingresan los datos que realiza la fórmula del cilindro para que la aplicación pueda calcular el volumen del agua, véase la figura 37.

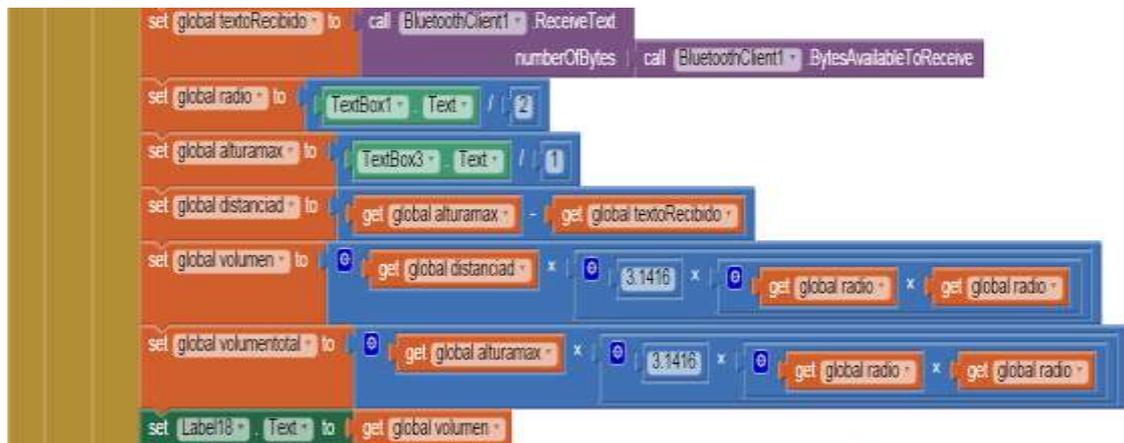


Figura 37. Componentes para calcular el volumen

Como podemos apreciar en las figuras 38 y 39, los componentes que se utilizaron sirven para determinar el porcentaje del nivel de agua de acuerdo al volumen.

Se repiten continuamente, pero con la diferencia de que, si aumenta la distancia disminuye el porcentaje, y en caso contrario, es decir, si disminuye la distancia el porcentaje es más alto.



Figura 38. Componentes de imagen y porcentaje

En la aplicación aparece una imagen que aumenta o disminuye según sea el caso, que va del 10 al 100% dependiendo del nivel del líquido.



Figura 39. Componentes de imagen y porcentaje

Para probar el funcionamiento de la aplicación utilizamos un Smartphone con las siguientes características, mostrado en la figura 40.

Marca:

- Samsung

Modelo:

- Galaxy Grand Prime Duos SM-G530H

Sistema Operativo:

- Android 4.4.2 Kitkat

Procesador:

- 64 bits Quad-Core

Memoria ram:

- 1GB

Tarjeta Gráfica:

- Qualcomm Andreno 306

USB:

- 2.0 Micro-B

Bluetooth:

- Version 4.0 con A2DP



Figura 40. Galaxy Grand Prime Duos SM-G530H

A continuación se describen brevemente cada uno de los software utilizados y la forma de instalarlos.

## 4.1 Code Composer Studio

Code Composer Studio (CCS) ofrece un entorno de desarrollo integrado. Incluye herramientas para la generación de código, como un compilador C, un ensamblador, y un enlazador o linker. Es capaz de realizar gráficos y soporta el depurado o debugger en tiempo real. (Quirant, 2008).

## 4.2 Software Energía

Energía es un framework, de código y entorno de desarrollo integrado impulsado por la comunidad (IDE) y software libre. Con base en el marco de cableado, Energía proporciona un entorno de codificación intuitiva, así como un marco sólido de APIs y bibliotecas funcionales y fáciles de usar para la programación de un microcontrolador. Energía apoya muchos procesadores de TI. Energía es un código abierto plataforma de creación de prototipos de electrónica. (energía.nu)

## 4.3 App inventor

Es un entorno basado en la interpretación de un lenguaje de programación estructurado en bloques, es también una herramienta de diseño y un entorno de desarrollo de aplicaciones para móviles que funcionan con el sistema operativo Android.

Es una aplicación Web 2.0 que permite desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles que utilicen el sistema operativo Android a través de su codificación utilizando un navegador de manera muy rápida y fácil.

Para crear las aplicaciones se utilizan dos componentes:

1. El App Inventor Designer, donde se eligen los componentes para la aplicación.
2. El App Inventor Blocks Editor, donde se ensamblan los bloques de programas que especifican como los componentes deben funcionar de manera visual.
3. La ejecución se realiza utilizando un emulador, físicamente y vía la ejecución en el móvil mediante una máquina virtual utilizando una url o código QR a través de una conexión web. (Sánchez, J. D. 2015).

La figura 41 muestra a detalle cada uno de los componentes.

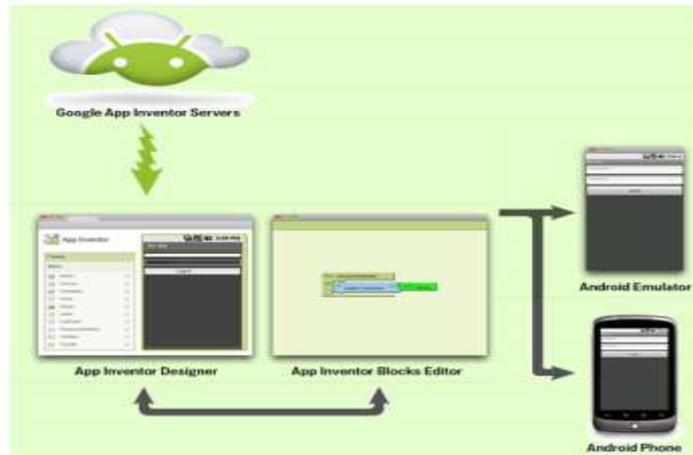


Figura 41. Componentes de App Inventor (Sánchez, J. D. 2015)

Lo que requerimos para utilizar esta aplicación es lo siguiente:

1. Contar con una cuenta en GMAIL
2. Navegador CHROME
3. Registrarse en App inventor
4. Aplicación “Lector de códigos QR” instalada en un Smartphone

# CAPITULO 5. Pruebas de funcionamiento del Sistema

A continuación, mostraremos ejemplos del funcionamiento de nuestro sistema de monitoreo del nivel de agua, observando la interfaz de usuario

Para iniciar se realizó una prueba con un bote de 19 litros, con un diámetro de 30 cm y una altura de 35 cm, datos que deben ser ingresados por el usuario en la aplicación para poder conocer el estado del nivel del agua del tinaco o contenedor.

En la figura 42, se observa una captura de pantalla de la aplicación que muestra el monitoreo del nivel de agua en dicho contenedor.

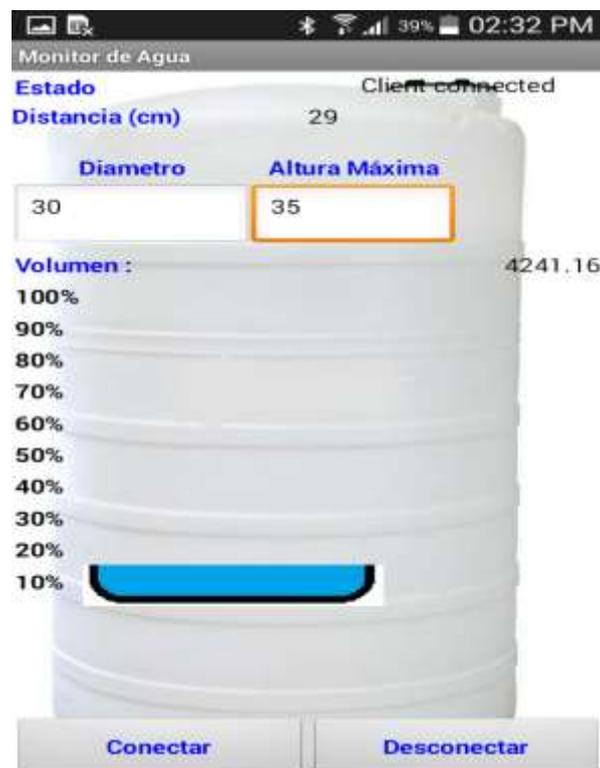


Figura 42. Captura de pantalla del sistema funcionando

Como podemos observar en la figura anterior el sistema está monitoreando el nivel, el 10% que muestra es debido a la cantidad de agua con la que se hizo dicha prueba, en la figura 43, podemos ver que si la aplicación está enviando esta información es porque el bote está casi vacío.

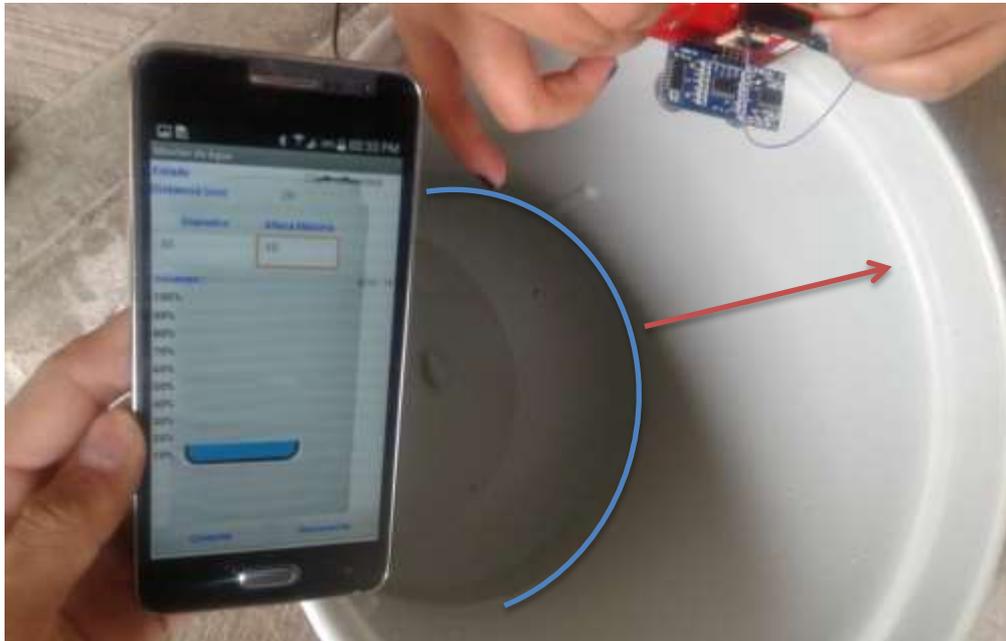


Figura 43. . Primera prueba con bote de 19 litros

Una vez realizada la prueba anterior decidimos llenar el bote con un poco más de agua y realizar el monitoreo. (Véase figura 44)



Figura 44. Captura de pantalla de segunda prueba

En la figura anterior podemos ver como la aplicación muestra un porcentaje más alto en el nivel de agua, en la figura 45 se demuestra que el nivel sube debido a que se aumentó la cantidad de agua en el bote.



Figura 45. Segunda prueba con bote de 19 litros.

Como tercera y última prueba decidimos probar el sistema en un tinaco de agua real, con una capacidad de 1100 litros, un diámetro de 1.10 y altura de 1.40, lo que se traduce a centímetros debido a que el sistema solo acepta este parámetro. En la figura 46, podemos ver la captura de pantalla del sistema.

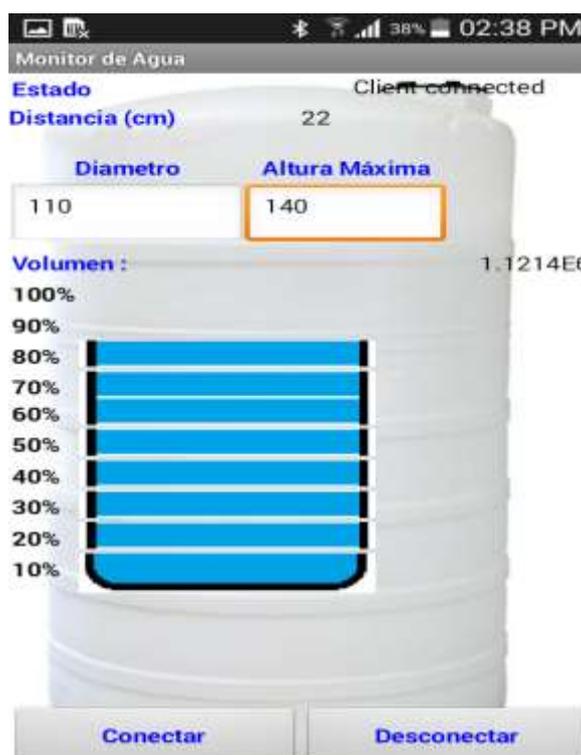
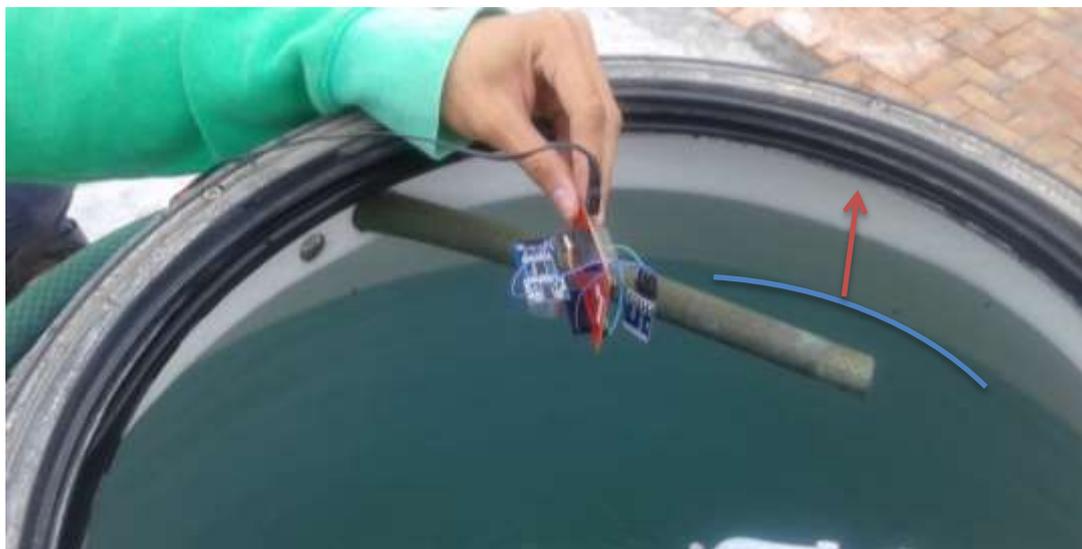


Figura 46. Captura de pantalla de monitoreo de tinaco.

En la figura 47, podemos observar que el tinaco está casi lleno por lo que indica una capacidad del 80% como lo señala la figura anterior.



**Figura 47.** Captura de pantalla de monitoreo de tinaco.

# CAPÍTULO 6. Conclusiones y trabajos futuros

## 6.1 Conclusión

Debido a la demanda del uso de la tecnología Bluetooth para el intercambio de datos entre dispositivos ha surgido la necesidad de crear herramientas para el desarrollo de aplicaciones que faciliten el proceso para crear métodos o procedimientos, es por eso que la razón principal de la creación de una APP que permita la comunicación

Podemos observar que hemos conseguido realizar una aplicación móvil, basada en reglas de la gestión de un protocolo de transmisión de información Bluetooth. El usuario, puede ser capaz de recibir datos mediante el uso de la tecnología Bluetooth y de una aplicación móvil, todo esto a través de un teléfono inteligente gracias a la funcionalidad que nos brinda un sistema operativo de la plataforma abierta como lo es Android así como la versatilidad de un microcontrolador.

El desarrollo de la presente aplicación permite tener en la palma de la mano mediante un teléfono inteligente con Bluetooth, un monitoreo del nivel del agua de un tinaco.

Al final del desarrollo de este proyecto, se ha comprobado el cumplimiento de los objetivos tanto generales como específicos, llegando a superar las expectativas originales al crear nuevas ideas e implementarlas.

## 5.2 Trabajos futuros

La aplicación que se ha desarrollado en este trabajo de tesis puede enriquecerse con el uso de herramientas de inteligencia artificial. Estas herramientas pueden ser algoritmos de reconocimiento de patrones en la cual se toma la lectura de una cámara de buena resolución conectada dentro del recipiente, cuya finalidad es ir mostrando el nivel del agua de manera gráfica.

El algoritmo de reconocimiento de patrones puede indicarle de la misma manera al sensor que ya se ha llegado al límite del líquido o de manera contraria, que hace falta agua, para que la aplicación mande un aviso al usuario y decida apagarlo o iniciarlo de manera remota.

Al uso de la domótica con aplicaciones de la inteligencia artificial se le llama sistema ubicuo y es una tecnología emergente en nuestros días.

# Anexos

## Manual de usuario

Se decidió elaborar un manual de usuario para explicar a detalle los pasos a seguir para que se facilite el uso de dicha aplicación.

### **Instalación**

Primero que nada se necesita descargar en el teléfono inteligente el archivo apk que genero App Inventor y que se encuentra guardado en las archivos de descargas de la computadora.

La figura 48 indica que el archivo ya está guardado en el Smartphone.



Figura 48. El archivo ya se encuentra guardado en el teléfono

Lo que prosigue a continuación es abrir la aplicación, por lo general los dispositivos Android bloquean la instalación de aplicaciones de fuentes

desconocidas, tal como se muestra en la figura 49. Por lo que nos vamos a configuración para poder instalar la aplicación.



Figura 49. Instalación Bloqueada

Una vez que estamos en configuración del teléfono, indicamos que desea instalar y que acepta la aplicación de origen desconocido, para que nos muestre un mensaje como el de la figura 50.



Figura 50. Aceptar la aplicación

Una vez que se aceptó la instalación de la aplicación, nos pedirá una confirmación para que se instale la aplicación y nos enviara una imagen como la de la figura 51.



Figura 51. Confirmación de la instalación

Ya que aprobamos la instalación de la aplicación, podremos ver que la aplicación ha sido instalada correctamente. (Figura 52).

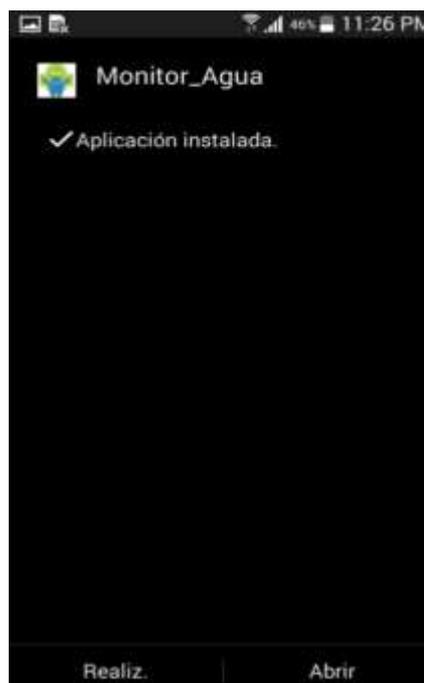


Figura 52. Aplicación Instalada

Para poder utilizar la aplicación que ya está instalada en el teléfono, es necesario vincular vía Bluetooth el dispositivo, con el microcontrolador que enviara la información. El cual se muestra como HC-05 que es el nombre del Bluetooth que estamos utilizando en el sistema (figura 53).



Figura 53. Vincular los dos dispositivos

Ya que se han vinculado (figura 54), regresamos a la aplicación, la abrimos y le ingresamos los datos que se solicitan que son, diámetro y altura máxima, hecho lo anterior tocamos el botón conectar y nuevamente seleccionamos HC-05, para poder iniciar el monitoreo. (Figura 55)

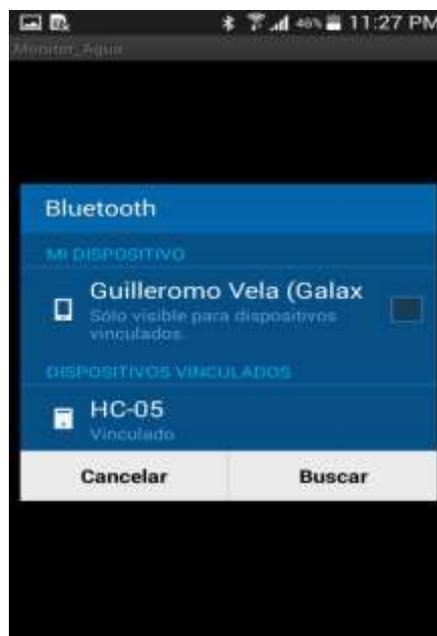


Figura 54. Dispositivos vinculados



**Figura 55.** Selección del Bluetooth para iniciar el monitoreo

# Apéndices

A continuación se presenta de forma breve el código que representa la activación de los pines 8 y 9.

```
#define trig PD_0
#define echo PD_1
long distancia;
long tiempo;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trig, OUTPUT); /*activación del pin 9 como salida: para el pulso
ultrasonico*/
  pinMode(echo, INPUT); /*activación del pin 8 como entrada: tiempo del rebote
del ultrasonido*/
}
```

Se presenta el módulo para el envío del pulso ultrasónico, así como la función para medir la longitud del pulso entrante.

```
void loop(){
  digitalWrite(trig,LOW); /* Por cuestión de estabilización del sensor*/
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig, HIGH); /* envío del pulso ultrasónico*/
  delayMicroseconds(10);

  digitalWrite(trig,LOW); /* Por cuestión de estabilización del sensor*/
  tiempo=pulseIn(echo, HIGH); /* Función para medir la longitud del pulso
entrante. Mide el tiempo que transcurrido entre el envío
del pulso ultrasónico y cuando el sensor recibe el rebote, es decir: desde que
el pin 12 empieza a recibir el rebote, HIGH, hasta que
deja de hacerlo, LOW, la longitud del pulso entrante*/
  distancia=tiempo/58; /*fórmula para calcular la distancia obteniendo un valor
entero*/
```

```

/*Monitorización en centímetros por el monitor serial*/
Serial.print("Distancia ");
Serial.print(distancia);
Serial.println(" cm");
delay(1000);
}

```

En la figura 56 se muestra el código en la interfaz de Energía.

```

distancia | Energia 0101E0015
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
distancia$
#define trig PD_0
#define echo PD_1

long distancia;
long tiempo;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trig, OUTPUT); /*activación del pin 9 como salida para el pulso ultrasónico*/
  pinMode(echo, INPUT); /*activación del pin 8 como entrada: tiempo del rebote del ultrasónico*/
}

void loop() {

  digitalWrite(trig,LOW); /* For cuestión de estabilización del sensor*/
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig, HIGH); /* envío del pulso ultrasónico*/
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig,LOW); /* For cuestión de estabilización del sensor*/
  tiempo=pulseIn(echo, HIGH); /* Función para medir la longitud del pulso entrante. Mide el tiempo que transcurre entre el envío del pulso ultrasónico y cuando el sensor recibe el rebote, es decir: desde que el pin 12 empieza a recibir el rebote, HIGH, hasta que deja de hacerlo, LOW, la longitud del pulso entrante*/
  distancia=tiempo/58; /*fórmula para calcular la distancia obteniendo un valor entero*/
  /*Monitorización en centímetros por el monitor serial*/
  Serial.print("Distancia ");
  Serial.print(distancia);
  Serial.println(" cm");
  delay(1000);
}

```

Figura 56. Captura de pantalla del programa.

## Descripción de las funciones

### **long:**

Las variables largas se extienden de tamaño para el almacenamiento de número, y almacenar 32 bits.

### **Serial begin ()**

Coloca el dato en bits por segundo para la transmisión serial de datos. Para comunicación con las computadoras, usa los siguientes capacidades: 300, 1200, 2400, 4,800....

### **pinMode ()**

Configura el pin especificado a comportarse ya sea como una entrada o una salida.

### **loop**

Hace exactamente lo que su nombre, y los bucles de forma consecutiva, lo que permite el programa para cambiar y responder. Se usa para controlar activamente la junta LaunchPad.

### **digitalWrite ()**

Su voltaje se establece en el valor correspondiente: 3V para HIGH, 0v (tierra) para LOW.

### **delayMicroseconds ()**

Hace una pausa en el programa para la cantidad de tiempo (en microsegundos) especificado como parámetro. Hay mil microsegundos en un milisegundo, y un millón de microsegundos en un segundo.

### **Serial print ()**

Imprime datos al puerto serial como texto ASCII. Este comando puede tomar muchas formas. Los números flotantes se imprimen como dígitos Ascii por cada dígito.

### **delay ()**

Hace una pausa en el programa para la cantidad de tiempo (en milisegundos) especificado con parámetro. (Hay 1000 milisegundos en un segundo)

# Referencias

Arias, V. G. S. (2011). Tecnología educativa en México: estado actual y futuro. *Educación y Futuro: Revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, (25), 155-176.

Benchinol Daniel, "Microcontroladores" USER SHOP, Buenos Aires, 2011.

Censo de Población y Vivienda (2010) Panorama sociodemográfico del Estado de México / Instituto Nacional de Estadística y Geografía

César Tardáguila Moro. (2009) Dispositivos móviles y multimedia

Corona Ramírez Leonel German, Abarca Jiménez Griselda Stephany, Mares Carreño Jesús, "Sensores y actuadores, aplicaciones con arduino", Grupo Editorial Patria S.A de CV, México, 2014.

Cuello Javier, Vittone José "Diseñando apps para móviles" José vittone- Javier Cuello, 2013.

Domínguez Esteban José, Ferrer Julián, "Redes de comunicación: circuitos eléctricos auxiliares del vehículo" Editex, 2012.

Fernández Alarcón Vicenc, "Desarrollo de sistemas de información: una metodología basada en el modelado" Upc Edicions, Barcelona, 2006.

Gutiérrez, J., & Porta-Gándara, M. A. (2006). Medidor ultrasónico de nivel de agua para estanques. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 7(4), 233-244.

Huerta, H. V., Vásquez, A. C., Solís, R. M., Maquera, W., & Namisato, T. A. (2010). Sistema Inteligente para Medir Volumen de Líquidos utilizando Sensores de Ultrasonido. *Revista de investigación de Sistemas e Informática*, 7(1), 17-25.

Huidobro Moya José Luis, "Sistemas Telemáticos" Paraninfo, España, 2010.

Huidobro Moya José Manuel, Millán Tejedor Ramón Jesús, "Manual de domótica". Creaciones Copyright, España, 2010.

Lozano, C. A., Toro, C., & Castaño, D. (2009). Lectura automática de medidores de consumo de agua con tecnología Bluetooth. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(1), 207-212.

Martín Juan Carlos "Instalaciones domóticas" Editex, 2010

Martín Márquez Pedro Luis, Oliva Haba José Ramón, Manjavacas Zarco Custodia, "Montaje y mantenimiento de equipos" Paraninfo, 2010.

Miranda Estepa, C., & Ronquillo Guerrero, J. (2008). Diseño y construcción de bus de datos y sensores para las prácticas de NACC.

Montoya, M. S. R. (2009). Recursos tecnológicos para el aprendizaje móvil (mlearning) y su relación con los ambientes de educación a distancia: implementaciones e investigaciones. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, 12(2).

Navarro, D., Ríos, L. H., & Parra, H. (2004). Sensores de Ultrasonido usados en Robótica Móvil para la Medición de Distancias. *Scientia et Technica*, 2(25).

Orduñas Huertas J.M., Arnau Llombart Vicente, "Arquitectura y programación de microcontroladores", Universidad de Valencia, España, 1996.

Quirante Catalan, C. (2008). Implementación de algoritmos de efectos de audio en un procesador DSP de TI.

Raúl Álvarez, T. (2013) Funcionamiento del sensor ultrasónico de distancia PING.

Sallent Roig Oriol, Valenzuela Gonzales José Luis, Agusti Comes Ramón, "Principios de comunicaciones móviles" Univ. Politéc. de Catalunya, Barcelona, 2003.

Sánchez, J. D. (2015). Open hardware y software, herramientas para el desarrollo de competencias educativas. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*.

Serna Ruiz Antonio, Ros García Francisco Antonio, Ríos Nájera Juan Carlos, "Guía práctica de sensores" Creaciones Copyright, España, 2010.

Sommerville Ian, Alfonso Galipienso María Isabel, "Ingeniería de software"  
Pearson Educación, S.A., Madrid 2005.

Toaza, L., John, C., & Valdivieso, C. (2013). Control mediante joystick de tarjeta  
avr butterfly (con microcontrolador atmega169) mediante comunicación i2c con  
tarjeta lpcxpresso controladora de motor bldc.

Valadez Pérez Fernando E., Pallás Areny Ramón "Microcontroladores:  
fundamentos y aplicaciones con P/C". Marcombo, España, 2007.

# Glosario

- **Smartphone:** teléfono Inteligente
- **Apple:** Es una empresa multinacional estadounidense que diseña y produce equipos electrónicos y software, con sede en Cupertino California, Estados Unidos.
- **Samsung:** que en coreano significa “tres estrellas”: Es un modelo empresarial más grande del Corea de Sur.
- **Nokia:** Es una empresa multinacional de comunicaciones y tecnología está estructurada en tres grupos de negocios nokia networks, redes de telecomunicaciones y servicios de navegación.
- **Blackberry** (Fresa negra): Es una marca de teléfonos inteligentes. Usa un sistema operativo propio Black Berry OS el cual además de las prestaciones de un teléfono inteligente incorpora su propio servicio de mensajería BBM.
- **LG** (Lucky Goldstar):”Estrella dorada”
- **Sony:** Líder mundial en la electrónica de consume: audio y video, computación, fotografía, video juegos, telefonía móvil.
- **Motorola:** Es una de las mayores empresas de telefonía móvil en el mundo. De hecho, fue la primera que lanzo el primer teléfono móvil.
- **HTC** (High Tech Computer Corporation): Es un fabricante de teléfonos inteligentes taiwanés, el cual en muy poco tiempo ha cambiado varias veces su sistema operativo.

- **OPPO:** Es un fabricante de productos electrónicos con sede en Mountain View, California, Estados Unidos.
- **Huawei** que en China se traduce como “logro”: Es una empresa privada multinacional china de alta tecnología que se especializa en investigación y desarrollo, producción y marketing de equipamiento de comunicaciones y provee soluciones de redes personalizadas para operadores de la industria de telecomunicaciones.
- **Lenovo** que quiere decir “Nueva leyenda”: Es una empresa fabricante de ordenadores, tablets y smartphones.
- **ZTE** (Zhong Xing Telecommunication Equipment Company Limited): Es un proveedor global de equipamiento de telecomunicaciones y soluciones de redes con sede en Shenzhen China.
- **Alcatel:** Empresa multinacional francesa que provee hardware y software para acceso a internet.
- **Apps:** En inglés application (Aplicación)
- **PDA:** Personal Digital Assistant (Reproductores de Audio Portátil)
- **CISC:** Complex Instruction Set Computer (Computador de Conjunto de Instrucciones Complejo).
- **RISC:** Reduced Instruction Set Computer (Computador de Conjunto de Instrucciones Reducido)