



## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

### **TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:**

**CARRERA:** ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

**TEMA:** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE NIVEL DE AGUA A TRAVÉS DE UN SENSOR ULTRASÓNICO PARA PASOS DEPRIMIDOS

**AUTOR:** RAMIRO ANDRÉS ASTUDILLO BASTIDAS

**TUTOR:** Ing. David Cando, Mg.

**AÑO 2016**

## INFORME FINAL DE RESULTADOS DEL PIC

<b>CARRERA:</b>	ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES
<b>AUTOR/A:</b>	RAMIRO ANDRÉS ASTUDILLO BASTIDAS
<b>TEMA DEL TT:</b>	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE NIVEL DE AGUA A TRAVÉS DE UN SENSOR ULTRASÓNICO PARA PASOS DEPRIMIDOS
<b>ARTICULACIÓN CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:</b>	TECNOLOGÍA APLICADA A LA PRODUCCIÓN Y SOCIEDAD
<b>SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:</b>	DESARROLLO DE SISTEMAS PARA LA MEJORA DE MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE QUITO
<b>ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL DEL ÁREA:</b>	SISTEMA DE MONITOREO DEL NIVEL DE AGUA PARA PASOS DEPRIMIDOS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD CIUDADANA
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL:</b>	2 DE MAYO DEL 2016

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación certifico:

Que el trabajo de graduación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE NIVEL DE AGUA A TRAVÉS DE UN SENSOR ULTRASÓNICO PARA PASOS DEPRIMIDOS.”, presentado por el Sr. Ramiro Andrés Astudillo Bastidas, estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, Mayo del 2016

TUTOR

-----  
Ing. David Cando, Mg

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

### AUTORÍA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Graduación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, Mayo del 2016

-----  
Ramiro Andrés Astudillo Bastidas

CC: 0802870519

## RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño e implementación de un prototipo de medidor de nivel de agua a través de un sensor ultrasónico para pasos deprimidos, el cual sensa los niveles de agua y los envía para su procesamiento al arduino uno que usa un microcontrolador atmega 328p y visualiza los datos en un LCD.

El dispositivo cuenta con un módulo GSM que sirve para el envío de mensajes de texto a un número de emergencia cuando alcanza los tres niveles de agua previamente programados. Este sistema realiza un monitoreo diario de los niveles de agua en los pasos deprimidos, teniendo como solución un sistema de adquisición que permita recolectar las muestras del sensor de nivel a través de una memoria micro SD incorporada en su respectivo adaptador.

Se cuenta con un menú en el cuál se puede editar la altura del sensor, y los tres niveles de agua que queda a consideración de la persona que va a instalar el sistema.

El prototipo se lo realiza con el fin de prevenir los accidentes de tránsito que se ocasionan debido a las inundaciones en los pasos deprimidos de la ciudad de Quito.

## **ABSTRACT**

The project consists of the design and implementation of a prototype meter water level through an ultrasonic sensor for depressed steps, which senses water levels and sends them for processing to arduino one that uses a atmega microcontroller 328p and display the data on an LCD

The device has a GSM module that is used for sending text messages to an emergency number when it reaches the three levels of water previously programmed. This system performs daily monitoring of water levels in depressed steps, with the solution acquisition system which allows collecting samples of the level sensor through a micro SD memory built into the respective adapter

It has a menu which you can edit the height of the sensor, and the three levels remaining water for consideration by the person who will install the system.

The prototype is done for the purpose of prevent traffic accidents that are caused due to the flooding in depressed steps of the city of Quito.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Objetivo general: .....	2
1.2. Objetivos específicos: .....	2
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Medidores de nivel líquido .....	3
2.1.1. Instrumentos de medida directa.....	3
2.1.1.1. Medidores de sonda.....	3
2.1.1.2. Medidor con Flotadores .....	4
2.1.2. Instrumentos basados en la Presión Hidrostática .....	5
2.1.2.1. Medidor Manométrico .....	5
2.1.2.2. Medidor de Tipo Burbujeo.....	5
2.1.2.3. Medidor de presión diferencial.....	6
2.1.3. Instrumentos basados en características eléctricas.....	7
2.1.3.1. Medidor de nivel conductivo o resistivo .....	7
2.1.3.2. Medidor de capacidad.....	7
2.1.4. Instrumentos basados en características físicas.....	8
2.1.4.1. Medidor de ultrasonido.....	8
2.1.4.2. Medidor de radiación.....	9
2.1.4.3. Medidor láser.....	10
2.2. Análisis de comparación de la tecnología de proyectos implementados con respecto al prototipo de medición .....	11
2.3. Arduino .....	14
2.4. Microcontroladores ATMEL.....	14
2.5. Display LCD.....	15
2.6. Lenguaje de programación .....	16
2.7. GSM (Global System for Mobile Communications) .....	16
2.8. Breve descripción del proceso investigativo realizado .....	17
2.8.1. Problema principal.....	17

2.8.2. Problemas secundarios.....	17
2.8.3. Por qué y para qué de los objetivos.....	17
2.8.4. Hipótesis o idea a defender .....	18
2.8.5. Los métodos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto son: .....	18
<b>3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
3.1. Descripción del sistema .....	19
3.2. Diseño del sistema .....	19
3.2.1. Módulo Arduino uno .....	20
3.2.2. Sensor Ultrasónico .....	21
3.2.3. Módulo GSM SIM 900 .....	21
3.2.4. Adaptador micro SD card.....	22
3.2.5. Módulo LCD.....	22
3.3. Diagrama del circuito.....	23
3.4. Diagrama de flujo .....	24
3.5. Implementación .....	25
3.5.1. Interconexión de cada parte del sistema .....	25
3.5.2. Interconexión de todos los módulos y elementos del prototipo .....	27
3.5.3. Prototipo Final .....	30
3.6. Pruebas de comprobación: .....	31
3.7. Pruebas de operatividad: .....	32
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>39</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cuatro de los pasos a desnivel con mayores problemas .....	1
Figura 2.1 Medidores de sonda .....	4
Figura 2.2 Medidores de Flotador .....	4
Figura 2.3 Medidor manométrico .....	5
Figura 2.4 Medidores de tipo burbujeo .....	6
Figura 2.5 Medidor de presión diferencial.....	6
Figura 2.6 Medidor de nivel conductivo .....	7
Figura 2.7 Sensor capacitivo.....	7
Figura 2.8 Aplicación del medidor de nivel de ultrasonido .....	9
Figura 2.9 Aplicación del medidor de radiación.....	10
Figura 2.10 Medidor de nivel de láser.....	11
Figura 2.11 Diagrama de distribución de pines del LCD 20X4 y 16x2. ....	15
Figura 2.12 Información del software instalado .....	16
Figura 3.1 Diagrama de bloques del hardware del sistema .....	20
Figura 3.2 Arduino uno.....	20
Figura 3.3 Sensor ultrasónico HCSR-04.....	21
Figura 3.4 Módulo GSM Sim900. a) Vista frontal. b) Vista posterior .....	22
Figura 3.5 Adaptador micro SD. a) Vista posterior. b) Vista frontal .....	22
Figura 3.6 Módulo LCD Sainsmart.....	22
Figura 3.7 Diagrama del circuito .....	23
Figura 3.8 Diagrama de flujo del software .....	24
Figura 3.9 Interconexión del módulo Sim900 y el módulo arduino uno. a) Sim900. b) Módulo arduino uno. c), d) Vistas laterales Sim 900 .....	25
Figura 3.10 Conexiones del LCD y sensor HCSR-04. a) LCD. b) Sensor HCSR-04 ...	26
Figura 3.11 Interconexión LCD con sensor HCSR-04.....	26
Figura 3.12 Interconexión Adaptador micro SD y LCD. ....	27
Figura 3.13 Interconexión de módulos y elementos vista frontal .....	27
Figura 3.14 Interconexión módulos y elementos. a) Vista lateral 1. B) Vista lateral 2.	28
Figura 3.15 Interconexión módulos y elementos. a) Vista lateral 3. B) Vista lateral 4.	29
Figura 3.16 Interconexión de los módulos y elementos final .....	29
Figura 3.17 Prototipo terminado.....	30
Figura 3.18 Prototipo terminado e instalado en la maqueta vista lateral .....	30
Figura 3.19 Prototipo terminado e instalado en la maqueta vista frontal.....	31
Figura 3.20 Menú para editar distancia del sensor y niveles de envío de SMS .....	32
Figura 3.21 Prueba 1 de nivel .....	32

Figura 3.22 Prueba 2 de nivel .....	33
Figura 3.23 Prueba 3 de nivel .....	33
Figura 3.24 Prueba 4 de nivel .....	34
Figura 3.25 Prueba de registro de datos .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Modelos de placas Arduino con su respectivo microcontrolador .....	15
Tabla 3.1 Pruebas de encendido .....	31
Tabla 3.2 Costos del prototipo .....	35

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al artículo publicado del Diario EL COMERCIO el 19 de abril de 2015, las fuerza de los últimos aguaceros del 5 de abril y del 31 de marzo del año 2015 evidenció la vulnerabilidad de los pasos a desnivel en la ciudad de Quito, De los 37 pasos deprimidos que se encuentran en la ciudad, cuatro presentan mayor riesgo de inundación en época invernal.

El 31 de marzo cayeron 2,5 milímetros de lluvia en cinco minutos, una cantidad que perjudicó algunos pasos deprimidos y el tráfico alcanzo 10 cuadras en menos de 10 minutos.

Hay otros pasos deprimidos donde las inundaciones se deben a factores estructurales como por ejemplo en los colectores de la Universidad Central como en el de la Naciones Unidas y en La Y, asimismo la basura y el sistema de alcantarillado es unos de los graves problemas que tienen estos pasos.

La falta de mantenimiento también es una muestra clara que se puede anexar a las dificultades que se están presentando en los pasos a desnivel.



Figura 1 Cuatro de los pasos a desnivel con mayores problemas

Fuente: (Jácome, 2015)

Esto ha provocado una serie de accidentes con automotores atrapados debido a que no hay una rápida intervención por parte de las autoridades para prevenir e informar a los conductores sobre lo que está ocurriendo.

Otro problema se da debido al granizo y basura que recubren las alcantarillas, esto ha traído preocupación a todos los habitantes de la ciudad de Quito ya que los vehículos se quedan retenidos dentro de los pasos deprimidos que se encuentran rebosados de agua, la inquietud de los ciudadanos que se transportan día a día a través de los pasos deprimidos aumenta cada vez más a causa de que los éstos no tienen señalización que les brinde información del nivel de agua con precisión, o si es que disponen no está suficientemente clara.

#### **1.1. Objetivo general:**

- Diseñar e implementar un prototipo de medidor de nivel de agua a través de un sensor ultrasónico para monitorear inundaciones en pasos deprimidos en la ciudad de Quito y tomar las precauciones correspondientes.

#### **1.2. Objetivos específicos:**

- Analizar los diferentes tipos de medidor de nivel de agua que existen.
- Diseñar un prototipo de medidor de nivel de agua a través de un sensor ultrasónico para pasos deprimidos.
- Implementar un prototipo de medidor de nivel de agua a través de un sensor ultrasónico para pasos deprimidos.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Medidores de nivel líquido**

Los medidores de nivel de agua pueden operar de forma directa o empleando la presión hidrostática, características eléctricas y características físicas de los líquidos.

A continuación se presentan los tipos de instrumentos para realizar la medición de nivel:

#### **❖ Medida directa**

- Medidor de sonda
- Medidor con flotadores

#### **❖ En función de la presión hidrostática**

- Medidor manométrico
- Medidor tipo burbuja
- Medidor de presión diferencial de diafragma

#### **❖ En función de características eléctricas**

- Medidor resistivos
- Medidor capacitivo

#### **❖ En función de características físicas**

- Medidor ultrasónico
- Medidor de radiación
- Medidor de láser

#### **2.1.1. Instrumentos de medida directa**

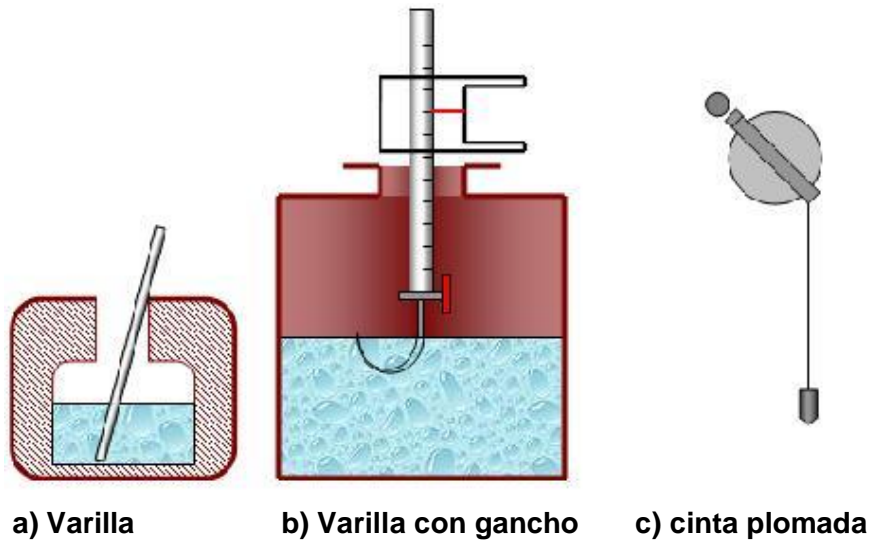
Se presentan a los instrumentos más comunes para este tipo de medición.

##### **2.1.1.1. Medidores de sonda**

Consiste en una varilla o regla graduada que se introduce dentro del tanque a medir, como se muestra en la figura 2.1.

Se realiza la medición a presión atmosférica con el tanque abierto tomando la lectura del nivel en la regla de la parte mojada por el líquido.

Otro tipo de medidor es la varilla graduada y la cinta plomada.

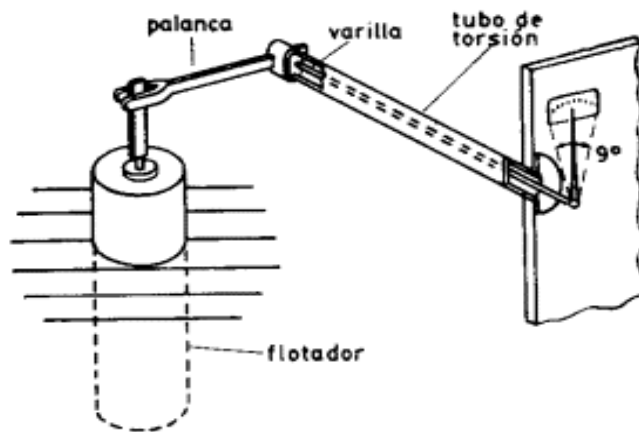


**Figura 2.1 Medidores de sonda**

Fuente: (CREUS, 2010: 195-230)

### 2.1.1.2. Medidor con Flotadores

Radica en un flotador instalado en el seno del líquido y unido al exterior del tanque señalando directamente el nivel, como se observa en la figura 2.2. La conexión puede ser directa, magnética o hidráulica.



**Figura 2.2 Medidores de Flotador**

Fuente: (CREUS, 2010: 195-230)

## 2.1.2. Instrumentos basados en la Presión Hidrostática

### 2.1.2.1. Medidor Manométrico

Consiste en un manómetro conectado en la parte inferior del tanque, el cual sirve para medir la presión del tanque de acuerdo al nivel de líquido, como se aprecia en la figura 2.3.

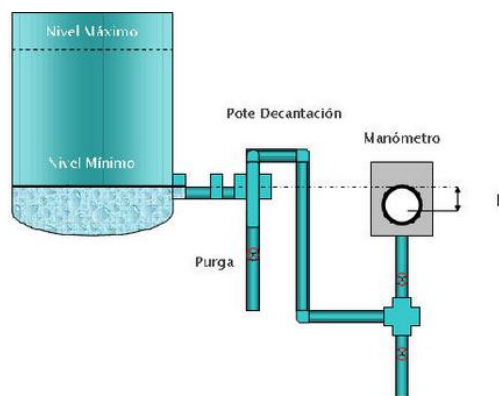
$$\text{Presión} = h * \gamma * g \text{ pascal} \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde,

$h$  = altura de líquido en m

$\gamma$  = densidad del líquido en  $\text{kg/m}^3$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$



**Figura 2.3 Medidor manométrico**

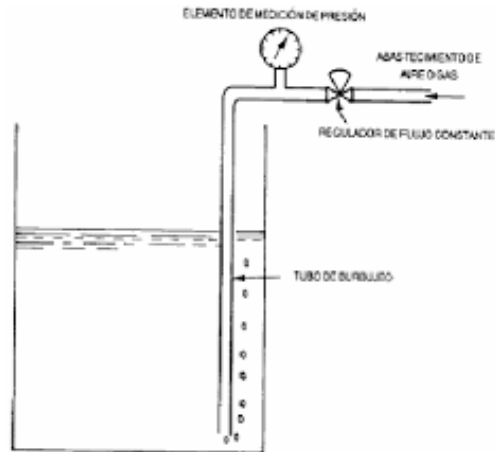
Fuente: (CREUS, 2010: 195-230)

### 2.1.2.2. Medidor de Tipo Burbujeo

“Reside en un tubo sumergido en el líquido, que esta hace burbujear aire mediante un rotámetro con un regulador de caudal integrado. La presión del aire en la tubería corresponde a la presión hidrostática realizada por la columna de líquido, es decir, al nivel, como se muestra en la figura 2.4. El regulador de caudal accede a mantener un caudal de aire firme (unos 150 l/h) a través del líquido, alejado del nivel. La tubería usada por lo general es de 1/2” con el extremo biselado para una fácil y rápida formación de las burbujas de aire”. (CREUS, 2010: 195-230). Una tubería de un diámetro mínimo ayudaría a disminuir el tiempo de respuesta pero, si se usa en tanques pequeños y variaciones de niveles más rápidos, generaría un error en la



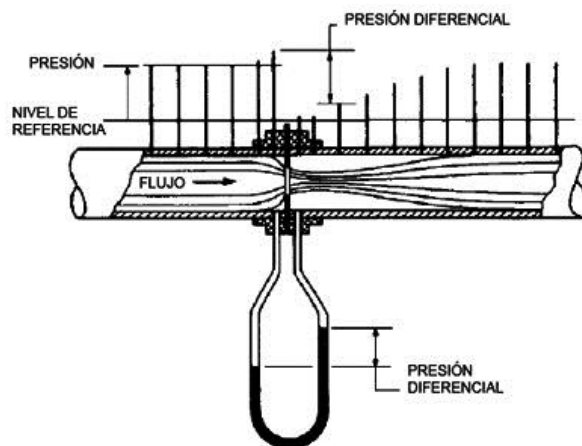
medida creado por la pérdida de carga del tubo. Este método es sencillo y su respuesta es favorable, en especial, en el caso de líquidos muy corrosivos o con sólidos en suspensión y en emulsiones.



**Figura 2.4 Medidores de tipo burbujeo**

Fuente: <http://instrumentacionindustrial.blogspot.com>

El medidor de presión diferencial se basa en un diafragma que está conectado con el líquido que calcula la presión hidrostática en un punto indicado del tanque. En un tanque despejado, esta presión es igual al nivel del líquido en ese punto y a su peso específico, como se observa en la figura 2.5. El diafragma está unido a un transmisor neumático, electrónico o digital de presión diferencial.



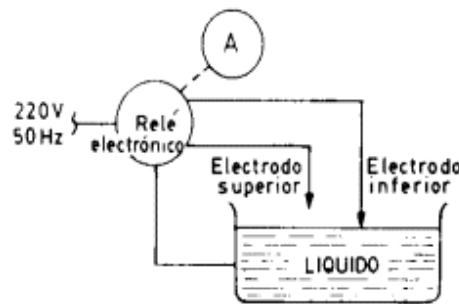
**Figura 2.5 Medidor de presión diferencial**

Fuente: <http://www.sapiensman.com>

## 2.1.3. Instrumentos basados en características eléctricas

### 2.1.3.1. Medidor de nivel conductivo o resistivo

Consta de uno a varios conductos y un circuito electrónico que activa inmediatamente un relé electrónico al ser los electrodos mojados por el líquido, como se aprecia en la figura 2.6. Este excita el circuito electrónico, y de este modo el dispositivo puede diferenciar entre el líquido y su vapor, por ejemplo, si se desea saber el nivel de agua en una caldera de vapor. El voltaje de alimentación de los electrodos y el tanque son en corriente alterna para prevenir fenómenos de oxidación en las sondas, debido al fenómeno de la electrólisis.

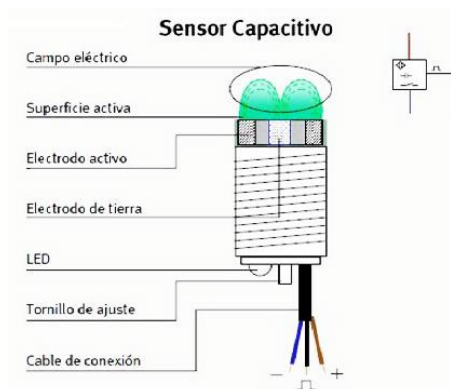


**Figura 2.6 Medidor de nivel conductivo**

Fuente: (CREUS, 2010: 195-230)

### 2.1.3.2. Medidor de capacidad

Cuando pasa el agua por el sensor se genera un campo electrostático, ese campo reacciona con los electrodos del sensor y genera un cambio en la capacitancia, lo que se genera una señal de que el líquido ha llegado al nivel indicado.



**Figura 2.7 Sensor capacitivo**

Fuente: <http://electroprofesor.blogspot.com>

Si el líquido disminuye y ya no está a la altura del sensor la capacitancia cambia de nuevo y genera una señal de bajo nivel. Este sensor se muestra en la figura 2.7.

## **2.1.4. Instrumentos basados en características físicas**

### **2.1.4.1. Medidor de ultrasonido**

El medidor ultrasónico se basa en un impulso que emite el sensor y este se refleja en la superficie del líquido, que regresa en cierto tiempo el cual se traduce en la distancia, como se observa en la figura 2.8.

El transductor del receptor realiza los cálculos para convertir esta distancia en el nivel del líquido.

La distancia hasta el nivel de líquido viene expresado por la siguiente formula:

$$h = \frac{v*t}{2} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Dónde:

h = nivel del líquido

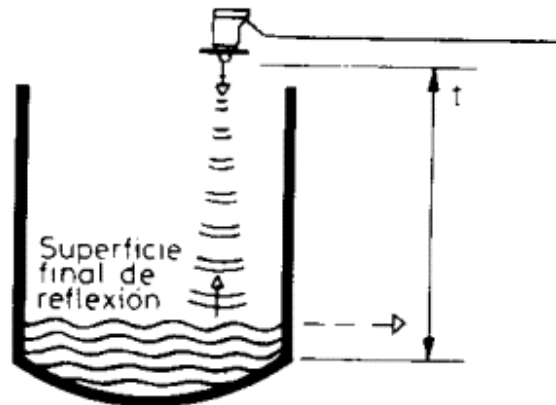
v = velocidad del sonido en el líquido

t = tiempo de tránsito del sonido

“La medida del nivel puede ser afectada por varios factores:

- La velocidad del sonido en el líquido que varía con la temperatura, de modo que un ambiente que pase de 0 °C a 70 °C da lugar a un error del 12% en la medida del nivel. Este efecto puede compensarse mediante un sensor de temperatura.
- La presencia de espuma en la superficie del líquido que absorbe el sonido.
- La turbulencia extrema en el seno del líquido y el movimiento de la superficie del líquido (olas, etc.), que puede compensarse con un circuito amortiguador o temporizador en el instrumento.
- Las burbujas de gas o vapor existentes y los sedimentos en el fondo.” (CREUS, 2010: 195-230)

Los sensores generalmente trabajan a una frecuencia de 20 kHz a 200 kHz, y en ambientes donde hay gases o vapores el momento en reflejarse la onda depende mucho de la frecuencia a la que está trabajando el sensor. Se puede compensar los errores que se generan por diversos factores mediante el software lo que mejoraría su exactitud.



**Figura 2.8 Aplicación del medidor de nivel de ultrasonido**

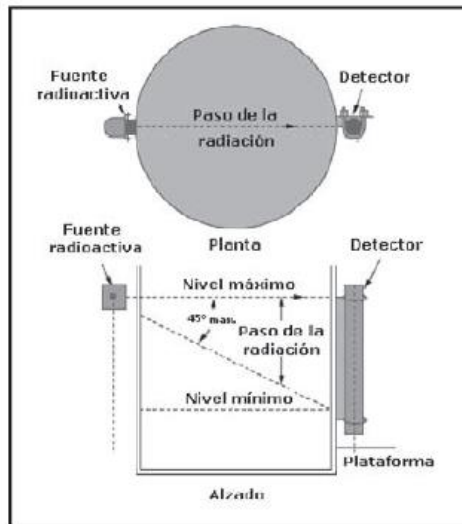
Fuente: (CREUS, 2010: 195-230)

#### **2.1.4.2. Medidor de radiación**

“El sistema de radiación (medición por rayos gamma) consiste en un emisor de rayos gamma montado verticalmente en un lado del tanque y con un contador Geiger que transforma la radiación gamma recibida en una señal eléctrica de corriente continua, como se aprecia en la figura 2.9.

Otro tipo de detector consiste en un haz de fibras ópticas que transmiten los fotones luminosos, creados en la estructura cristalina (dotada de materiales dopantes) cuando reciben la radiación gamma, a un tubo fotomultiplicador”. (CREUS, 2010: 195-230).

Mientras el receptor reciba mayor cantidad de rayos gamma eso quiere decir que el tanque tiene poco líquido, o sea tiene un nivel bajo, de igual forma mientras el receptor reciba menor cantidad de rayos gamma eso quiere decir que el tanque tiene mayor cantidad de líquido.



**Figura 2.9 Aplicación del medidor de radiación**

Fuente: (CREUS, 2010: 195-230)

### 2.1.4.3. Medidor láser

“El medidor láser se usa en aplicaciones donde las condiciones son muy duras, y donde los instrumentos de nivel convencionales fallan. Tal es el caso de la medición de metal fundido, donde la medida del nivel debe realizarse sin contacto con el líquido y a la mayor distancia posible por existir unas condiciones de calor extremas”. (CREUS, 2010: 195-230).

Consiste en un rayo láser enviado a través de un tubo de acero y dirigido por reflexión en un espejo sobre la superficie del metal fundido. Funciona de la misma forma que los medidores ultrasónicos, con la diferencia que aquí se emite luz, como se muestra en la figura 2.10.

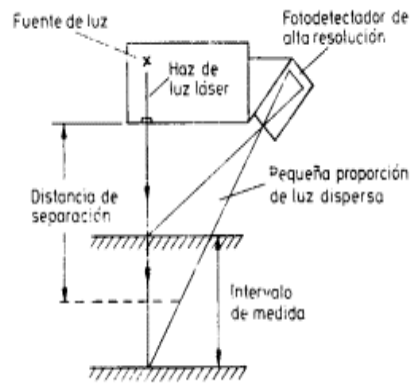
La distancia desde el sensor hasta el nivel se calcula por la fórmula:

$$d = \frac{c \cdot t}{2} \quad \text{Ec. 2.3}$$

Dónde:

c: velocidad de la luz

t: tiempo transcurrido



**Figura 2.10 Medidor de nivel de láser**

Fuente: (CREUS, 2010: 195-230)

## 2.2. Análisis de comparación de la tecnología de proyectos implementados con respecto al prototipo de medición

Se realizó un análisis de diferentes proyectos ya desarrollados para sacar ciertas conclusiones y realizar el prototipo planteado. A continuación se describen.

“Implementación de un banco de pruebas para el control de nivel de líquidos en el laboratorio de instrumentación industrial de la Facultad de Mecánica”

“En este proyecto se utiliza un controlador digital NI-DAQ USB 6008 para la adquisición de datos siendo la parte principal del proyecto para el análisis y control de nivel de líquidos, además emplea un sensor ultrasónico LV-MaxSonar-EZ4. A través del controlador digital se maneja los actuadores (bomba y servoválvula); la servoválvula, a medida que aumenta la señal eléctrica, la válvula permite un mayor flujo, mientras acción inversa se reduce la velocidad de flujo con una señal eléctrica cada vez mayor, por lo que es la que controlará el fluido en el banco de control de nivel del presente trabajo. Es importante resaltar las normas ISO (9000, 9001, 9004, 19001) empleadas para los instrumentos de medición de nivel donde se observa un conjunto de operaciones necesarias para asegurar que el equipo de medición cumpla con los requisitos para a su previo uso; con el fin de pasar de un procedimiento sistematizado a un proceso adecuado y aumentar la satisfacción del cliente.

El HMI (interfaz hombre máquina) para la presentación de los datos se emplea la programación grafica o lenguaje G en LABVIEW para crear programas basados en diagramas de bloques.

Este tipo de banco de pruebas del control del nivel de líquidos se puede aplicar en cisternas, embotelladoras, entre otros quedando por definir el tipo de sensor más óptimo”. (Méndez, 2014).

La relación de este proyecto con el prototipo es la utilización del sensor ultrasónico, con la diferencia que para su acondicionamiento en este proyecto se dispone de 3 tipos de señales: analógica, serial y ancho de pulso debido a que es un módulo didáctico para realizar pruebas continuas en el laboratorio de mecánica, mientras que para el prototipo la salida de la señal es de frecuencia de la señal eléctrica (alto 5V y bajo 0V).

“Diseño de un medidor de nivel por ultrasonido, aplicado a las lagunas de aguas residuales del municipio Coatepec, Veracruz.”

“En este proyecto se plantea elaborar un sistema que mida la distancia que existe entre el nivel del líquido y el medidor de nivel a través de elementos electrónicos básicos, conociendo las características del tanque, para lo cual se utilizaron transductores piezoeléctricos 400ST/SR que se basan en el efecto piezoeléctrico, el cual consiste en la transformación de una señal de energía mecánica en otra señal pero de energía eléctrica. El sensor es de tipo analógico además emplea circuitos de acondicionamiento para transmisión y recepción. Para la calibración se realizaron las pruebas suficientes dando como resultado una ecuación lineal.

El sistema consta de tres etapas principales: Diseños de la etapa transmisora, etapa receptora y procesamiento de datos. Los sensores entregan una señal analógica que es procesada por un microcontrolador PIC16F877A, programado en lenguaje PIC basic1, el cual integra componentes activos y pasivos para completar el sensor ultrasónico. El microcontrolador mencionado fue seleccionado por su amplia variedad de puertos de entrada, salida, precio y versatilidad. Se debe tener en cuenta el tipo de proceso que va a realizarse en esta parte del proyecto para la colocación del medidor de nivel”. (González, 2014).

La relación que existe entre este proyecto y el prototipo es la adquisición de datos a través de un microcontrolador en el cual se va a programar el código necesario para su funcionamiento, la desventaja de este proyecto es que se va a realizar el diseño para la transmisión y recepción del nivel de agua haciéndolo vulnerable inestable y no muy confiable por su constante descalibración con respecto al módulo comercial arduino uno empleado, todo esto debido a efectos de ruido; a esto se agrega otra gran

desventaja de este proyecto, es no contar con ningún tipo de comunicación para enviar, almacenar o presentar reportes de la información receptada.

“Diseño e implementación de un medidor de líquidos en tanques a través de un instrumento virtual y un sensor de ultrasonido para el laboratorio de máquinas eléctricas de la carrera de ciencias de la Ingeniería y aplicadas de la universidad técnica de Cotopaxi”

En este proyecto utiliza una tarjeta de adquisición de datos y el sensor electrostático ultrasónico transductor de 50 kHz, cuyo tipo de salida de datos es serial RS-232, solo para transmisión. El sistema proporciona una interface RS-232 para transmisión de datos en serie, la cual se encuentre en uno de los costados del chasis del aparato. El cable de RS-232 incluido con el equipo conecta el sonar con una computadora personal normal a través el puerto serie (COM1 o COM2), además cuenta con la visualización del nivel del líquido en la PC (HMI).

La relación que tiene con nuestro prototipo es la utilización de un sensor ultrasónico pero el que se usa en el prototipo es mucho mejor debido al consumo, es más preciso y muy económico, de igual manera el sistema a implementar dispone de un envío de mensajes mediante un módulo GSM.

“Estudio, diseño e implementación de un prototipo de sistema electrónico de advertencia de presencia de agua a cierto nivel en los pasos deprimidos de la ciudad de Quito, para reemplazar o complementar los actuales sistemas de advertencia.”

Este proyecto plantea implementar un sistema electrónico de señalización y advertencia automático que mejorará la seguridad para los usuarios de los pasos a desnivel o deprimidos.

El circuito tendrá la capacidad de detectar 5 niveles de agua dentro del paso a desnivel, cada uno de estos niveles serán mostrados en la pantalla (Display) indicando al usuario el nivel (altura) de agua en centímetros para que el usuario decida si su vehículo puede o no circular a determinada altura de agua dentro del paso a desnivel, en el último nivel considerado como crítico o imposible para la circulación se activará una barrera que impedirá el paso de cualquier vehículo al interior del paso a desnivel. Los datos del nivel se enviarán a un microcontrolador a través de un switch de nivel.

La relación entre este proyecto y el prototipo es el manejo de las señales de entrada de los sensores y su programación en la tarjeta arduino para manejar el



control de posición; la relevancia del prototipo es que mejora su precisión en cuanto al manejo de información sobre los niveles debido a la utilización de sensores de ultrasonido, de igual forma su envío de datos a través de un módulo GSM hacia un número teléfono para mantener informado al usuario a través de mensajes de texto.

### **2.3. Arduino**

Arduino es una plataforma de software y hardware libre para la creación de proyectos, flexible y fácil de usar. Está basado en los microcontroladores ATMEGA168, ATMEGA328, ATMEGA1280 (Arduino, 2016).

Se creó para estudiantes, profesionales o simplemente aficionados que quieren incursionar en la electrónica y control.

“Arduino puede ser programado para tomar información del mundo que le rodea a través de sus pines de entrada, para esto existe una gran variedad de sensores que puede ser usada y de esta manera puede controlar su entorno mediante luces, pantallas, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing) o con otros programadores como BASCOM. Los proyectos con Arduino pueden ejecutarse sin la necesidad de que éste permanezca conectado a un computador”. (Arduino, 2016)

Arduino es una plataforma de hardware de código abierto, basada en una sencilla placa de circuito impreso que contiene un microcontrolador de la marca “ATMEL” que cuenta con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación processing.

El dispositivo conecta el mundo físico con el mundo virtual, o el mundo analógico con el digital controlando, sensores, alarmas, sistemas de luces, motores, sistemas de comunicaciones y actuadores físicos.

### **2.4. Microcontroladores ATMEL**

Las tarjetas Arduino son placas que contienen un microcontrolador de la marca ATMEL denominada AVR 8-Bit RISC, esta línea de microcontroladores está formada por varios grupos, entre los cuales se encuentra ATMEGA. La diferencia entre las diferentes familias es la cantidad de periféricos que cada una maneja incluyendo la cantidad de memoria.

**Tabla 2.1 Modelos de placas Arduino con su respectivo microcontrolador**

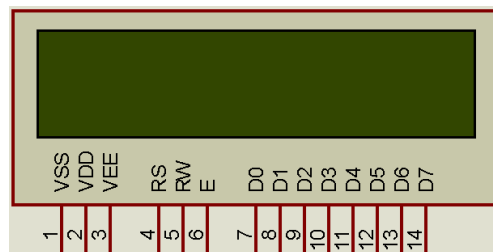
<b>Modelos placas Arduino</b>	<b>Modelos microcontroladores uC</b>
Arduino Due	AT91SAM3X8E
Arduino Leonardo	Atmega 32U4
Arduino uno	Atmega 328p
Arduino Duemilanove	Atmega 168
Arduino Pro 3.3V/8MHz	Atmega 328
Arduino Pro 5V/16MHz	Atmega 328
Arduino Mega 2560 R3	Atmega 2560
Arduino Mega	Atmega 1280
Mega Pro 3.3V	Atmega 2560
Mega Pro 5V	Atmega 2560
Arduino Mini 05	Atmega 328
Pro Micro 5V/16MHz	Atmega 32U4
Pro Micro 3.3V/8MHz	Atmega 32U4

Fuente: (Tapia, 2013).

## 2.5. Display LCD

El LCD es un dispositivo que sirve para visualizar caracteres que el programa realizado en el microcontrolador desee mostrar, con un bajo consumo de energía. Se los puede encontrar con una luz de fondo de distintos colores generalmente azul o verde.

El LCD más usado es el de 16x2, que tiene 2 filas y 16 columnas, como se observa en la figura 2.11.



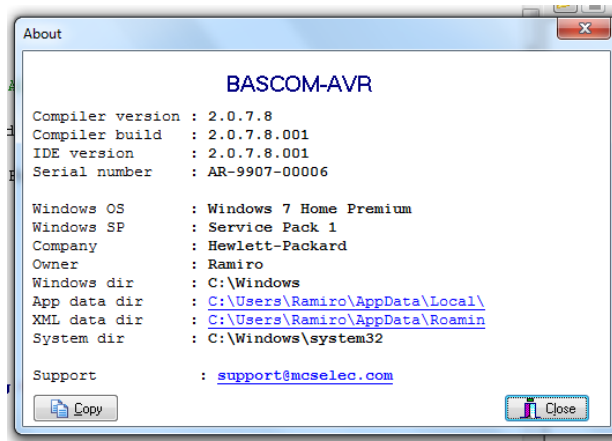
**Figura 2.11 Diagrama de distribución de pines del LCD 20X4 y 16x2.**

Fuente: Labcenter Proteus

## 2.6. Lenguaje de programación

Para que el hardware construido funcione se necesita desarrollar el software correspondiente. Los microcontroladores AVR soportan varios lenguajes de programación como: Ensamblador, C, Basic, etc.

Para la realización de este proyecto se empleará el lenguaje de programación Basic para lo cual se utiliza el software BASCOM AVR, como se aprecia en la figura 2.12.



**Figura 2.12 Información del software instalado**

Fuente: <http://www.mcselec.com/>

## 2.7. GSM (Global System for Mobile Communications)

Es una tecnología de red celular de segunda generación (2G), que permite transmisiones de voz y de datos digitales como mensajes de texto SMS o mensajes multimedia MMS. GSM tiene una modulación GMSK y una técnica de acceso es TDMA y FDMA combinada.

La separación de canales es 200 KHz, los mismos que se denominaran ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number).

Existen 4 bandas de frecuencias (850, 900, 1800, 1900):

### GSM 850

Rango UL: 824 – 849 MHz  
Rango DL: 869 – 894 MHz  
Numero de portadoras: 124

### PCS 1900

Rango UL: 1850 – 1910 MHz  
Rango DL: 1930 – 1990 MHz  
Numero de portadoras: 299

## PGSM 900

Rango UL: 890 – 915 MHz  
Rango DL: 935 – 960 MHz  
Numero de portadoras: 124

## EGSM 900

Rango UL: 880 – 915 MHz  
Rango DL: 925 – 960 MHz  
Numero de portadoras: 174

## GSM 1800

Rango UL: 1710 – 1785 MHz  
Rango DL: 1805 – 1880 MHz  
Numero de portadoras: 374

## **2.8. Breve descripción del proceso investigativo realizado**

### **2.8.1. Problema principal**

- En la ciudad de Quito existen inundaciones en los pasos deprimidos lo que ocasiona accidentes de tránsito ya que no cuenta con un sistema de monitoreo del nivel de agua en dichos sitios.

### **2.8.2. Problemas secundarios**

- Se desconoce de los tipos de medidores de nivel de líquido existentes en la actualidad
- No existe diseñado un sistema para monitorear el nivel de agua en los pasos deprimidos.
- No existe implementado un sistema para monitorear el nivel de agua en los pasos deprimidos.

### **2.8.3. Por qué y para qué de los objetivos**

Se diseñará e implementará un prototipo de medidor de agua a través de un sensor ultrasónico porque no existe en el país un sistema electrónico que realice dicha tarea, para prevenir accidentes de tránsito debido a las inundaciones en los pasos deprimidos.

#### **2.8.4. Hipótesis o idea a defender**

Con el diseño e implementación del prototipo de medidor de nivel de agua a través de un sensor ultrasónico para pasos deprimidos para la ciudad de Quito, se demostrará que se puede prevenir accidentes de tránsito debido a inundaciones.

#### **2.8.5. Los métodos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto son:**

Se utilizó el método analítico para la comparación de los diferentes elementos y documentos relacionados con nuestro prototipo.

Se aplicó el método inductivo y deductivo para la parte del diseño del prototipo.

Se utilizó el método experimental para la implementación del prototipo y realizar las pruebas necesarias para observar que este todo funcionando y calibrar la parte de la medición de nivel de agua.

### **3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **3.1. Descripción del sistema**

Esta sección describe los elementos que se utilizarán para el diseño e implementación de un prototipo medidor de nivel de agua a través de un sensor ultrasónico.

Este sensor sirve para enviar la señal del nivel de agua de los pasos deprimidos, esta señal se procesa mediante un sistema que incluye un módulo arduino uno con un atmega 328p y manda esta información a un módulo GSM SIM900 para enviar mensajes de texto a un determinado número de teléfono con ciertos niveles de agua programados previamente y finalmente se emplea un display LCD para la visualización de los datos adquiridos mediante el sensor ultrasónico.

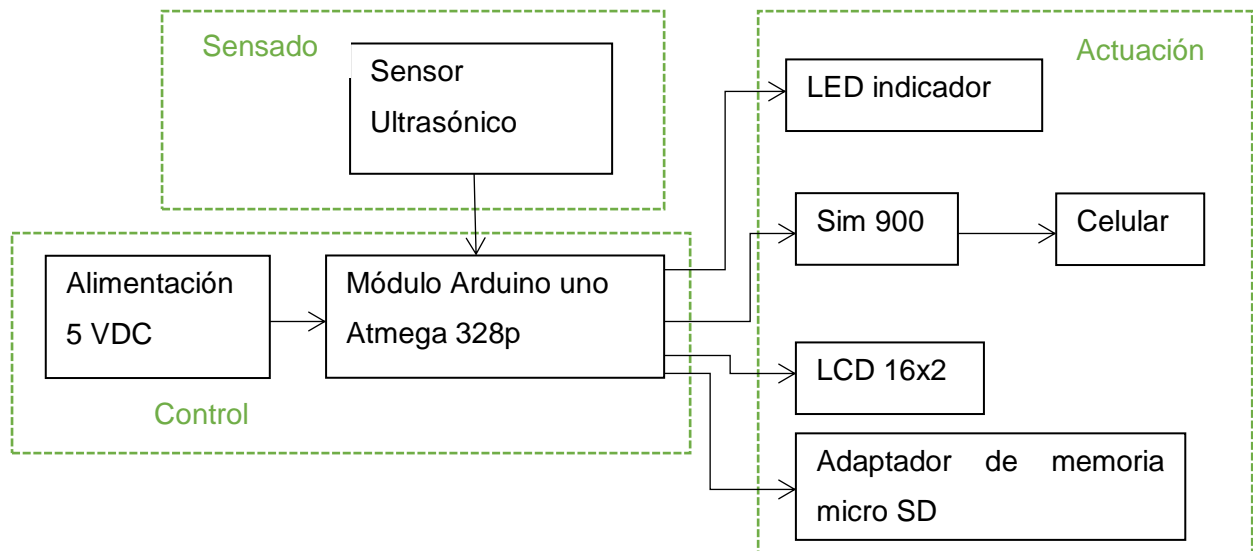
Este sistema realiza un monitoreo diario de los niveles de agua en los pasos deprimidos, teniendo como solución un sistema de adquisición que permita recolectar las muestras del sensor de nivel a través de una memoria micro SD incorporada en su respectivo adaptador. Para la alimentación del sistema se usará una fuente de 5 VDC.

Los 3 niveles de agua son editables a gusto del usuario, de igual manera la altura a la que será ubicado el sensor ultrasónico hasta un máximo de 4 metros.

#### **3.2. Diseño del sistema**

El sistema consta del siguiente diseño y elementos para la parte de hardware, como se muestra en la figura 3.1, consta de 3 etapas: la etapa de sensado, la etapa de control y la etapa de actuación.

- Etapa de sensado: Sensor ultrasónico
- Etapa de control: Módulo arduino uno con el microcontrolador Atmega 328p
- Etapa de actuación: LED indicador, Sim 900, LCD 16x2, Adaptador de memoria micro SD



**Figura 3.1 Diagrama de bloques del hardware del sistema**

Fuente: Autor

### 3.2.1. Módulo Arduino uno

Se utiliza el módulo arduino uno como se muestra en la figura 3.2 porque los shield utilizados son compatibles a nivel de hardware y eléctricamente para ser empleados sin problema y dispone de parámetros equilibrados y de memoria necesaria para que el sistema no esté sobredimensionado. Se usa para el procesamiento de los datos con ayuda del microcontrolador Atmega 328p porque dispone de los pines necesarios para el prototipo.



**Figura 3.2 Arduino uno**

Fuente: (Sainsmart, 2016)

### 3.2.2. Sensor Ultrasónico

Se usa para la recopilación de los datos de cada nivel de agua, el cual envía la información al ATmega 328p, este sensor se puede observar en la figura 3.3. Se usa la fórmula:

$$V_s = \frac{D}{t_1} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde,

D es la distancia

Vs la velocidad del sonido.

$$t_1 = \frac{t}{2} \quad \text{Ec. 3.2}$$

Donde, t es el tiempo de ida y vuelta



**Figura 3.3 Sensor ultrasónico HCSR-04**

Fuente: (Sainsmart, 2016)

### 3.2.3. Módulo GSM SIM 900

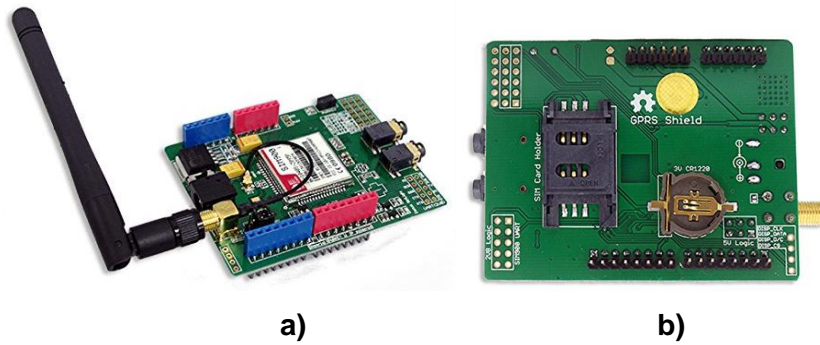
El envío de SMS se realizará mediante la tecnología GSM debido a que no es necesario altas velocidades de transmisión. Los mensajes de texto permiten enviar 160 caracteres de los cuales solo se utilizarán un máximo de 21 caracteres. Este módulo se puede apreciar en la figura 3.4.

El módulo sirve para enviar un mensaje de texto, con la información del nivel en que se encuentra el agua a un número previamente programado.

El SIM900 como es QUAD-BAND o sea opera con las bandas 850/900/1800/1900 MHz permite trabajar con cualquier operadora de celular.

Este módulo se puede utilizar el GSM O GPRS, pero para el diseño en la parte de envío de mensajes de texto se usará GSM y se controlará mediante Comandos AT, los cuales se usan en la programación.



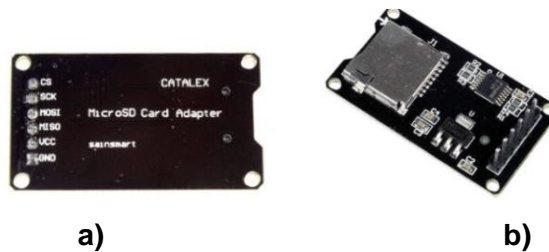


**Figura 3.4 Módulo GSM Sim900. a) Vista frontal. b) Vista posterior**

Fuente: (Sainsmart, 2016)

### 3.2.4. Adaptador micro SD card

Este módulo sirve para conectar una memoria micro SD para guardar todo el historial de los niveles de agua con su respectiva fecha y hora. Este dispositivo se muestra en la figura 3.5.



**Figura 3.5 Adaptador micro SD. a) Vista posterior. b) Vista frontal**

Fuente: (Sainsmart, 2016)

### 3.2.5. Módulo LCD

El registro de la fecha y hora se presenta en el LCD, de igual manera se desplegará los niveles de nivel de agua. Este módulo se puede observar en la figura 3.6.



**Figura 3.6 Módulo LCD Sainsmart**

Fuente: (Sainsmart, 2016)

### 3.3. Diagrama del circuito

En la figura 3.7 se aprecia el diagrama de conexión del circuito.

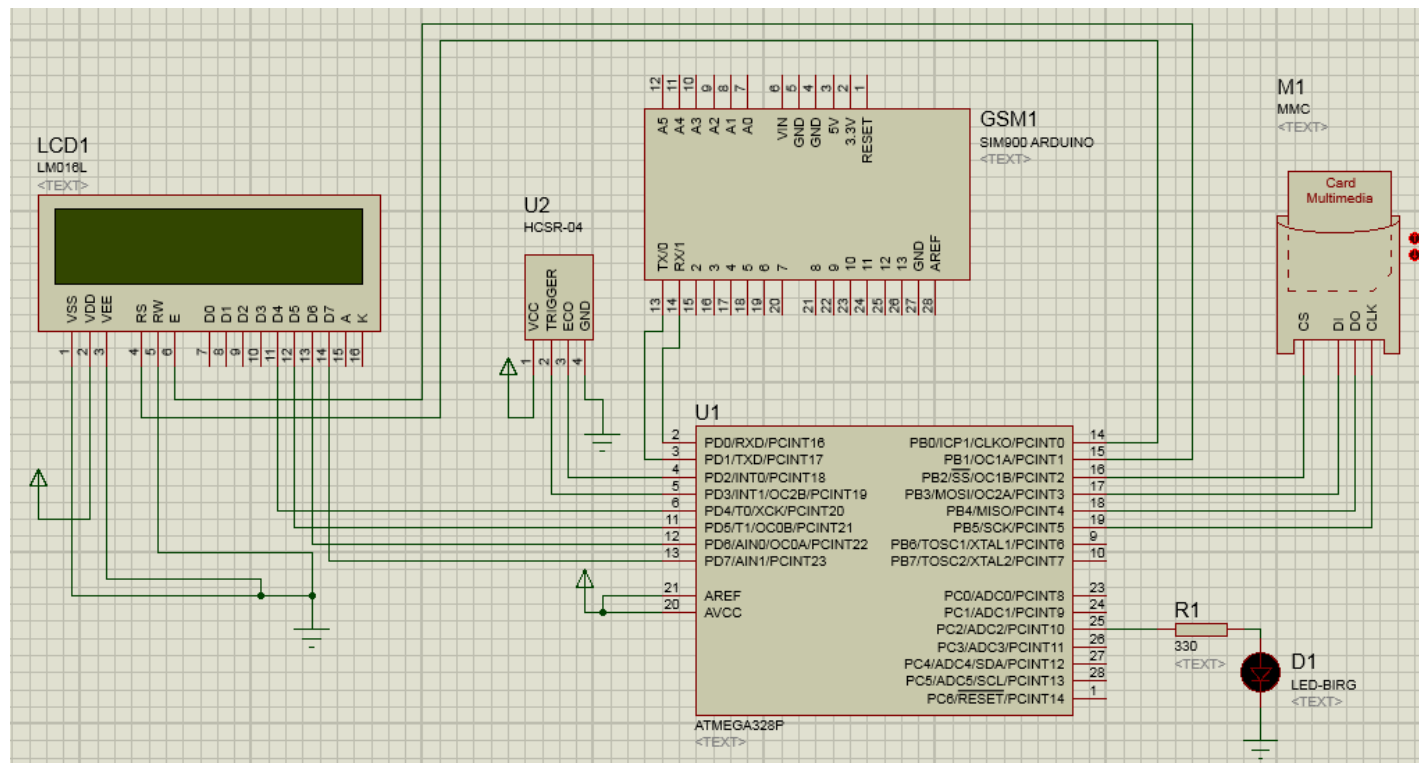


Figura 3.7 Diagrama del circuito

Fuente: Autor

### 3.4. Diagrama de flujo

En el diagrama de flujo de la figura 3.8 se muestra cómo funciona el software del prototipo.

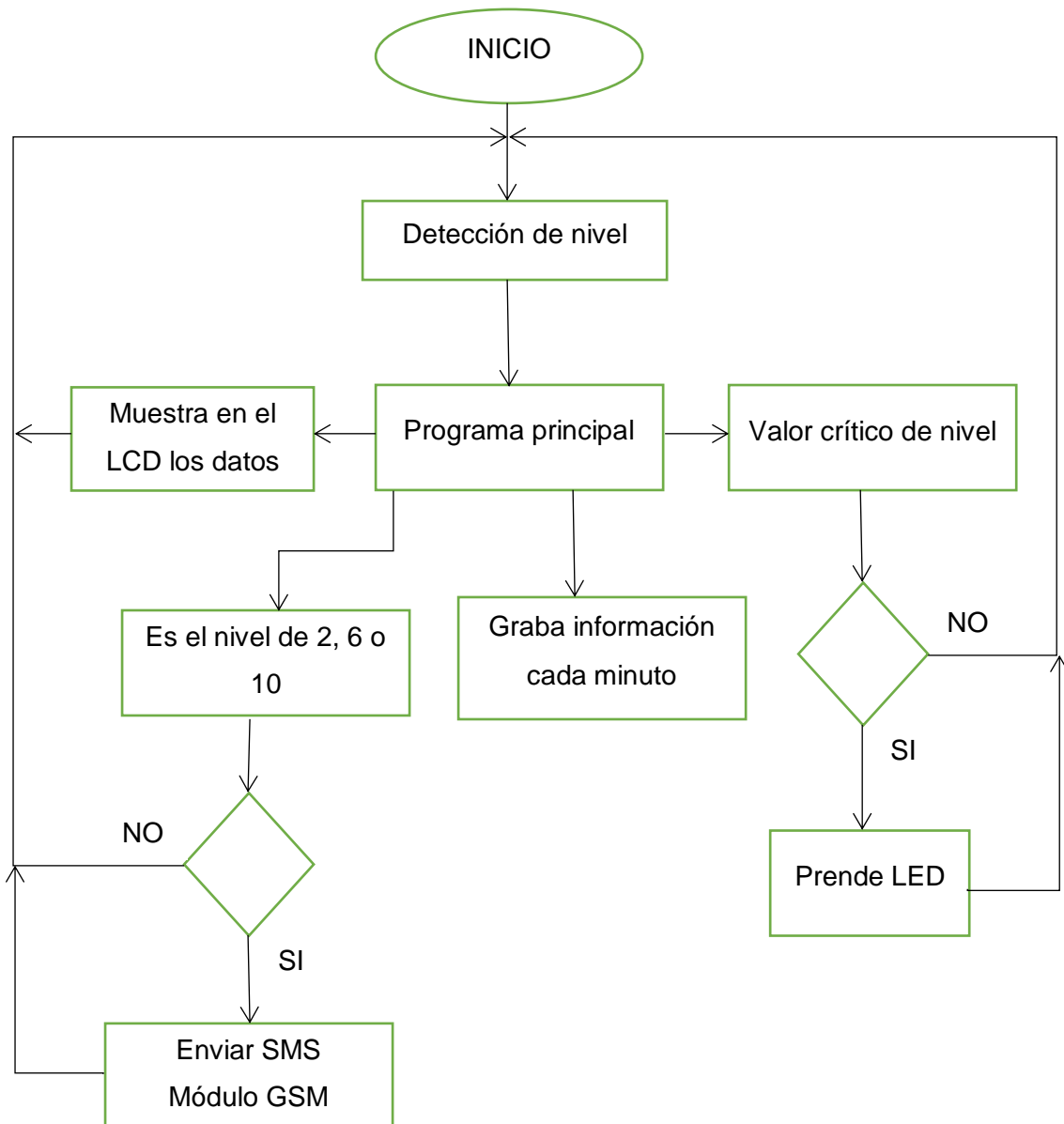


Figura 3.8 Diagrama de flujo del software

Fuente: Autor

### 3.5. Implementación

Una vez realizado el diseño del sistema se procede a la implementación e interconexión de los elementos.

#### 3.5.1. Interconexión de cada parte del sistema

En la figura 3.9 se observa las conexiones de los módulos arduino uno y del SIM 900 para la transmisión y recepción de los datos a la red GSM.

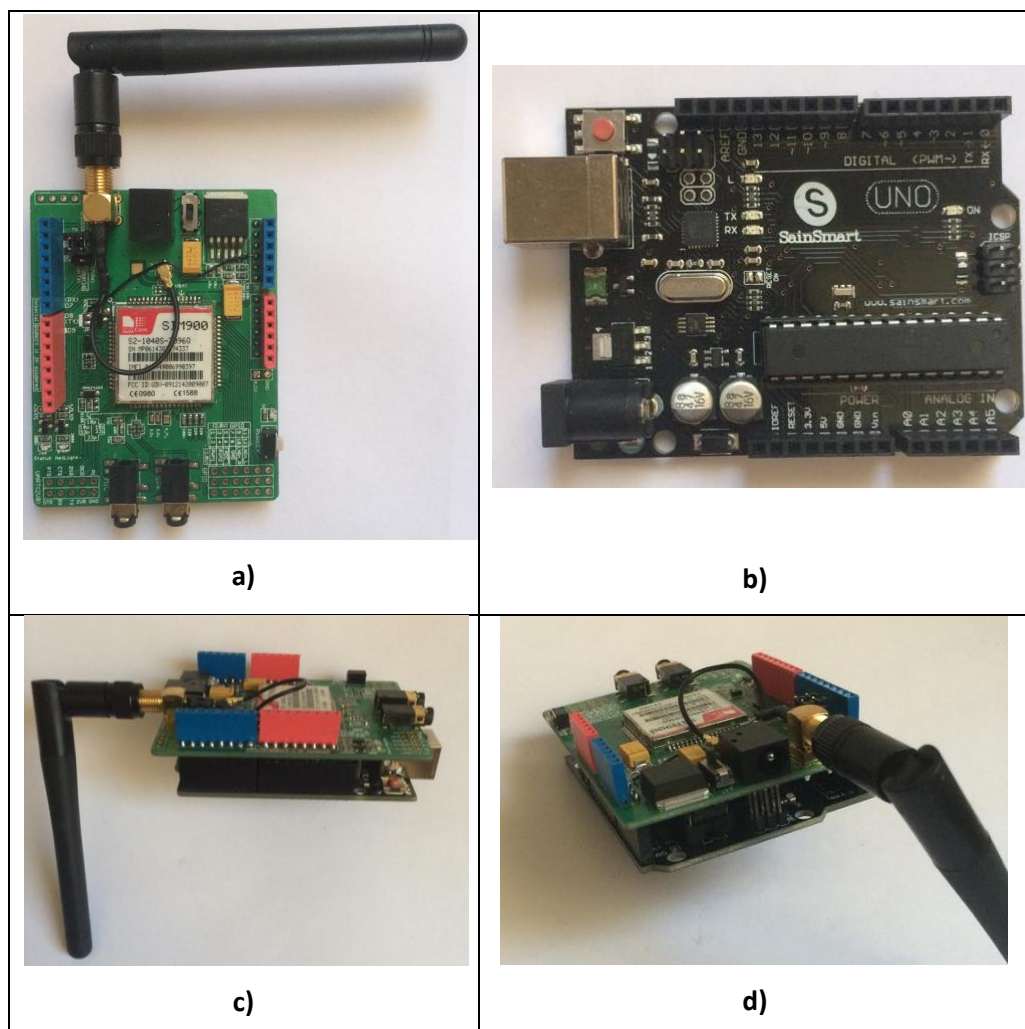
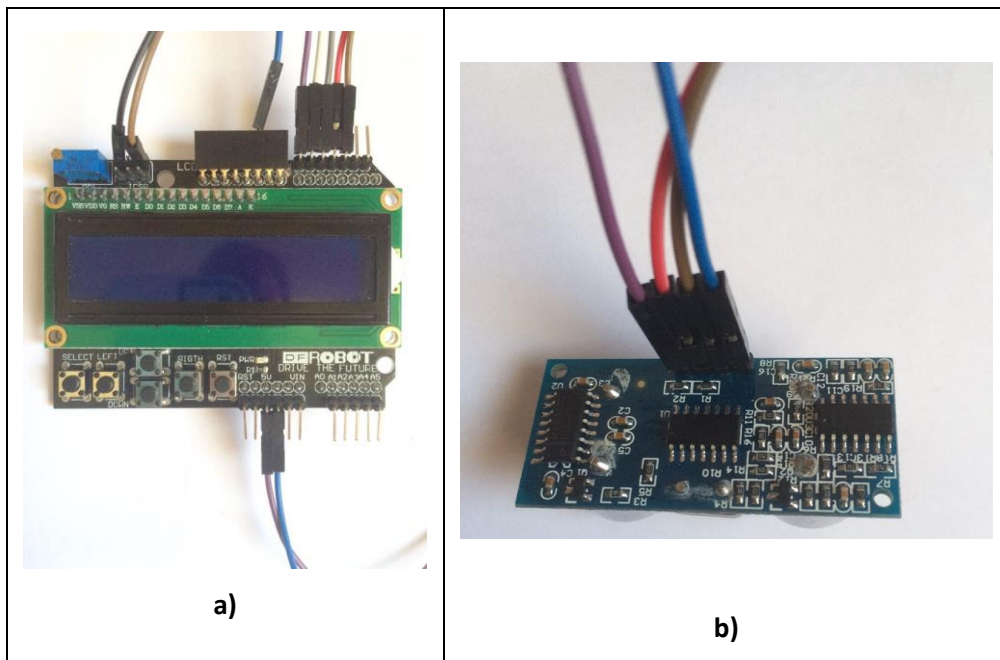


Figura 3.9 Interconexión del módulo Sim900 y el módulo arduino uno. a) Sim900. b) Módulo arduino uno. c), d) Vistas laterales Sim 900

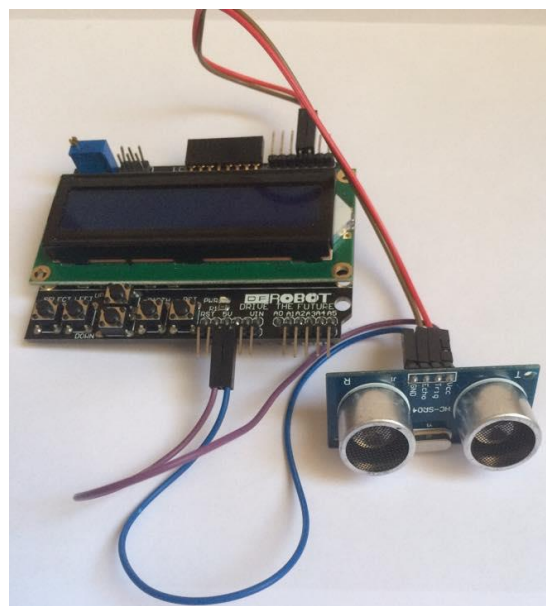
Fuente: Autor

Como se puede apreciar en las figuras 3.10 y 3.11 existe la conexión del LCD y del sensor ultrasónico, pero en dicha conexión solo se está usando el hardware del LCD para la transmisión de datos del nivel hacia el arduino uno y para la alimentación.



**Figura 3.10 Conexiones del LCD y sensor HCSR-04. a) LCD. b) Sensor HCSR-04**

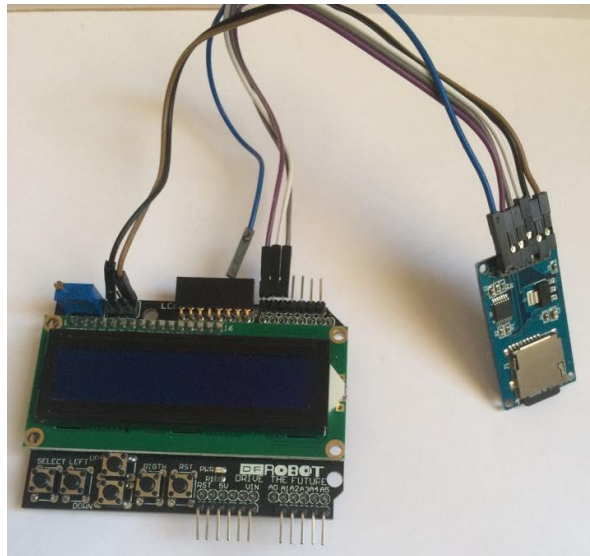
Fuente: Autor



**Figura 3.11 Interconexión LCD con sensor HCSR-04**

Fuente: Autor

Como se muestra en la figura 3.12 la conexión del LCD y adaptador de micro SD, de igual forma se usa el hardware del LCD para la transmisión de datos desde el microcontrolador atmega 328p y para la alimentación

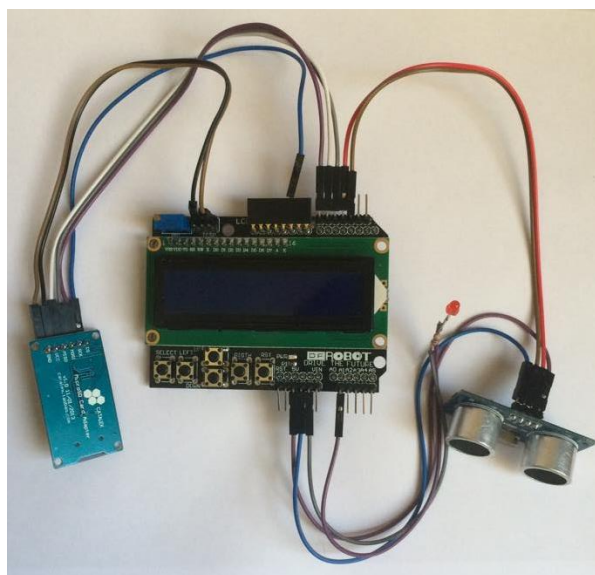


**Figura 3.12 Interconexión Adaptador micro SD y LCD.**

Fuente: Autor

### **3.5.2. Interconexión de todos los módulos y elementos del prototipo**

En la figura 3.13 se observa la conexión en conjunto del LCD, el adaptador micro SD y el sensor ultrasónico, adicionalmente un LED indicador del nivel crítico.



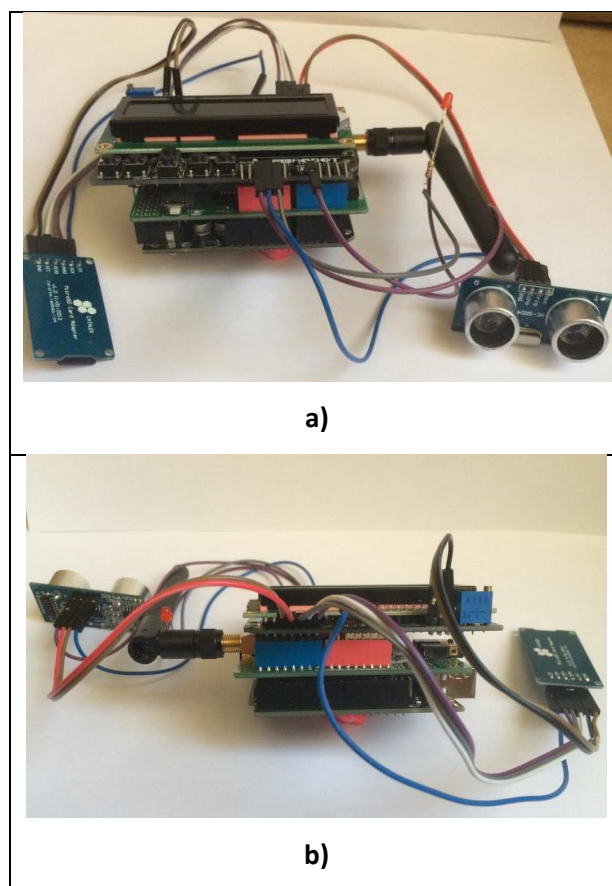
**Figura 3.13 Interconexión de módulos y elementos vista frontal**

Fuente: Autor



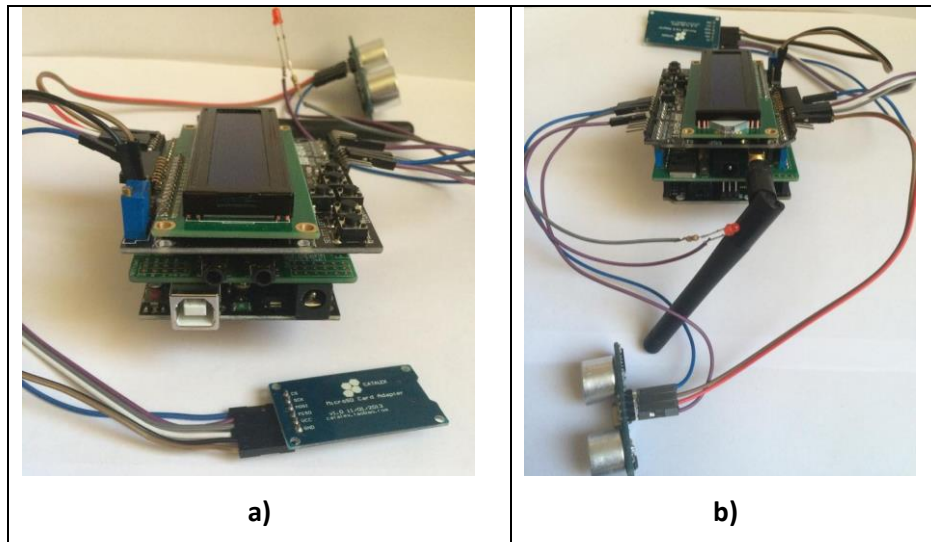
Para las conexiones finales se acoplaron los módulos unos sobre otros y los demás elementos se conectaron con cable dupont para arduino. Los dispositivos están interconectados de tal manera que el microcontrolador puede enviar y recibir la información sin la necesidad de estar directamente conectados. Como se aprecia en las figura 3.14 y 3.15 el LCD, el LED, el adaptador micro SD, el Sim900 y el sensor ultrasónico están usando el hardware arduino para el envío y recepción de datos, de igual manera para la alimentación.

Para mayor información de la interconexión del prototipo revisar el anexo 5 y el diagrama del circuito.



**Figura 3.14 Interconexión módulos y elementos. a) Vista lateral 1. b) Vista lateral 2.**

Fuente: Autor

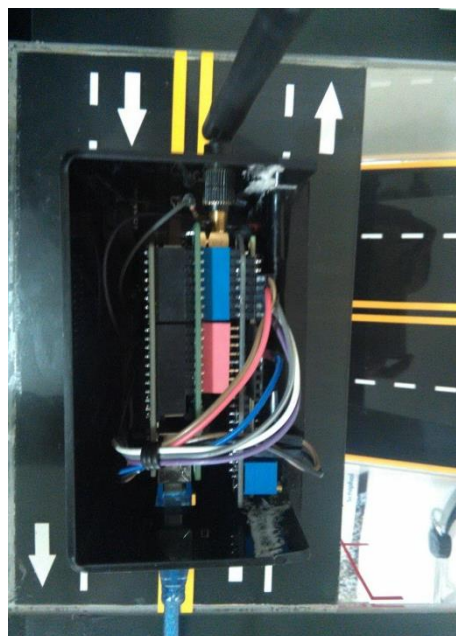


**Figura 3.15 Interconexión módulos y elementos. a) Vista lateral 3. b) Vista lateral**

**4.**

Fuente: Autor

Como se muestra en la figura 3.16 el módulo es muy compacto y puede ser instalado en espacios reducidos.



**Figura 3.16 Interconexión de los módulos y elementos final**

Fuente: Autor



### 3.5.3. Prototipo Final

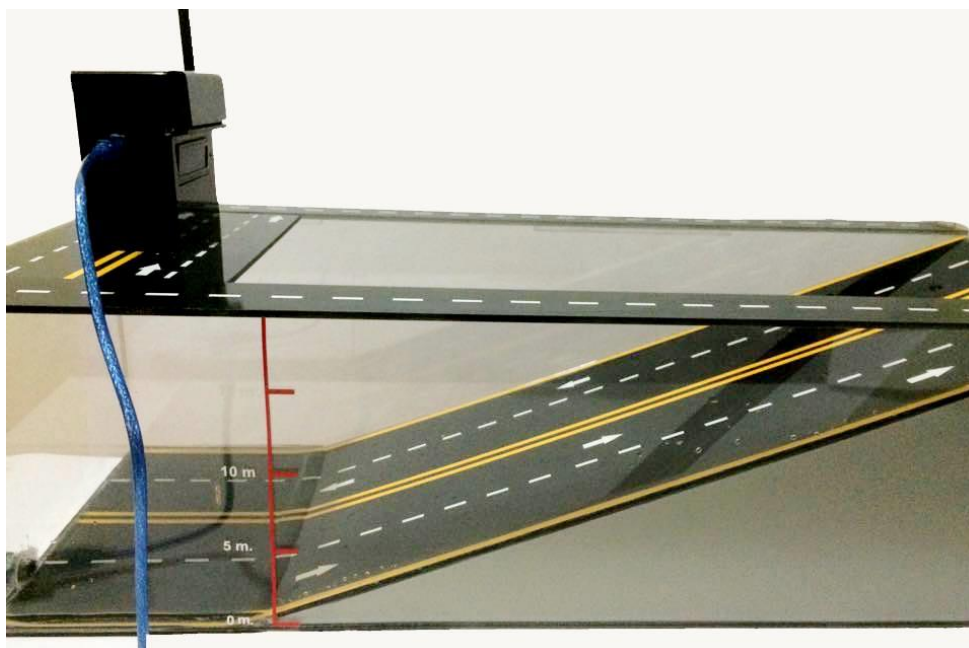
En la figura 3.17 se aprecia el prototipo terminado y funcionando de manera correcta.



**Figura 3.17 Prototipo terminado**

Fuente: Autor

En las figuras 3.18 y 3.19 se observa el prototipo instalado en una maqueta que simula los pasos deprimidos.



**Figura 3.18 Prototipo terminado e instalado en la maqueta vista lateral**

Fuente: Autor



**Figura 3.19 Prototipo terminado e instalado en la maqueta vista frontal**

Fuente: Autor

### 3.6. Pruebas de comprobación:

Se realizan pruebas básicas del prototipo para ver que todos los elementos se encienden de manera correcta como se aprecia en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Pruebas de encendido**

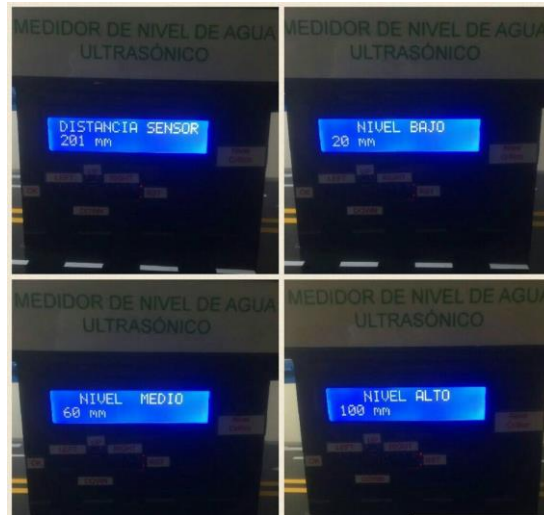
PROCEDIMIENTO	FUNCIONAMIENTO	
	CORRECTO	INCORRECTO
Encendido del arduino uno	√	
Inserte memoria micro SD	√	
Visualización correcta del LCD	√	
Activación del Sim900	√	
Sensor ultrasónico envío de datos	√	
LED indicador de nivel máximo	√	

Fuente: Autor

### 3.7. Pruebas de operatividad:

Se realizaron las siguientes pruebas de funcionamiento del sistema:

El sistema tiene un pequeño menú donde se puede editar los valores de distancia del sensor, y los 3 niveles que se crea conveniente para el envío de mensajes de texto como se muestra en la figura 3.20.



**Figura 3.20 Menú para editar distancia del sensor y niveles de envío de SMS**

Fuente: Autor

Mientras el nivel de agua sea menor a 2 cm solo muestra en el LCD la fecha, hora y el nivel en que se encuentra como se observa en la figura 3.21.



**Figura 3.21 Prueba 1 de nivel**

Fuente: Autor

Cuando el nivel de agua supere los niveles 2, 6 y 10 se desplegaran en el LCD el nivel respectivo, un mensaje de alerta y un mensaje enviado por GSM a un determinado número como medida preventiva e informativa como se aprecia en la figura 3.22, 3.23 y 3.24



**Figura 3.22 Prueba 2 de nivel**

Fuente: Autor



**Figura 3.23 Prueba 3 de nivel**

Fuente: Autor

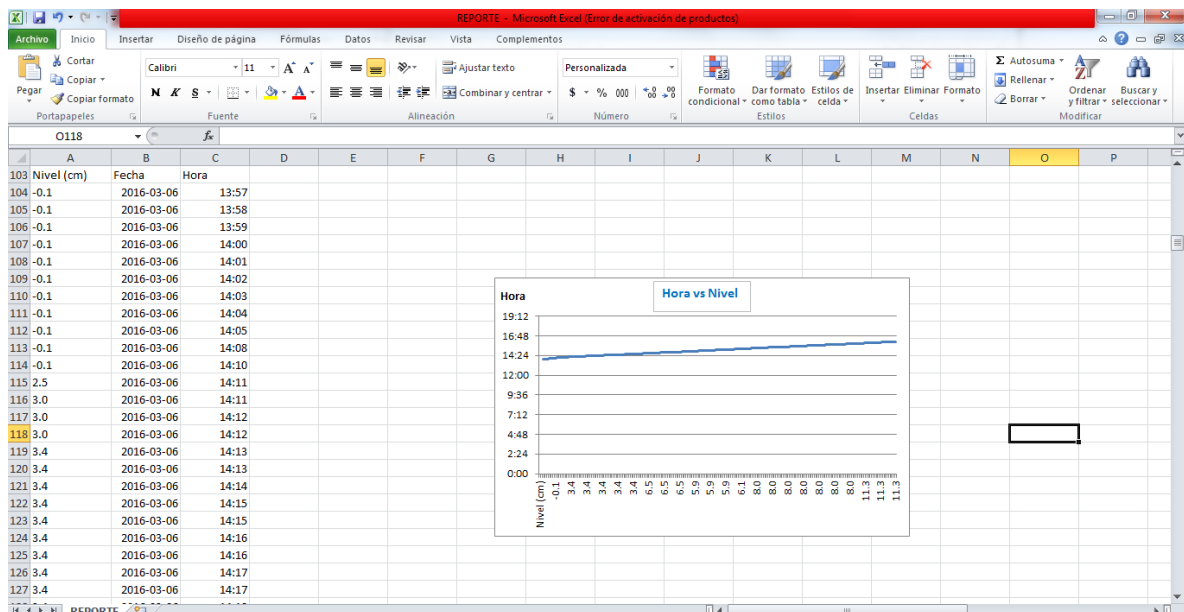
Se muestra en la figura 3.24 que en el nivel crítico de 10 cm emite una alerta luminosa por medio de un LED, aparte de lo mencionado anteriormente.



**Figura 3.24 Prueba 4 de nivel**

Fuente: Autor

Como se observa en la figura 3.25 el prototipo genera un documento con los datos de las pruebas, grabados en la memoria micro SD.



**Figura 3.25 Prueba de registro de datos**

Fuente: Autor

### 3.8. Análisis de costos

Para la implementación se requiere la compra de algunos elementos, módulos arduino y tiempo de mano de obra, cuyos costos se detallan a continuación en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Costos del prototipo**

ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	TOTAL \$
Arduino uno Atmega 328p	1	22	22
Adaptador micro SD	1	10	10
LCD 16x2	1	11,20	11,20
Modulo Sim900	1	70	70
Sensor ultrasónico HCSR-04	1	7	7
Memoria micro SD 2 GB	1	6	6
Paquete Cable dupont	1	3	3
LED	1	0,10	0,10
Resistencia	1	0,05	0,05
<b>Subtotal</b>			<b>129,35</b>
Mano de obra	18 horas	10	180
<b>Total</b>			<b>309,35</b>

Fuente: Autor

A simple vista puede ser relativamente costoso, pero este prototipo es viable ya que ahorrará posibles daños materiales a los automotores que quedan atrapados en los pasos deprimidos en la ciudad de Quito debido a la inundación de los mismos.

Cabe indicar que estos costos pueden ser menores si se realiza una producción de mayor número.

## CONCLUSIONES

- El Medidor de nivel de Líquidos en los pasos deprimidos contribuye con la reducción de accidentes de tránsito debido a inundaciones, ya que los conductores podrán estar informados de la altura del agua y tomar las precauciones respectivas.
- Bascom es una herramienta que ha facilitado mediante lenguaje de programación BASIC programar un atmega 328p, para controlar el hardware necesario del prototipo de una forma ágil y sencilla
- El sensor ultrasónico permite medir el nivel de líquidos de una forma simple, rápida y con mucha precisión, sin necesidad de instrumentos mecánicos que necesiten algún tipo de mantenimiento.
- Gracias al módulo GSM Sim900 se realizará la entrega de la información mediante SMS a los distintos números de emergencia programados, lo cual servirá para tomar las medidas preventivas necesarias antes que ocurra algún accidente.
- El envío de mensajes de texto por medio de telefonía móvil dependerá mucho de la señal que haya en el sitio a instalar el sistema, lo que puede generar inconvenientes en zonas rurales, por tal razón deberá buscarse la operadora celular con mejor cobertura del sector.
- Si el prototipo se va a instalar ya en un paso deprimido real se deben realizar pruebas de seguimiento y concluir si amerita o no un cambio en la programación para discriminar los objetos no deseados que van por la zona de paso como: personas, autos y animales, para evitar falsos positivos, ya que de igual forma como solución se puede aislar el sensor del paso de objetos no deseados y evitar este inconveniente.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer pruebas previas en caso de usar otro sensor ultrasónico para ver si existen pérdidas en la reflexión de la señal y evitar errores, ya que estos dispositivos no tienen la misma tolerancia de medición.
- Para la implementación del prototipo se debe aislar los componentes electrónicos para evitar que el agua afecte estos.
- Se sugiere usar los servicios de operadora móvil CLARO para el envío de SMS en lugares alejados ya que tiene mayor cobertura, aunque si es a nivel urbano funcionaría muy bien con cualquier operadora.
- Se aconseja contratar un plan de mensajes de texto ilimitados para no tener ningún inconveniente con el saldo del chip.
- De preferencia usar memoria micro SD de 2GB en adelante para el registro de los eventos a ser almacenados por un largo periodo de tiempo.
- Se recomienda a futuro incorporar una aplicación de teléfono inteligente que alerte a los conductores y peatones, para que también estén informados con más anticipación y evitar tomar la vía que va al paso deprimido inundado.

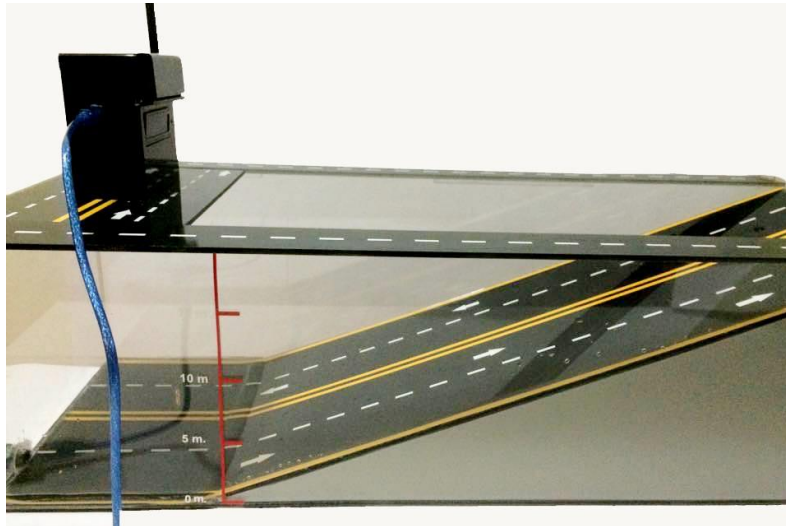


## BIBLIOGRAFÍA:

- CREUS, S. Antonio. 2010. Instrumentación Industrial, Octava Edición. Barcelona-España, Marcombo S.A.
- Méndez, M. (2014). Implementación de un banco de pruebas para el control de nivel de líquidos en el laboratorio de instrumentación industrial de la facultad de mecánica (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3338/1/25T00225.pdf>
- Benítez, D. (1994). Diseño y construcción de un sistema de control de nivel de líquidos (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5113/1/T2298.pdf>
- Gonzáles, H. (2014). Diseño de un medidor de nivel por ultrasonido, aplicado a las lagunas de aguas residuales del municipio Coatepec, Veracruz (tesis de pregrado). Universidad Veracruzana, Veracruz. Recuperado de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/34928/1/gonzalezriverahely1d2.pdf>
- Edwin, S. (2015). Estudio, diseño e implementación de un prototipo de sistema electrónico de advertencia de presencia de agua a cierto nivel en los pasos deprimidos de la ciudad de Quito, para reemplazar o complementar los actuales sistemas de advertencia (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Israel, Quito-Ecuador.
- Arduino. (2016). ARDUINO. Recuperado de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>
- Tapia, C. Manzano, H. (2013). Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil-Ecuador. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/240130661/11/Tabla-2-1-Modelos-de-placas-Arduino-Modelos-microcontroladores>.
- Jácome, E. (19 de Abril de 2015). El Comercio. Recuperado de <http://www.elcomercio.com/actualidad/pasosadesnivel-quito-riesgo-inundaciones-lluvias.html>
- Sainsmart. (2016). Sainsmart. Recuperado de <http://www.sainsmart.com>

## Anexos

### Anexo 1



## PROTOTIPO DE MEDIDOR DE NIVEL DE AGUA A TRAVÉS DE UN SENSOR ULTRASÓNICO PARA PASOS DEPRIMIDOS


---

### MANUAL DE USUARIO

**Autor:**

Ramiro Astudillo

## ÍNDICE

<b>1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</b>		<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>		<b>2</b>
Descripción de partes y accesorios		2
Sensor Ultrasónico		2
Módulo GSM SIM 900		2
Adaptador microSD card		3
Módulo LCD		3
<b>3. MONTAJE DEL DISPOSITIVO</b>		<b>4</b>
Esquema de conexión de las partes y accesorios:		4
Prototipo armado:		5
<b>4. GUÍA DE USO</b>		<b>6</b>
<b>5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES</b>		<b>7</b>
<b>6. E-MAIL Y TELÉFONOS DE SOPORTE TÉCNICO</b>		<b>8</b>

## 1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD



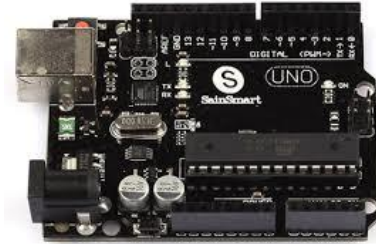
	No moje la placa electrónica.
	Se puede conectar a una fuente de 5 VDC, con su respectivo conector.
	Para el encendido del dispositivo se debe conectar el adaptador de 110 VAC al tomacorriente.
	Para la conexión y desconexión del dispositivo se recomienda no alar del cable, sino de la base del adaptador de 110 VAC.

## 2. INTRODUCCIÓN

El presente prototipo electrónico permite medir el nivel de agua de los pasos deprimidos para evitar accidentes en caso de que estos se inunden.

### Descripción de partes y accesorios

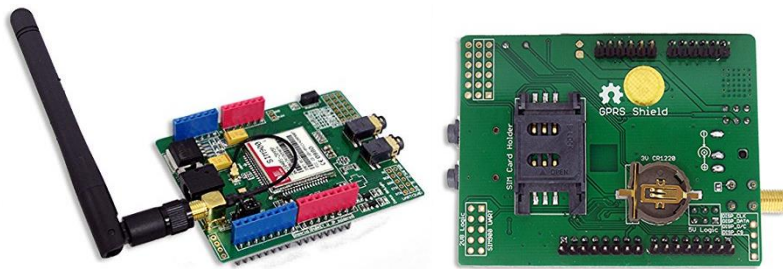
#### Módulo Arduino uno



#### Sensor Ultrasónico



#### Módulo GSM SIM 900



## Adaptador microSD card

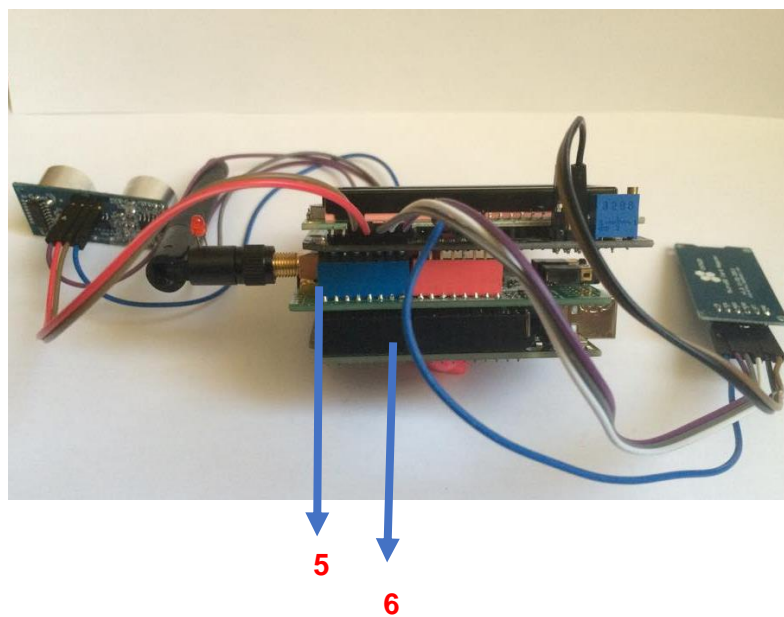
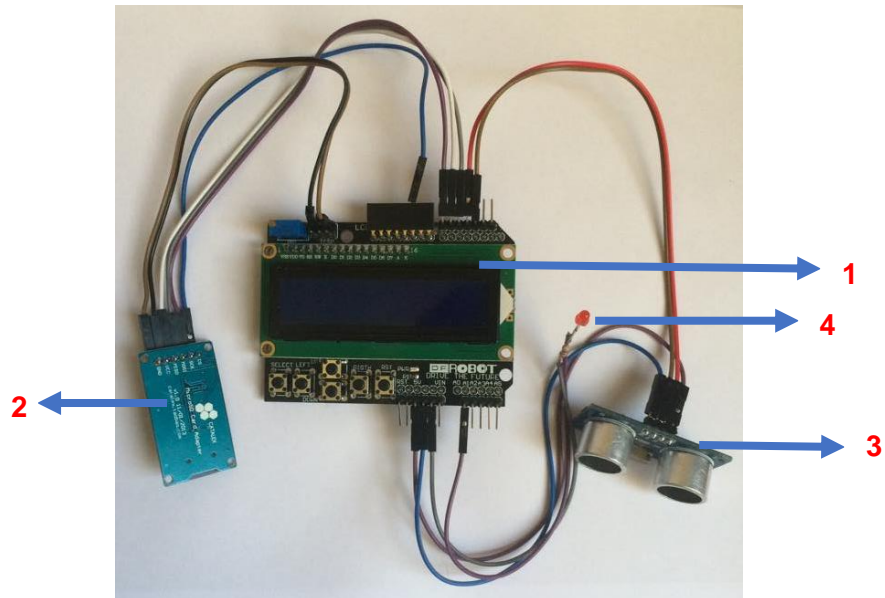


## Módulo LCD



### 3. MONTAJE DEL DISPOSITIVO

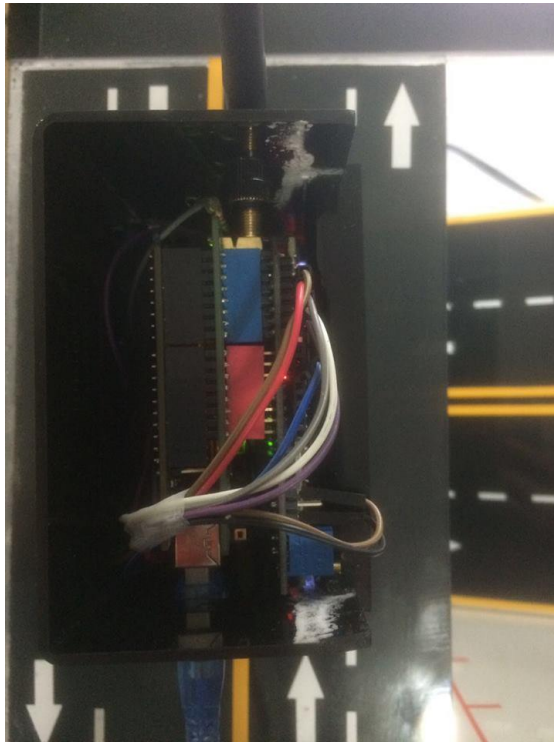
Esquema de conexión de las partes y accesorios:



#### Descripción:

- 1.- LCD
- 2.- Adaptador micro SD
- 3.- Sensor ultrasónico
- 4.- LED indicador de nivel crítico
- 5.- Módulo SIM 900
- 6.- Arduino uno

**Prototipo armado:**





#### 4. GUÍA DE USO

Primero verificar que las partes y accesorios estén correctamente conectados como se indica en el punto 3 del manual. Para encender el sistema conecte el adaptador de 110 VAC al tomacorriente, el cual alimenta al prototipo con 5 VDC, así mismo se puede conectar a una fuente de 5 VDC directamente.

En ese momento se encenderá el LCD y le indicará si hay una memoria SD, y desplegará un pequeño menú donde podrá ingresar los 3 niveles de configuración para el nivel de sensado, así también la altura del sensor; usando el teclado del LCD (UP y DOWN para subir y bajar el valor, RIGHT y LEFT para desplazarse en el menú, OK para aceptar y RST para reiniciar el prototipo). Luego el dispositivo iniciará normalmente sensando el nivel de agua.

- Distancia del sensor

Una vez dentro del menú aparecerá la opción distancia del sensor, ahí se podrá seleccionar la altura a la que se va a ubicar el sensor usando los pulsadores UP y DOWN, cuyo rango va de 0 a 400 mm.

- Nivel bajo, medio y alto

Para desplazarse por el menú se usa el pulsador RIGHT, que permite moverse al nivel bajo, si se lo presiona de nuevo al nivel medio, por último al nivel alto y se puede regresar con el pulsador LEFT, de igual forma se podrá escoger los valores de los niveles que el usuario considere apropiado mediante el uso de los pulsadores UP y DOWN.

## 5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES

<b>Problema más comunes</b>	<b>Solución</b>
El prototipo no se enciende.	Verificar que el prototipo esté conectado correctamente al tomacorriente de 110 VAC o a la fuente de 5 VDC.
El prototipo entrega medidas erróneas.	Verificar que el sensor este ubicado a la altura exacta que se configuró en el prototipo.
El prototipo no envía los mensajes de texto.	Verificar que el chip tenga saldo, que haya cobertura de la operadora de red móvil o que la ranura donde va el chip no esté dañada.
El LED indicador no enciende.	Verificar que se configuró el nivel crítico correspondiente.
No se guarda la información en la memoria micro SD.	Verificar que el adaptador de memoria micro SD esté conectado o que la memoria micro SD no esté llena.

## 6. E-MAIL Y TELÉFONOS DE SOPORTE TÉCNICO

E-MAIL: [rami\\_12885@hotmail.com](mailto:rami_12885@hotmail.com)

TELÉFONO: 023360359

CELULAR: 0992668257

## Anexo 2

### Programa

\$regfile = "m328pdef.dat"

\$crystal = 16000000

'INICIO DE RAM

\$hwstack = 140

\$swstack = 160

\$framesize = 232

'VELOCIDAD DEL PUERTO SERIAL SIM900

\$baud = 9600

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc

Start Adc

Config Serialin = Buffered , Size = 100

'TIMER GENERA 1 SEGUNDO

Config Timer1 = Timer , Prescale = 1024

On Timer1 Segundo

Enable Timer1

Dim T As Word

Dim Tecla As Byte

Dim Analogico As Word

Dim F As Byte

Dim D As Word

Dim R As Word

Dim Dh As Word

Dim Dm As Word

Dim DI As Word

Dim Ds As Single

Dim Dhs As Single

Dim Dms As Single

Dim Dls As Single

Dim Ggg As Word

Dim L As Byte

Dim S As Byte

Dim Muestra As Byte  
Dim Muestra1 As Byte  
Dim Btemp1 As Byte  
Dim Enviar As Byte  
Dim W As Word  
Dim Distancia As Single  
Dim Distanciaa As Single  
Dim Distanciaas As String \* 10  
Dim Dato As String \* 50  
Dim Rtc As String \* 100  
Dim Rtc1 As String \* 16  
Dim Rtc2 As String \* 16  
Dim Rtc3 As String \* 16

Dim D\_e As Eram Word At 1  
Dim Dh\_e As Eram Word At 3  
Dim Dm\_e As Eram Word At 5  
Dim DI\_e As Eram Word At 7

'Dim Rtc4 As String \* 16

Wait 1

D = D\_e

Dh = Dh\_e

Dm = Dm\_e

DI = DI\_e

If D > 400 Then D = 0

If Dh > 400 Then Dh = 0

If Dm > 400 Then Dm = 0

If DI > 400 Then DI = 0

Muestra = 30

Led Alias Portc.1

Ddrc.1 = 1

'SENSOR DE DISTANCIA

Trigger Alias Portd.3

Ddrd.3 = 1

'ENTRADA PULL UP

```

Portd.3 = 0
Ddrd.2 = 0          'ENTRADA PULL UP
Portd.2 = 1

Ddrc.2 = 1
Portc.2 = 0
Wait 1
Portc.2 = 1
Wait 2
Portc.2 = 0

Cls
Cursor Off
$include "Config_MMCSH_HC.BAS"
$include "Config_AVR-DOS.BAS"

If Gbdriveerror = 0 Then
  'Print "Init File System ... ";
  Btemp1 = Initfilesystem(1)
  If Btemp1 <> 0 Then
    'Print "Error: " ; Btemp1 ; " at Init file system"
    Locate 1 , 1
    Lcd "  INSERTE LA  "
    Locate 2 , 1
    Lcd "  MEMORIA  "
    Wait 1
    Cls
    Wait 1
    Goto 0
  Else
    Cls
    Locate 1 , 1
    Lcd "MEMORIA OK"
    Wait 1
    Cls

End If

```

Else

Print "Error during Drive Init: " ; Gbdriveerror

Locate 1 , 1

Lcd " INSERTE LA "

Locate 2 , 1

Lcd " MEMORIA "

Wait 1

Cls

Wait 1

Goto 0

End If

Cls

Cursor Off

Locate 1 , 1

Lcd "DISTANCIA SENSOR"

Locate 2 , 1

Lcd D ; " mm "

Do

R = 500

Salto:

Analogico = Getadc(0)

Waitms 10

Incr T

Tecla = 6

If Analogico < 700 And Analogico > 600 Then Tecla = 1

If Analogico < 450 And Analogico > 350 Then Tecla = 2

If Analogico < 10 Then Tecla = 3

If Analogico < 300 And Analogico > 200 Then Tecla = 4

If Analogico < 150 And Analogico > 50 Then Tecla = 5

If Tecla < 6 Then

T = 0

If Tecla = 3 Then

Incr F

If F = 4 Then F = 0

If F = 0 Then

Locate 1 , 1

```
Lcd "DISTANCIA SENSOR"  
Locate 2 , 1  
Lcd D ; " mm "  
End If
```

```
If F = 1 Then  
Locate 1 , 1  
Lcd " NIVEL BAJO "  
Locate 2 , 1  
Lcd DI ; " mm "  
End If
```

```
If F = 2 Then  
Locate 1 , 1  
Lcd " NIVEL MEDIO "  
Locate 2 , 1  
Lcd Dm ; " mm "  
End If
```

```
If F = 3 Then  
Locate 1 , 1  
Lcd " NIVEL ALTO "  
Locate 2 , 1  
Lcd Dh ; " mm "  
End If  
Waitms 500  
End If
```

```
If Tecla = 2 Then  
Decr F  
If F = 255 Then F = 3  
If F = 0 Then  
Locate 1 , 1  
Lcd "DISTANCIA SENSOR"  
Locate 2 , 1  
Lcd D ; " mm "  
End If
```



```
If F = 1 Then
  Locate 1 , 1
  Lcd " NIVEL BAJO "
  Locate 2 , 1
  Lcd DI ; " mm "
End If
```

```
If F = 2 Then
  Locate 1 , 1
  Lcd " NIVEL MEDIO "
  Locate 2 , 1
  Lcd Dm ; " mm "
End If
```

```
If F = 3 Then
  Locate 1 , 1
  Lcd " NIVEL ALTO "
  Locate 2 , 1
  Lcd Dh ; " mm "
End If
Waitms 500
End If
```

```
If F = 0 Then
  If Tecla = 5 Then
    Incr D
    If D = 401 Then D = 0
    Locate 2 , 1
    Lcd D ; " mm "
    If R > 0 Then R = R - 100
    Waitms R
    Goto Salto
  End If
  If Tecla = 4 Then
    Decr D
    If D > 400 Then D = 400
```

```
Locate 2 , 1
Lcd D ; " mm "
If R > 0 Then R = R - 100
Waitms R
Goto Salto
End If
End If
```

```
If F = 1 Then
  If Tecla = 5 Then
    Incr DI
    If DI = 401 Then DI = 0
    Locate 2 , 1
    Lcd DI ; " mm "
    If R > 0 Then R = R - 100
    Waitms R
    Goto Salto
  End If
```

```
  If Tecla = 4 Then
    Decr DI
    If DI > 400 Then DI = 400
    Locate 2 , 1
    Lcd DI ; " mm "
    If R > 0 Then R = R - 100
    Waitms R
    Goto Salto
  End If
End If
```

```
If F = 2 Then
  If Tecla = 5 Then
    Incr Dm
    If Dm = 401 Then Dm = 0
    Locate 2 , 1
    Lcd Dm ; " mm "
    If R > 0 Then R = R - 100
    Waitms R
```

```
Goto Salto
End If
If Tecla = 4 Then
  Decr Dm
  If Dm > 400 Then Dm = 400
  Locate 2 , 1
  Lcd Dm ; " mm "
  If R > 0 Then R = R - 100
  Waitms R
  Goto Salto
End If
End If
```

```
If F = 3 Then
  If Tecla = 5 Then
    Incr Dh
    If Dh = 401 Then Dh = 0
    Locate 2 , 1
    Lcd Dh ; " mm "
    If R > 0 Then R = R - 100
    Waitms R
    Goto Salto
  End If
```

```
If Tecla = 4 Then
  Decr Dh
  If Dh > 400 Then Dh = 400
  Locate 2 , 1
  Lcd Dh ; " mm "
  If R > 0 Then R = R - 100
  Waitms R
  Goto Salto
End If
End If
```

```
End If
Loop Until T = 3000 Or Tecla = 1
Cls
```

```

If T <> 3000 Then
  'grabar 17arámetros
  D_e = D
  Dh_e = Dh
  Dm_e = Dm
  DI_e = DI
End If
Ds = D / 10
DIs = DI / 10
Dms = Dm / 10
Dhs = Dh / 10
Enable Interrupts
'Wait 1
'Print "AT+CCLK=" ; Chr(34) ; "15/08/23,14:07:00-05" ; Chr(34)
'Wait 2

Do
  If Muestra1 > Muestra Then
    Muestra1 = 0
    Gosub Memoriasd                'GRABAR MEMORIA SD
  End If
  'LECTURA DEL RELOJ DE GSM SIM900
  'Clear Serialin
  Print "AT+CCLK?"
  Wait 1
  Ggg = 0
  Do
    Incr Ggg
    S = Inkey()
    If S = 34 Then
      Input Rtc Noecho
      Rtc1 = Mid(rtc , 1 , 8)
      Rtc2 = Mid(rtc , 10 , 5)
    End If
  Loop Until S = 34 Or Ggg = 1000

  'LECTURA DE DISTANCIA

```

```

Set Trigger
Waitms 100
Reset Trigger
Pulsein W , Pind , 2 , 1
Distancia = 343 * W
Distancia = Distancia / 2000
If Distancia = 0 Then Distancia = Ds
Distanciaa = Ds - Distancia
Distanciaas = Fusing(distanciaa , "#.#")
Locate 1 , 1
Lcd "NIVEL " ; Distanciaas ; " cm "
Waitms 50

```

```

If Distanciaa < Dls Then
  Reset Led
  L = Len(rtc1)
  Rtc3 = Mid(rtc1 , 1 , 3)
  If L = 8 And Rtc3 = "16" Then
    'Rtc3 = Rtc1
    Locate 2 , 1
    Lcd Rtc1 ; " " ; Rtc2 ; " "          "'18/08/15  08:05"
  End If
  Enviar = 0
End If

```

```

If Distanciaa > Dls And Distanciaa < Dms Then
  Reset Led
  Locate 2 , 1
  Lcd " PRECAUCION "
  If Enviar = 0 Or Enviar = 2 Then
    Enviar = 1
    'ENVIO DE MENSAJE
    'ELIMINAR ECO
    Print "ATE0"
    Wait 2
    'FORMATO DE SALIDA ASCCI
    Print "AT+CMGF=1"
  End If
End If

```

```
Wait 2
'NUMERO A ENVIAR
Print "AT+CMGS=" ; Chr(34) ; "0990455593" ; Chr(34)
Wait 2
'MENSAJE
Print "Nivel de agua " ; Distanciaas ; " cm" ; Chr(26)
End If
```

```
End If
```

```
If Distanciaa => Dms And Distanciaa < Dhs Then
```

```
Reset Led
```

```
Locate 2 , 1
```

```
Lcd " PELIGRO "
```

```
If Enviar = 0 Or Enviar = 1 Or Enviar = 3 Then
```

```
Enviar = 2
```

```
Print "ATE0"
```

```
Wait 2
```

```
Print "AT+CMGF=1"
```

```
Wait 2
```

```
Print "AT+CMGS=" ; Chr(34) ; "0990455593" ; Chr(34)
```

```
Wait 2
```

```
Print "Nivel de agua " ; Distanciaas ; " cm" ; Chr(26)
```

```
End If
```

```
End If
```

```
If Distanciaa => Dhs Then
```

```
Set Led
```

```
Locate 2 , 1
```

```
Lcd "PELIGRO NO PASAR"
```

```
If Enviar = 0 Or Enviar = 2 Then
```

```
Enviar = 3
```

```
Print "ATE0"
```

```
Wait 2
```

```
Print "AT+CMGF=1"
```

Wait 2

Print "AT+CMGS=" ; Chr(34) ; "0990455593" ; Chr(34)

Wait 2

Print "Nivel de agua " ; Distanciaas ; " cm" ; Chr(26)

End If

End If

Loop

End

Memoriasd:

Open "reporte.CSV" For Append As #10

Dato = Distanciaas + "," + Rtc1 + "," + Rtc2

Print #10 , Dato

Close #10

'Locate 2 , 1

Return

Segundo:

Timer1 = 65535 - 15625

Incr Muestra1

Return

## Anexo 3

# Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

### Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The module includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S) / 2,

### Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

### Electric Parameter

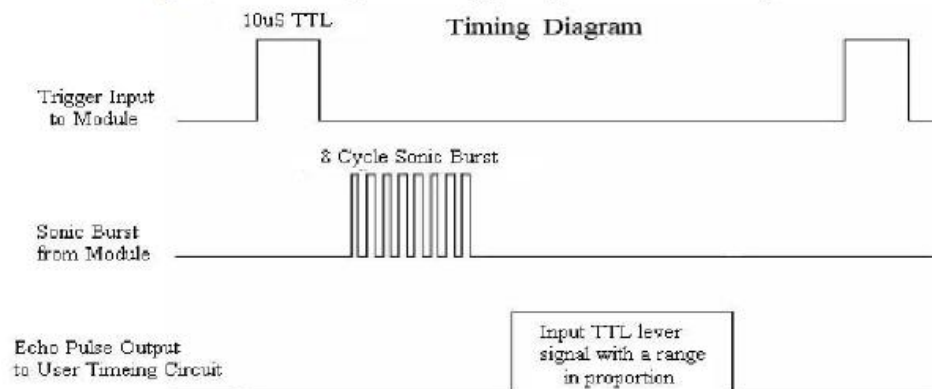
Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm





## Timing diagram

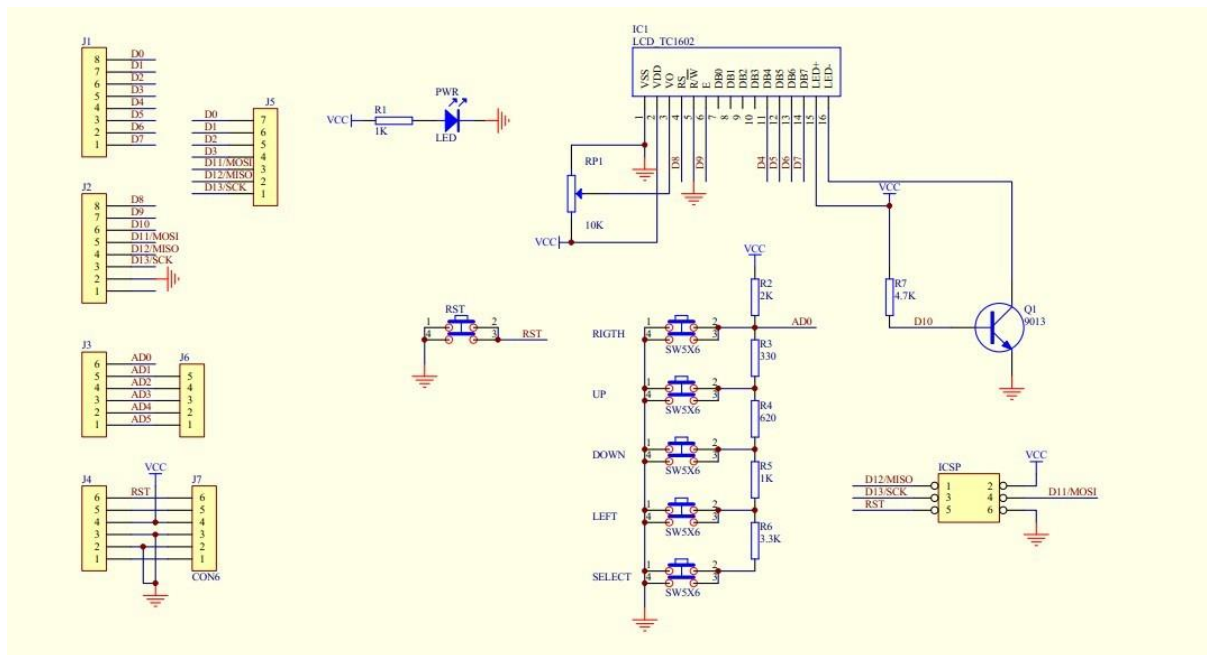
The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula:  $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$  or  $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$ ; or: the range = high level time \* velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



## Anexo 4

### SainSmart LCD Keypad Shield

#### Schematic

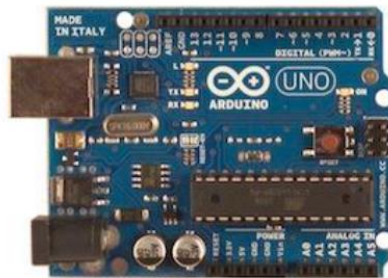


#### Pin Allocation:

Pin	Function
Analog 0	Button (select, up, right, down and left)
Digital 4	DB4
Digital 5	DB5
Digital 6	DB6
Digital 7	DB7
Digital 8	RS (Data or Signal Display Selection)
Digital 9	Enable
Digital 10	Backlit Control

## Anexo 5

### 1 Arduino Uno



#### Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

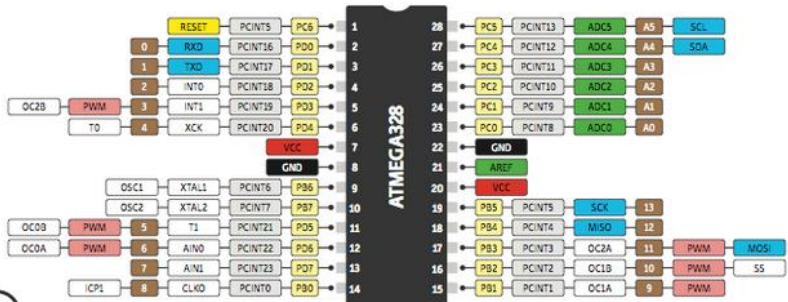
#### Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-9V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) (0.5 KB used by bootloader)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

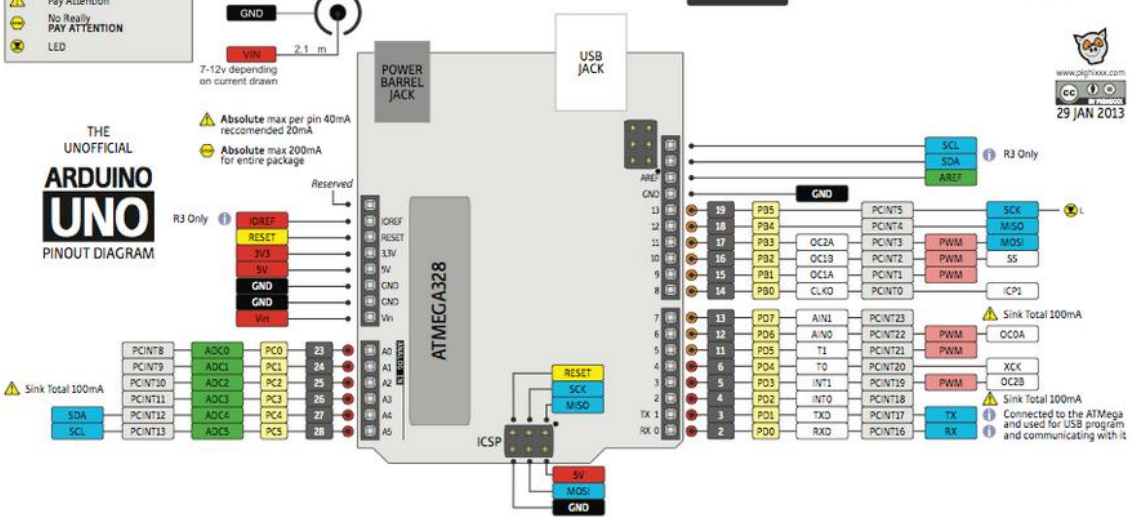
**LEGEND**

- GND**
- POWER**
- CONTROL**
- PHYSICAL PIN**
- PORT PIN**
- ATMEGA328 PIN FUNC**
- DIGITAL PIN**
- ANALOG-RELATED PIN**
- PWM PIN**
- SERIAL PIN**
- ARDUINO PIN**

- Source Total 150mA
- Source Total 150mA
- General Information
- Pay Attention
- No Really PAY ATTENTION
- LED



**THE UNOFFICIAL ARDUINO UNO PINOUT DIAGRAM**





## Anexo 6

### Arduino GPRS Shield Sim900

#### Introduction



The GPRS Shield is based on SIM900 module from SIMCOM and compatible with Arduino and its clones. The GPRS Shield provides you a way to communicate using the GSM cell phone network. The shield allows you to achieve SMS, MMS, GPRS and Audio via UART by sending AT commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands). The shield also has the 12 GPIOs, 2 PWMs and an ADC of the SIM900 module (They are all 2V8 logic) present onboard.

#### Features

- Quad-Band 850 / 900/ 1800 / 1900 MHz - would work on GSM networks in all countries across the world.
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2 W @ 850 / 900 MHz)
- Class 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)
- Control via AT commands - Standard Commands: GSM 07.07 & 07.05 | Enhanced Commands: SIMCOM AT Commands.
- Short Message Service - so that you can send small amounts of data over the network (ASCII or raw hexadecimal).
- Embedded TCP/UDP stack - allows you to upload data to a web server.
- RTC supported.
- Selectable serial port.
- Speaker and Headphone jacks
- Low power consumption - 1.5mA(sleep mode)
- Industrial Temperature Range - -40°C to +85 °C

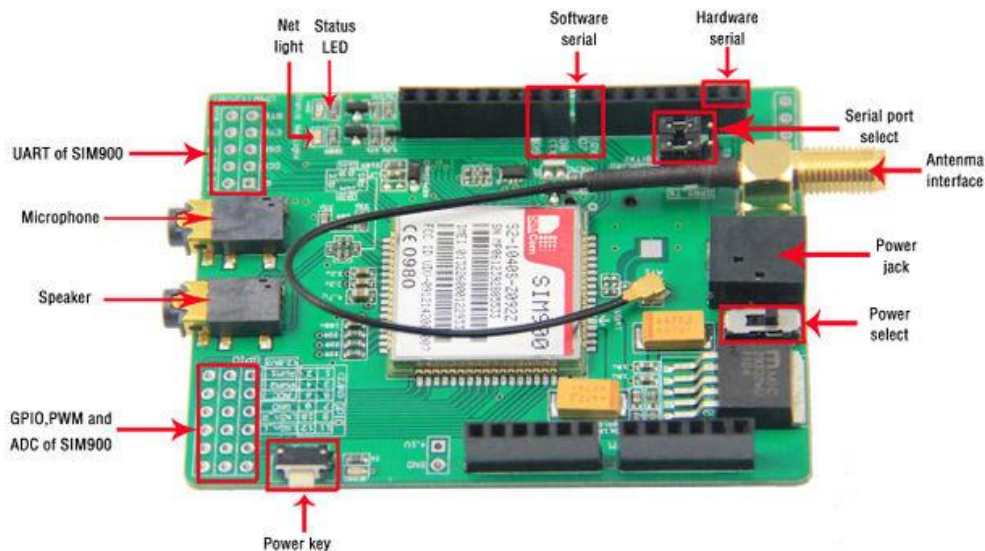
## Application Ideas

- M2M (Machine 2 Machine) Applications.
- Remote control of appliances.
- Remote Weather station or a Wireless Sensor Network.
- Vehicle Tracking System with a GPS module.

## Cautions

- Make sure your SIM card is unlocked.
- The product is provided as is without an insulating enclosure. Please observe ESD precautions specially in dry (low humidity) weather.
- The factory default setting for the GPRS Shield UART is 19200 bps 8-N-1. (Can be changed using AT commands).

## Hardware Diagram



- Power select - select the power supply for GPRS shield(external power or 5v of arduino)
- Power jack - connected to external 4.8~5VDC power supply
- Antenna interface - connected to external antenna
- Serial port select - select either software serial port or hardware serial port to be connected to GPRS Shield
- Hardware Serial - D0/D1 of Arduino
- Software serial - D7/D8 of Arduino
- Status LED - tell whether the power of SIM900 is on
- Net light - tell the status about SIM900 linking to the net
- UART of SIM900 - UART pins breakout of SIM900
- Microphone - to answer the phone call
- Speaker - to answer the phone call

- GPIO,PWM and ADC of SIM900 - GPIO,PWM and ADC pins breakout of SIM900
- Power key - power up and down for SIM900
  
- Pins usage on Arduino
- D0 - Unused if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D1 - Unused if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D2 - Unused
- D3 - Unused
- D4 - Unused
- D5 - Unused
- D6 - Unused
- D7 - Used if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D8 - Used if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D9 - Used for software control the power up or down of the SIM900
- D10 - Unused
- D11 - Unused
- D12 - Unused
- D13 - Unused
- D14(A0) - Unused
- D15(A1) - Unused
- D16(A2) - Unused
- D17(A3) - Unused
- D18(A4) - Unused
- D19(A5) - Unused
- Note: A4 and A5 are connected to the I2C pins on the SIM900. The SIM900 however cannot be accessed via the I2C