

# Diseño e implementación de un prototipo de telecontrol y seguridad perimetral de una estación agro-meteorológica con interfaz web mediante uso de hardware y software libre

Freddy Quimis <sup>(1)</sup>, Ronald Zamora <sup>(2)</sup>, Ing. Marcos Millán <sup>(3)</sup>

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

freaanqui@espol.edu.ec<sup>(1)</sup>, rgzamora@espol.edu.ec<sup>(2)</sup>, mmillan@espol.edu.ec<sup>(3)</sup>

## Resumen

*El presente proyecto se desarrolló con la finalidad de proveer un sistema acertado de toma de decisiones en base a cómo se comportan las variables ambientales, para lo previamente expuesto se diseñó e implementó una estación agro-meteorológica con hardware libre (Raspberry Pi Modelo B+), además del desarrollo de una aplicación web intuitiva y amigable que interactúe directamente con los usuarios, de esta manera ellos podrán acceder a la información de la estación desde cualquier lugar en el momento que ellos deseen. La estación agro-meteorológica también tiene un sistema de alarma (Seguridad Perimetral) en caso de posible violación del perímetro; también constara con una cámara la cual tendrá como propósito principal el monitoreo y vigilancia del perímetro.*

**Palabras Claves:** Estación agro-meteorológica, Raspberry Pi Modelo B+, Seguridad Perimetral.

## Abstract

*This project was developed in order to provide a successful system of making decisions based on how environmental variables behave, previously he exposed for what it was designed and implemented an agro-meteorological station with free hardware (Raspberry Pi Model B +), and the development of an intuitive and friendly web application that interacts directly with users, so they can access information from anywhere season when they want. Agro-meteorological station also has an alarm system (Perimeter Security) if possible violation of the perimeter; also it has a camera which will have as main purpose the monitoring and surveillance of the perimeter.*

**Keywords:** Agro-meteorological station, Raspberry Pi Model B +, Perimeter Security.

## 1. Introducción

Para poder medir los factores climáticos se han creado las estaciones meteorológicas,

las cuales se encuentran distribuidas en diferentes lugares, son instalaciones que cuentan con un sin número de instrumentos los cuales nos permiten obtener de manera

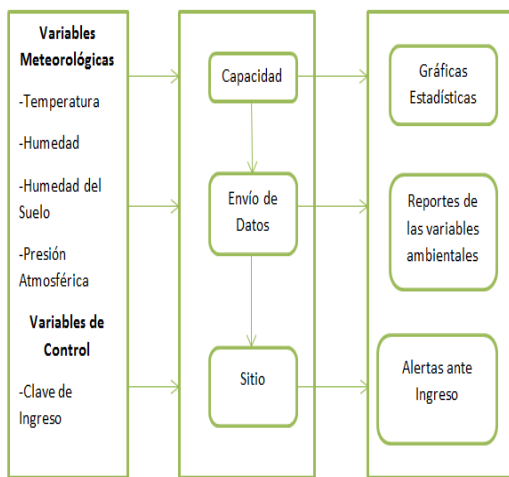
casi precisa la información, el comportamiento, así como datos climáticos del área donde se encuentran ubicados.

En los sistemas antiguos para obtener la información de las estaciones meteorológicas se designaba una o varias personas para que guarden las lecturas de los sensores de una manera manual y esto es una manera ineficiente para recopilar datos.

Con el pasar de los años observamos el nacimiento de nuevas tecnologías, de mejoras de sistemas existentes, lo que nos lleva a la actualidad, donde ya existen equipos que permiten guardar la información de los sensores de una manera automática sin necesidad de intervención humana.

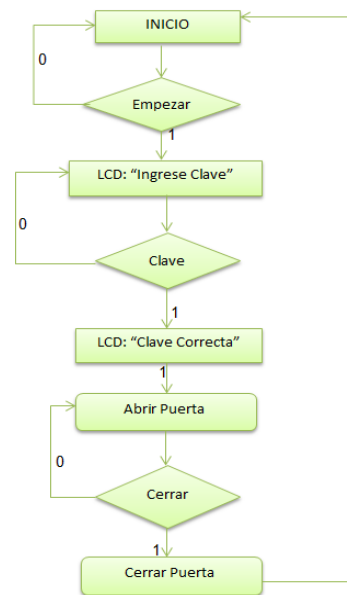
Según datos del INAMHI, en el Ecuador existen trece estaciones agro-meteorológicas, de las cuales; cinco se encuentran en la costa, seis en la sierra, dos en el oriente y ninguna en la región insular.

## 2. Análisis y Diseño



**Figura 2.1 Esquema de Planificación para la creación de la Estación Agro-meteorológica**

En la figura 2.2 se explica el ingreso a la estación agro-meteorológica, cuando queremos ingresar a la estación en la pantalla LCD se muestra el mensaje “Ingrese Clave” al momento que el usuario procede a ingresar una clave incorrecta en la pantalla LCD seguirá saliendo el mensaje “Ingrese Clave” en caso que el usuario ingrese la clave correctamente en la pantalla LCD se presentara el mensaje “Clave Correcta” y automáticamente se procede a abrir la puerta, después que el usuario pueda ingresar el decidirá si desea que la puerta se cierre o se mantenga abierta.



**Figura 2.2: Sistema Acceso**

### 2.1.1 Perspectiva

Se desarrolla un sistema que guarda los datos de las variables meteorológicas en una base de datos para tener predicciones del clima y con esta información se

generaran reportes y gráficas estadísticas.

### 2.1.2 Gestión Alarmas

El sistema generara alertas y notificaciones de avisos importantes mediante correo electrónico con respecto a factores climáticos y a la seguridad perimetral.

### 2.1.3 Reportes

Los reportes se generarán en base a la información que se encuentra en la base de datos, los reportes se visualizaran en formato .pdf y .csv.

### 2.1.4 Gráficas Estadísticas

En estas graficas se podrá visualizar las últimas diez lecturas de los sensores para mostrar los valores del clima y se podrá descargar estas graficas en formato .png, jpeg, pdf y svg.

### 2.1.5 Requerimientos del producto

La estación agro-meteorológica siempre va a estar operativa a menos que haya un corte de energía eléctrica o por otras circunstancias ajenas. La página es de fácil uso, las gráficas estadísticas y los reportes son intuitivos para el usuario, se podrá acceder a la página desde cualquier navegador y

desde un computador, tablet o celular.

### 2.1.6 Tipos de Usuario

Tipo de Usuario	Permisos
Administrador	-Cambiar clave -Crear usuario -Ver lista de usuarios -Gráficas estadísticas -Reportes
Usuario Estándar	-Cambiar clave -Gráficas estadísticas -Reportes

Tabla 2.1: Tipos de usuario

### 2.1.7 Proyecciones a futuro

Trabajar en el diseño de una red de estaciones agro-meteorológicas interconectadas que estén ubicadas en lugares estratégicos, se cubriría un área más amplia lo que implica mejores resultados de predicción del clima; en caso de que corte la energía se podría implementar paneles solares como método amigable al ambiente.

## 2.2 Software

### 2.2.1 Bootstrap

Es un framework de código abierto para la creación de sitios web y aplicaciones web, contiene plantillas html, css, botones, extensiones de javascript.

### 2.2.2 Raspbian

Es una distribución libre basada en debían que se la puede descargar

sin ningún costo tanto en la página oficial de raspbian o en la página oficial de la Raspberry Pi.

### 2.2.3 HighCharts

Es una librería escrita en javascript donde se pueden hacer graficas de todo tipo, se la utiliza bastante en las páginas web.

### 2.2.4 PHP

Es un lenguaje que actúa del lado del servidor diseñado para desarrollo web dinámico, este lenguaje lo utilizamos para realizar nuestra página web debido a que es de código abierto y fácil de utilizar.

## 2.3 Hardware

Al momento de elegir el hardware se tuvieron que tomar algunas consideraciones para el desarrollo de este proyecto:

- Código abierto.
- Precio accesible.
- Cantidad de entradas y salidas.
- Lenguaje de programación.
- Consumo de energía.

### 2.3.1 Raspberry Pi Modelo B +

Es un ordenador de placa reducida de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de computación en las escuelas.

Esta tarjeta tiene muchas funcionalidades como instalar el

servidor web, base de datos entre otras. El modelo que vamos a usar es Raspberry Pi modelo B+ ya que es la última que existe en el mercado.

## 2.4 Desventajas de usar Raspberry Pi Modelo

### B+

La principal desventajas que tiene esta tarjeta es que no tiene entradas analógicas por lo que tuvimos que usar solo sensores que tengan entradas digitales.

Tienes pocos pines en comparación con otras tarjetas como por ejemplo la Beaglebone Black tiene más pines de entrada gpio.

## 2.5 Sensores

### 2.5.1 Sensor de Presión BMP180

El sensor BMP180 es un sensor de presión atmosférica de alta precisión, utiliza la interfaz I2C para comunicación.

### 2.5.2 Sensor de Humedad y Temperatura DHT11

Se componen de un sensor capacitivo para medir la humedad y de un termistor, ya vienen calibrados de fábrica y son fiables.

### 2.5.3 Sensor de Humedad del Suelo

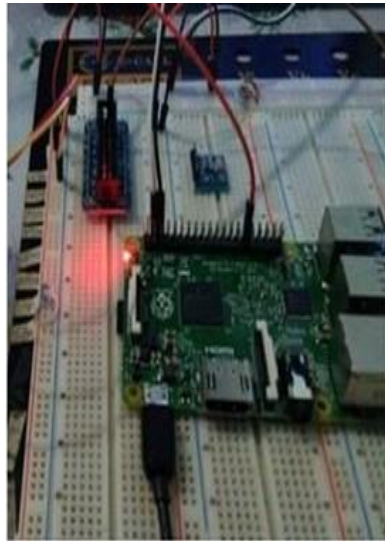
El principio de este sensor, es que las patillas están recubiertas de un material conductor que al entrar en contacto con el agua, crea un puente entre ellas enviando una señal que será detectada por un circuito de control con un amplificador operacional que

transformará lo registrado en una señal analógica y otra digital.

### 3. Implementación y Análisis de Resultados

#### 3.1 Implementación de Hardware en la maqueta

Antes de colocar los sensores en la maqueta, se realizaron pruebas en el protoboard para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos como se puede apreciar en la figura 3.1.



**Figura 3.1 Conexión de los dispositivos en protoboard**

El pluviómetro se construyó a partir de un sensor de ultrasonido, el cual mide el nivel de agua en un recipiente, es decir, la distancia del sensor al líquido, y de acuerdo a esto con una pequeña fórmula calculé el volumen por unidad de  $\text{cm}^2$  de la precipitación de lluvias.

En la figura 3.2 se muestra el primer prototipo de pluviómetro construido, mientras que la figura 3.3 muestra el prototipo final ya anexo a la estación.



**Figura 3.2 Prototipo pluviómetro**



**Figura 3.3 Pluviómetro anexo**

El anemómetro lo construimos con un tubo PVC de media pulgada, un CD, pelotas de ping-pong y con tres imanes adheridos al CD que estarán cerca del sensor magnético para poder generar los pulsos, que luego se procesarán para traducirlos en velocidad del viento.



**Figura 3.4 Anemómetro**

En el interior de la caja de madera va estar ubicado la Raspberry Pi 2 modelo B+, una placa con borneras donde se realizan las conexiones hacia los sensores, una placa con un relé que me controla el estado de la electroválvula, fuera de la caja estará el tomacorriente y un interruptor para poder apagar y prender la tarjeta.

En el exterior de la caseta se encuentran ubicados la antena wifi, los sensores, el anemómetro y el pluviómetro, además de una fuente externa para alimentar los sensores y la electroválvula.



**Figura 3.5 Caseta**

### 3.2 Resultados Obtenidos

Se procederá tomar las lecturas de los sensores cada 10 segundos por motivos de pruebas para generar las gráficas, pero se

recomienda guardar los datos cada hora o cada 2 horas, ya que por lo general no existe variación inmediata en los factores climáticos que estamos midiendo.

```
mysql> select * from EAM_TEMP;
```

id_temp	temp_val	fecha_reg	sensor
13	28	23-08-2015 16:15:14	DHT
14	28	23-08-2015 16:15:18	DHT
15	28	23-08-2015 16:15:22	DHT
16	28	23-08-2015 16:15:26	DHT
17	28	23-08-2015 16:15:33	DHT
18	28.6	23-08-2015 23:43:40	BMP
19	28.6	23-08-2015 23:43:47	BMP
20	28.6	23-08-2015 23:43:53	BMP
21	28	29-08-2015 23:50:09	DHT
22	28	29-08-2015 23:50:13	DHT
23	28	29-08-2015 23:50:18	DHT
24	29	29-08-2015 23:50:25	DHT
25	31	29-08-2015 23:50:29	DHT
26	29	29-08-2015 23:50:41	DHT
27	29	29-08-2015 23:50:45	DHT
28	29	29-08-2015 23:50:50	DHT
29	27.9	08-09-2015 23:10:06	BMP
30	27.9	08-09-2015 23:10:12	BMP
31	28	09-09-2015 00:05:36	DHT

**Figura 3.6 Datos almacenados**

Todos estos datos son almacenados en una base de datos interna que tiene la Raspberry Pi, tiene micro SD con 8 GB de capacidad pero lo cual se hizo un estudio y se determinó que la base tiene un espacio aproximado de 4GB.

```
pi@raspberrypi ~/$ python script $ sudo python bd_InfoRasp.py
```

% De Uso Del CPU :	47.9 %
Temperatura CPU :	31.5 °C
Frecuencia CPU :	700.0 MHz
Temperatura GPU :	31.5 °C
Frecuencia GPU :	250.0 MHz
Memoria Usada :	-57.6/434.6 MB
Disco Usado :	3.8/6.3 GB
Direccion IP :	192.168.0.103

**Figura 3.7 Cantidad de memoria usada**

### 3.3 Simulaciones

Se simulará la entrada a la estación agrometeorológica mediante un panel de acceso como se observa en la figura 3.8, en la que se procederá a digitar la clave en el teclado para ingresar a la estación agrometeorológica sin ningún problema, apagando la alarma.



**Figura 3.8 Puerta de Acceso a la estación agro-meteorológica**

Se visualizarán los datos de las variables meteorológicas mediante la página web en forma estadística y reportes, la aplicación web cuenta con diseño adaptable al tamaño de la pantalla.



**Figura 3.9 Diseño adaptable a la pantalla**

#### **4. CONCLUSIONES**

1. La Raspberry Pi modelo B+ a pesar de su tamaño ha demostrado ser potente y eficiente, siempre y cuando se asignen las tareas de forma óptima, de manera que no desperdiciemos recursos de esta placa embebida.

2. Es factible que con esta placa se puedan realizar muchas más aplicaciones, debido a que cuenta con muchas librerías y paquetes, además de variada documentación, y muchos foros acerca de ella.
3. Se podrá acceder a la página web desde otra red siempre y cuando tenga conexión a internet, con su diseño web adaptable no es necesario tener un computador o una laptop porque sin problema la podrían visualizar desde un dispositivo móvil sea este una tablet o un celular.
4. El costo total de este proyecto con la Raspberry Pi modelo B+, seguridad perimetral y desarrollo de una página web fue alrededor de \$250 lo que la hace económica y funcionalmente competitiva con otras estaciones meteorológicas en el mercado.
5. Con la adquisición de módulos I2C disminuimos la carga a la Raspberry, dejando más GPIOs libres, éste estándar de comunicación permite hasta 40 dispositivos conectados a él en serie.

#### **5. RECOMENDACIONES**

1. Hay que tener cuidado con los voltajes dados a las entradas GPIO de las Raspberry Pi modelo B+, porque esta podría quemarse si no le entregamos un voltaje adecuado, el rango del mismo es de 0 a 3.3V.

2. Reforzar los conocimientos básicos de Linux adquiridos durante la carrera, debido a que se usan comandos que resultan nuevos o con un grado de complejidad mayor.
3. Tener en cuenta que la Raspberry Pi esté encendida y funcionando correctamente, caso contrario no podríamos conectarnos a la página web o darle el respectivo mantenimiento a la placa, dado que no podríamos establecer conexión con la misma.
4. Usar módulos I2C para la LCD y el teclado es más favorable, pues gracias a estos disminuimos el consumo de GPIOs de la Raspberry y quedarían GPIOs libres para nuevas conexiones.

- [5] Highcharts, (2015, Agosto). Highcharts [Online]. Disponible en: <http://www.highcharts.com/>
- [6] PHP, (2015, Agosto). PHP 5.4.45 Released [Online]. Disponible en: <https://secure.php.net/>
- [7] Electronica Lab, (2015, Julio). Raspberry Pi modelo B+ [Online]. Disponible en: <http://electronilab.co/tienda/raspberry-pi-modelo-b/>
- [8] Panama Hitek (2015, Junio), Sensor de Presión Atmosférica el BMP180 [Online]. Disponible en: <http://panamahitek.com/sensor-de-presion-atmosferica-el-bmp180/>
- [9] Opirom Electronics (2015, Junio), Todo sobre los sensores DHT11 y DHT22 [Online]. Disponible en: <http://www.opirom.com/portfolio/todos-sobre-los-sensores-dht11-dht22-by-opirom-2/>
- [10] Zona Maker (2015, Julio), Sensor de Ultrasonidos HC-SR04 [Online]. Disponible en: <http://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/ultrasonido-hc-sr04>
- [11] Panama Hitek (2015, Junio), Modulo HL-69: Un sensor de humedad del suelo [Online]. Disponible en: <http://panamahitek.com/modulo-hl-69-un-sensor-de-humedad-de-suelo/>

## 6. REFERENCIAS

- [1] INAHMI (2015). Adaptado de “RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS” [Online]. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>
- [2] Bootstrap, (2015, Agosto). Getting Started [Online]. Disponible en: <http://getbootstrap.com/getting-started/>
- [3] Raspbian, (2015, Julio). Welcome Raspbian [Online]. Disponible en: <https://www.raspbian.org/>
- [4] GeekyTheory, (2015, Julio). Tutorial raspberry pi – Crear servidor web [Online]. Disponible en: <https://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-crear-servidor-web/>