

# Invernadero Automatizado.

## Ejemplo de proyecto con Raspberry Pi 3B

Brenda Romero Salcedo

12 de enero de 2020

---

### Resumen

El presente documento trata sobre el diseño y desarrollo de un invernadero automatizado, a pequeña escala, utilizando un ordenador de placa reducida, como es el caso de Raspberry Pi 3 modelo B. Asimismo, se ha empleado la microcontroladora Arduino UNO R3.

Por una parte, se utiliza la Raspberry para accionar el sistema de riego en el invernadero. Por otra, se ha usado el Arduino para medir datos analógicos, que se almacenan en un documento de texto que se transmite en tiempo real al ordenador personal para graficarse; los cuales se envían primero por puerto serial a la Raspberry.

Así, los datos analógicos tomados corresponden con la humedad y temperatura ambientales, la presión atmosférica, la luminosidad y humedad en el suelo que se dan en el invernadero. Todos estos datos tiene la finalidad de mantenernos informados sobre todo lo que ocurre en el invernadero.

Toda la información sobre el proyecto se encuentra en los siguientes enlaces.

Repositorio de Github:

[https://github.com/Brenda89-es/Invernadero\\_Automatizado](https://github.com/Brenda89-es/Invernadero_Automatizado)

Carpeta compartida en Google Drive:

[https://drive.google.com/open?id=168bEpP04n21SBRea3xG\\_WKeJrLX3PpD](https://drive.google.com/open?id=168bEpP04n21SBRea3xG_WKeJrLX3PpD)

---

## 1. Introducción

Tal y como se ha expresado en el resumen, se ha diseñado un invernadero con elementos caseros del hogar, haciendo uso tanto de sensores analógicos como digitales, disponiendo de otros elementos electrónicos, empleando la placa de Arduino UNO R3 como un sensor más, y lo más importante, utilizando el ordenador de placa reducida Raspberry Pi 3 Modelo B.

**Objetivo** El objetivo principal del proyecto es el de automatizar un invernadero al tiempo que se controla la información del mismo. Todo ello con la finalidad muy futura de extrapolarlo adecuadamente a un invernadero de mayor escala.

**Código** En primer lugar, se han editado dos programas en lenguaje py. Uno, cuyo trabajo es controlar el riego con un relé activándolo/desactivándolo, al que se le conecta una bomba sumergible; según la humedad medida por el sensor de humedad de suelo.

Otro, encargado en la recepción de los datos por puerto serie USB del Arduino UNO R3 a la Raspberry.

Los valores analógicos obtenidos sobre humedad, temperatura, presión atmosférica y luminosidad; se almacenan en un documento de texto plano, que he denominado "datos.txt", lo podemos llamar como queramos haciendo los cambios pertinentes en el código. Ambos códigos se integran obviamente en la Raspberry y desde ahí se envían al PC.

En segundo lugar, se programa cada uno de los mencionados sensores en código de Arduino IDE, que es similar a C, y que cargamos en la placa de Arduino.

En tercer lugar, los dos scripts, *script\_transmitir.datos.h* y *script\_graficar.sh*, escritos en Bash, se encargan de extraer la información obtenida por la Raspberry a partir de Arduino para transmitir el fichero *datos.txt* y graficar usando en mi caso GNUPLOT.

## 2. Material y Métodos



Figura 1: Raspberry Pi 3 Modelo B +.  
Wikipedia 2018

**Raspberry Pi 3 Modelo B** El modelo de Raspberry empleado es el modelo B, no B+, que es ligeramente distinto a la mostrada en la figura. El modelo B es del 2016 con 1.20GHZ, 1 GB de RAM con Wifi y Bluetooth (Wikipedia 2018).

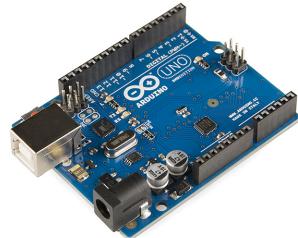


Figura 2: Arduino UNO.  
Wikipedia 2019

**Arduino-R3** Microcontroladora equipada con un conjunto de pines de entrada/salida bien digitales/análogicos. Es compacta y pesa 25 gramos, tiene una frecuencia de reloj de 16 MHz y una tensión de 5V(Wikipedia 2019).

**Higrometría** El sensor de humedad de suelo usado es el **Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2** que conecto al pin analógico 3 del Arduino. El valor obtenido se ha mapeado de 0 a 100 para valorar su porcentaje, donde 0 es el mínimo y 100 el máximo. No obstante, hay que ser cuidadoso con los valores que toma el sensor, ya que su valor mínimo es 1023 y su máximo es 0. Es decir, funciona de manera inversa a la lógica.



Figura 3: Higrómetro.  
Amazon.uk 2020

**Luminosidad** Para medir la luminosidad incidente se utiliza la fotorresistencia LDR (Light Dependent Resistor). A cuya patilla positiva se pone una resistencia de 10 kilo-Ohmios y se conecta al pin analógico 2 del Arduino y la patilla negativa al GND(Tierra) de la misma. El valor medido por el LDR es un valor que se mapea también de 0(mínimo) a 100 (máximo).



Figura 4: Fotorresistencia  
Amazon.in 2020

**Sensor Ambiental** Se usa el sensor múltiple **GY-BME280** que mide temperatura, humedad y presión atmosféricas. Éste sensor tiene 4 pines: VCC, GND, SCL y SDA. EL pin SDA y SCL se conectan a los pines analógicos 4 y 5 respectivamente del Arduino. El valor de la presión atmosférica viene dado como hecto-pascales, lo que he transformado a atmósferas; la humedad se mapea de 0 a 100 y la temperatura de 0 a 50 grados Celsius.

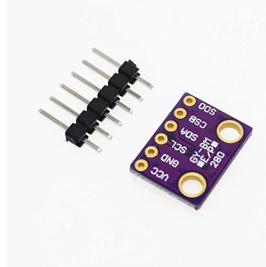


Figura 5: Sensor GY-BME280  
Amazon.es 2020

**El relé y la bomba** El primero activa a la segunda dependiendo de la humedad medida en el suelo por el higrómetro. El pin digital del relé se conecta al GPIO 27 de la Raspberry, en su extremo positivo a un pin de 5V de la misma, y en su negativo a uno de los GND. No obstante, el relé en su parte anterior está conectado a una pila de 9V (NO, Normally Open) y a su vez lo hace a la bomba de agua(COM, Comunicación).



Figura 6: Relé JQC-3FF-S-Z  
Amazon.es 2020

**El higrometro y el módulo HC-380** El sensor de humedad de suelo o higrómetro va conectado a un módulo denominado **HC-380**, que nos permite, además de poder la calibrar la precisión de humedad; conectarnos a un pin digital, que si detecta humedad el valor será 1 y si no, el valor será 0, puesto que estamos hablando de pin digital.

El pin al que se conecta en la Raspberry es el GPIO17, para ello hemos de coger la patilla que indica DO(Digital Output) del módulo, ya que presenta también AO (Analogue Output). Además, el módulo presenta dos luces. Si encienden las dos, nos quiere decir que no se detecta suficiente humedad, mientras que si se enciende una sola, si se detecta una humedad lo bastante alta.

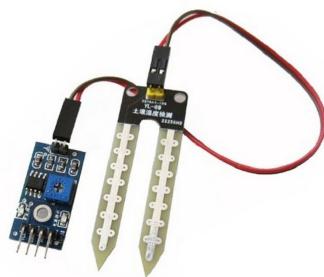
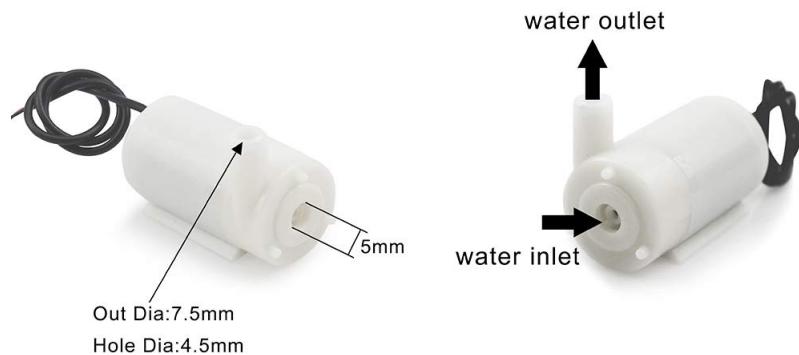


Figura 7: Higrómetro YL-69/Módulo HC-38  
Amazon.es 2020

**Bomba de agua** La bomba es un sencillo motor al que se conecta una manguera. La bomba funciona con un relé y una pila de 9V, tal y como se ha explicado anteriormente y se verá en el esquema de circuito.



Model	Voltage Scope (DC)	Current(A)	Power(W)	Max Water Head(M)	Max Flow Rate(L/H)	Starting Voltage	Waterproofing Grade
JT-DC3V-3	3V	0.12	0.36	0.35	80	1	IP68
JT-DC3V-4.5	4.5V	0.18	0.91	0.55	100	1	IP68

Figura 8: Bomba de agua sumergible DIY-KIT  
Amazon.es 2020

**Otros materiales** Además, han sido necesarios otros materiales como: plantas ornamentales de pequeño porte, tierra universal para plantas, manguera de 60 cm, caja de 45 litros, fiambrrera, bandeja, todo ello de plástico; palillos chinos de madera, cinta aislante, bridas y pajitas de plástico, pila alcalina de 9V, cables de conexión, breadboard, fichas de empalme y cajas pequeñas de cartón.

### 3. Código

**Activación del riego** Para que el sistema de riego tenga lugar tenemos que ejecutar el programa *activacion-riego.py* el cual activa/desactiva el relé, si bien el sensor de humedad de suelo ha detectado humedad suficiente o no. En mi caso, me conecto a la Raspberry desde mi PC por VNC Viewer(lo podemos hacer por ssh desde terminal), para lo que es necesario conocer la dirección IP, la contraseña que le hemos dado a nuestra Raspberry.

**Transmisión de datos** Para la obtención de las medidas que se toman en el invernadero seguimos los siguientes pasos:

1. **datos\_analogicos.ino** lo cargamos en el Arduino, luego lo conectamos a la Raspberry, desde nuestro ordenador personal.
2. **datos.txt** creamos un documento de texto vacío en la Raspberry.
3. **./arduino\_serial.py** ejecutamos en la propia Raspberry este script que establece la conexión entre ella y Arduino. La conexión se hace por puerto serial, ya que conectamos por usb el microcontrolador a la placa; recibiendo los datos analógicos que toma el primero. No obstante, hemos de ejecutar este script en un terminal en el mismo directorio donde hayamos creado el fichero *datos.txt*.
4. **./script\_transmitir\_datos.h** al tiempo que ejecutamos lo anterior, en nuestro propio ordenador personal y en un terminal, llamamos a este script que lo que hace es extraer los datos de la Raspberry por ssh.
5. **./script\_graficar.sh** al igual que en el punto anterior en un terminal, ejecutamos este script encargado de graficar, llamando a GNUPLOT, los datos que el anterior script ha extraído.

## 4. Circuito

El circuito que se muestra es un esquema aproximado del montaje realizado. No es el circuito exacto ya que en "Fritzing" no están todos los componentes exactos.

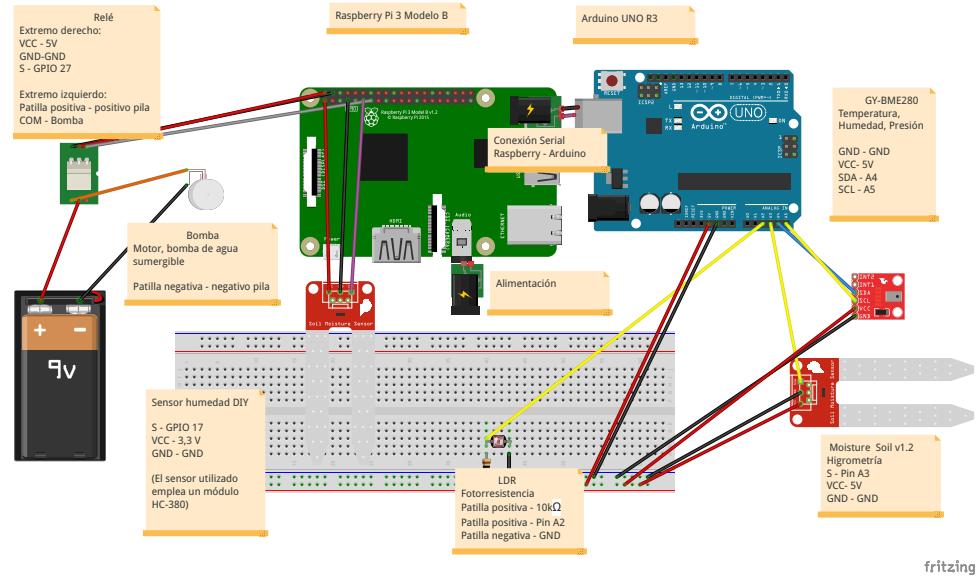


Figura 9: Esquema aproximado del circuito  
Fritzing

## 5. Montaje

En este apartado se incluyen algunas fotografías sobre el invernadero que describen paso a paso su proceso de montaje.

Se disponen en una bandeja de plástico, que ha sido previamente agujereada, plantas ornamentales de distinto tipo.



Figura 10: Plantas para el invernadero  
Fuente propia

Sobre la tapa superior de una caja grande de plástico se establece el circuito con la placa de Arduino y la Raspberry conectadas. Además del breadboard con la conexión de los cables a los sensores.

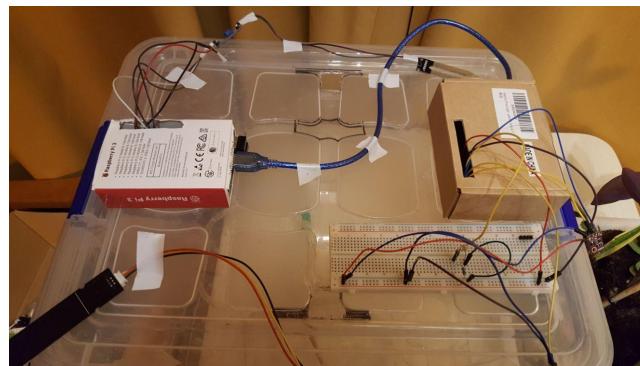


Figura 11: Montaje Superior  
Fuente propia

La bandeja con las plantas se introduce en el interior del recipiente grande de plástico. Las goma que conduce el agua de la bomba se agujerea y se une con bridales a una serie de postes, hechos con palillos chinos, para que la goma quede por encima y riegue la vegetación por igual.



Figura 12: Interior visto desde arriba  
Fuente propia

En el lateral del recipiente de plástico se pega, usando una pistola de pegamento termo-fusible, una fiambrrera a modo de depósito de agua, en la que se hace una apertura por la que introducir la bomba con la manguera y por donde añadir el agua en dicha fiambrrera.



Figura 13: Vista del depósito  
Fuente propia

De nuevo, en la tapa superior se hacen dos aberturas por las que introducimos los dos sensores de humedad. Uno que es controlado por el Arduino y otro por la Raspberry. Éstos se introducen en la tierra con cuidado de manera que el agua no caiga en la parte superior de cada uno de ellos, puesto que puede causar un corto circuito.

Tanto el Arduino como la Raspberry se han metido en dos cajas de cartón para que queden temporalmente protegidas y a través de las cuales se introducen los cables para sus respectivas conexiones.

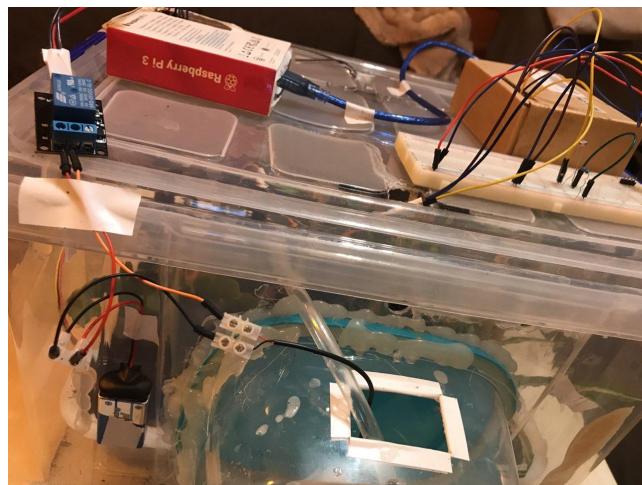


Figura 14: Vista Superior  
Fuente propia

## 6. Sugerencias

Para poner punto y final al proyecto propongo una serie de sugerencias:

**Sensor de dióxido de carbono** La primera, sería añadir un sensor de  $CO_2$  para medirlo y así emitir un juicio coherente sobre la eficiencia en la fijación del mismo por las plantas.

**Sensor de infrarrojo** La segunda, disponer de un sensor de infrarrojo que mida la radiación electromagnética infrarroja que emiten las plantas. Éste hecho nos sirve para determinar la radiación fotosintéticamente activa de las mismas, conocido como RFA, que es la cantidad de energía luminosa utilizada para fijar el  $CO_2$ , de la que es responsable la molécula de clorofila. Todo ésto tiene la finalidad de determinar y comparar el crecimiento y desarrollo de las plantas.

**Sensor de ultrasonidos** La tercera, sería interesante disponer de un sensor de ultrasonidos con el que observar la distancia entre distintos ejemplares de plantas para poder describir la competencia de la vegetación por el suelo.

**Sensor de Amoniaco y Nitratos** Finalmente, propondría añadir un sensor de  $NH_3$  y de  $NO_x$ , ya que las plantas fijan el amoniaco y las distintas formas de nitritos y nitratos gracias a la actividad de bacterias fijadoras de nitrógeno en sus raíces. Ésto es muy importante en relación con el desarrollo de las plantas.

Todo lo anterior comienza a salirse de lo que sería un invernadero automatizado de escala reducida utilizando Raspberry Pi 3B, y nos encontraríamos hablando de un proyecto más complejo desde el punto de vista científico.