

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Electrónica, Computación y Control
Laboratorio de Proyectos
Profesor Simón Morales
Semestre I-2018

Implementación de un sistema de riego de plantas de jardín controlado de forma remota usando un microcontrolador ESP8266

Mariana Márquez Azuaje

Julio, 2018

1. Introducción

En el trabajo presentado a continuación se muestra el resultado de una propuesta de implementación de un sistema de riego, puesto en practica en un modelo a pequeña escala en una jardinera casera. El sistema es capaz de monitorear luminosidad, humedad y temperatura; también ejecutar de forma remota a través de una aplicación web la apertura y cierre de una electroválvula que de el paso del agua desde un tanque para realizar el riego. Para realizar el sistema se contó con una tarjeta de desarrollo ESP8266, componentes adicionales como una fotorresistencia, un sensor SHT15, optoacoplador y triac para accionar la electroválvula cuando el microcontrolador lo indique.

2. Capítulo I

2.1. Planteamiento del problema

El riego de las plantas, como parte de la agricultura, es una actividad fundamental de la humanidad. Su implementación forma parte, ahora, del desarrollo tecnológico para garantizarlo cada vez más eficiente, óptimo, perfecto, ya que implica la satisfacción de una necesidad primordial de nuestra especie como lo es la alimentación, eso sin considerar las aplicaciones medicinales.

En consecuencia, la electricidad se ve implicada en esta actividad que en principio fue una actividad meramente rudimentaria y artesanal. En este sentido, usando los atributos brindados por la tecnología y la electrónica, se propone la implementación de un sistema de riego que pueda ser controlado de forma remota y a bajo costo para fomentar el desarrollo de esta actividad en más espacios. Sin embargo, se desarrollará un prototipo aplicado en un jardín casero que sirva como muestra de la funcionalidad y practicidad del sistema.

2.2. Justificación

La implementación de este proyecto representa una alternativa para garantizar la eficacia del riego de los sistemas agrícolas. Al poner en práctica sistemas de riego automatizados se garantiza mayor productividad y a su vez se obtiene información ambiental importante para determinar el riego adecuado en el momento adecuado, determinar la cantidad de agua necesaria a dispensar, etc. En otro sentido, abre campo a la implementación doméstica de sistemas de riego en las jardineras de hogares que lo requieran, facilitando el riego en plantas de difícil acceso o cuando no se dispone del tiempo para realizar la actividad; inclusive puede llevarse a cabo en otros espacios públicos que así lo requieran. En fin, se permite que una actividad tan productiva, considerando los beneficios que rinden las plantas ya sean ornamentales, medicinales o alimenticias, se geste con menores recursos y mayor eficacia, en diversos espacios.

2.3. Alcance

A pesar de que se indagó sobre sistemas de riego para la agricultura, el prototipo desarrollado será implementado en una jardinera casera, ya que será ejecutado con fines académicos más que industriales o comerciales. Por tanto, constará de la acción de solo una electroválvula. Por otra parte, solo se analizarán la humedad, la temperatura y la luminosidad, sin embargo el rango de variables ambientales en sistemas agrícolas es mucho mayor. Además, los dispositivos usados no son necesariamente los más apropiados, serán los equipos disponibles en la facultad y al alcance de la realizadora.

2.4. Objetivos Generales

Implementar un sistema de riego de plantas de jardín controlado de forma remota usando como componente principal un microcontrolador ESP8266.

2.5. Objetivos específicos

- Investigar sobre los sistemas de riego: elementos necesarios para su instalación, tipos de sistema de riego y los sistemas de riego más apropiados para jardineras.
- Indagar sobre sensores adecuados que permitan conocer variables ambientales influyentes del sistema de riego.
- Indagar y seleccionar el ambiente de desarrollo de programación adecuado para el microcontrolador ESP8266 que pueda ejecutar las tareas predestinadas al sistema de manera sencilla.
- Programar el dispositivo Nodemcu ESP8266 para que funcione de enlace, por medio de Wifi, entre el usuario y el circuito del sistema de riego.
- Diseñar un circuito actuador al sistema de riego de bajo costo que sea capaz de dispensar la cantidad de agua necesaria para las plantas registradas dentro del sistema.
- Configurar una aplicación web que permita el monitoreo de la luminosidad, la humedad y la temperatura, y que también permita la apertura y cierre de la válvula de riego.

2.6. Metodología

Fase 1: Investigación, documentación y selección de equipos y componentes. En esta fase se investigó sobre las siguientes temáticas para determinar los modelos más apropiados a ejecutar:

- Sistemas de agricultura y formas de riego. Variables ambientales y meteorológicas importantes a considerar en la agricultura y cultivo de plantas.
- Ambientes de desarrollo para el microcontrolador ESP8266.
- Desarrollo de aplicaciones.
- Comunicaciones Mqtt y M2M,APIs.
- Circuitos actuadores de sistemas de riego.

Fase 2: Desarrollo

- Programar el microcontrolador ESP8266 para el procesamiento de datos y accionar el circuito.
- Realizar el montaje del circuito actuador (electroválvulas, conmutadores, tanque de agua, tuberías).
- Desarrollar aplicación para la visualización de las variables cuestionadas (temperatura, luminosidad y humedad) y además permita la puesta en marcha y parada del riego.

Fase 3: Ejecución y corrección

- Hacer las comunicaciones propias entre los dispositivos a usar.
- Realizar la instalación de tuberías para el riego acorde al espacio.
- Plantear las correcciones correspondientes.

Fase 4: Conclusión

- Realizar las evaluaciones y finalizar el informe.
- Presentación.

Fase 5: Realizar el informe

3. Capítulo II: Marco teórico

La determinación y el monitoreo de las variables ambientales es primordial para resolver problemas vinculados a las necesidades de riego de los cultivos. La programación del riego debe responder a dos preguntas básicas: ¿cuándo regar? y ¿cuánto regar? Por esto, se consideraron 3 de las variables ambientales fundamentales: temperatura, luminosidad y humedad.

La cantidad de agua que utilizan las plantas depende del clima, del contenido de agua en el suelo y la especie cultivada.

Existen diferentes técnicas para determinar el estado de humedad del suelo basadas en la utilización de sensores de humedad. En función de la manera de indicar el contenido de agua en el suelo hay dos tipos de sensores; los que miden la tensión o succión a la que está retenida el agua en el suelo, y los que miden el contenido total de humedad en el suelo, expresado en porcentaje volumétrico. No obstante, para la realización del prototipo propuesto se dispone de un sensor de humedad relativa: sensirion SHT15; el cual es un sensor digital. Cabe destacar que este sensor también permite conocer la temperatura ambiental.

La luz es importante, ya que las plantas usan parte de la energía radiante que emite el sol para la fotosíntesis. La cantidad de radiación solar también determina la evaporación del agua de la planta. Generalmente, la luz solar se relaciona directamente con energía.

En la agricultura de invernaderos, la radiación solar se puede usar para programar el riego, ya que esta energía provoca la transpiración de la planta. Las estaciones, la latitud, la elevación del sol, las condiciones ambientales y la hora del día afectan la radiación solar; por tanto, la evaluación de esta variable ayudará a conocer el estado de la planta y permitirá determinar el momento adecuado del riego.

En ese mismo sentido, se determinó como modo de estudio de la luminosidad a la que están expuestas las plantas el uso de una fotoresistencia.

Fotoresistor: Un fotoresistor, o LDR (light-dependent resistor) es un dispositivo cuya resistencia varía en función de la luz recibida. Podemos usar esta variación para medir, a través de las entradas analógicas, una estimación del nivel de luz.

Luminosidad: La luminosidad, también llamada claridad, es una propiedad de los colores. Ella da una indicación sobre el aspecto luminoso del color estudiado: cuanto más oscuro es el color, la luminosidad es más débil.

Para la comunicación del ESP8266 con la plataforma de interfaz se selec-

cionó el protocolo MQTT (Message Queue Telemetry Transport), un protocolo que está tomando auge en el IoT (Internet of Things). Este protocolo funciona con una tipología tipo estrella en la que al "broker."o servidor se subscriben diversos clientes definiendo los "topics" de los cuales quieren recibir datos o colgar información. Estos topics funcionan de forma jerárquica y es una forma de clasificar la información dentro del sistema.

Desde el microcontrolador por medio de WiFi y comunicación MQTT se llega a la aplicación web, cuya plataforma sirve de intermediario con el usuario y el sistema de riego. Las aplicaciones web son herramientas en las que se procesan o muestran los datos directamente en la web, es decir toda la información se almacena en una nube, no se requiere la instalación de algún programa; por lo tanto pueden, ser visualizadas desde el computador o el teléfono móvil. En este caso, se seleccionó la aplicación web *Cayenne*. Esta plataforma fue seleccionada porque presenta una interfaz muy amigable para el desarrollo de aplicaciones.

4. Capítulo III

4.1. Descripción del hardware

El principal componente de este sistema es la tarjeta de desarrollo ESP8266, la cual procesa los datos obtenidos desde los sensores y permite su visualización en la aplicación; permite también ejecutar las acciones de control acorde a lo ordenado por el usuario.

El microcontrolador es alimentado con una batería de litio que suministra cerca de 3.7V.

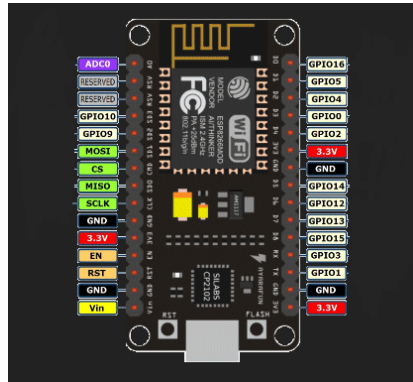


Figura 1: Nodemcu ESP8266.

Conectado a unos de sus pines GPIO se tiene el sensor de humedad y temperatura SHT15. Este se alimenta por uno de los pines de 3.3V del uC, se conecta el cable de datos y sincronización a los pines D5 y D6, y GND. Tal como se muestra en la figura 2.

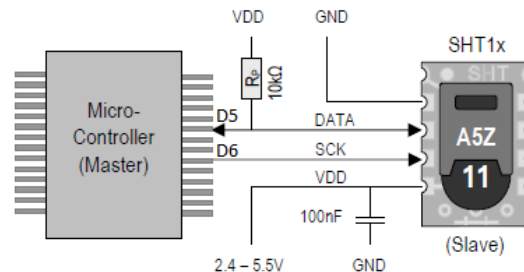


Figura 2: Conexión del sensor SHT15 con el ESP8266.

El elemento indicador de la luminosidad es un fotoresistor (LDR) , que con ayuda de un divisor de tensión sencillo, permite medir indirectamente los cambios en la resistencia del fotoresistor, cuyo valor es proporcional a los cambios de radiación solar o cantidad de luz recibida. Uno de los terminales del LDR se conecta al pin A0, que corresponde al pin analógico del uC, el otro extremo a una resistencia de 1.02kΩ ;esta resistencia ofrece una relación de tensión con respecto a la tensión del LDR; su valor fue escogido con intención de que permitiera evaluar los rangos de interés de la luz recibida en el área, para ser mostrados como porcentaje de luminosidad, es decir menos luz 0 %, mayor cantidad de luz 100 %.

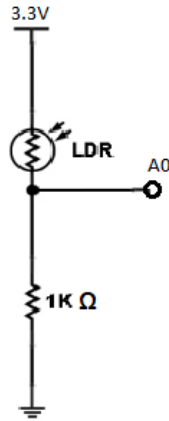


Figura 3: Conexiones de la fotoresistencia.

En cuanto al circuito actuador de la electroválvula, este consiste en un optoacoplador (tipo MOC3011) conectado al uC que maneja la señal enviada desde este, al usuario hacer la petición de encendido, llega a él 3.3V, cuya señal transmite al triac (tipo 2N6073), que funciona como conmutador, cerrando el circuito y permitiendo que la electroválvula sea alimentada por los 120V y por lo tanto se abra para permitir el paso del agua.

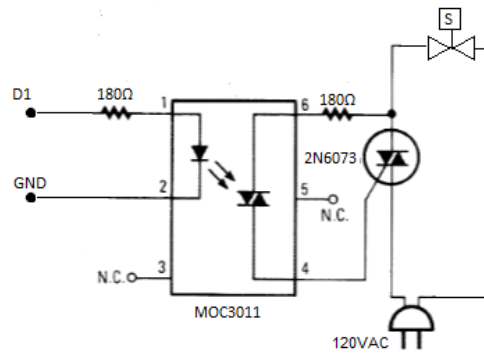


Figura 4: Diagrama del circuito actuador.

Además, como añadido al sistema se incorporó un sencillo detector del

nivel de líquido del tanque de agua para prevenir que en caso de que no haya suficiente agua en el tanque la válvula no siga activa o no pueda ser activada; este sistema es explicado con el siguiente esquema:

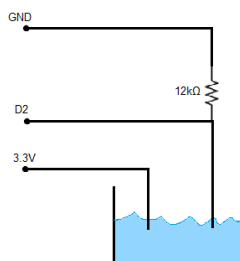


Figura 5: Esquema de circuito indicador de tanque vacío.

Es decir, siempre que haya agua en el tanque el microcontrolador leerá un valor alto (poco menos de 3.3V), dado que el agua es conductora los dos cables que están en el tanque estarán en contacto y será transmitida la energía al pin D2, en cambio si el agua está por debajo de la altura de los cables no habrá conexión alguna entre ellos ocasionando la lectura de un valor bajo en el pin D2, lo que indicará que ya no hay suficiente agua en el tanque para regar.

4.2. Descripción del software

Para la programación de la tarjeta de desarrollo se usó el *IDE Arduino*. Donde por medio del protocolo MQTT se realizó la comunicación con la aplicación web *Cayenne my devices*.

Así, en primera instancia en la consola de *Arduino* se planteron las líneas correspondientes para establecer la conexión Wifi del dispositivo con la red disponible.

Posteriormente, se definieron los comandos relacionados con las lecturas de los sensores. En el caso de la lectura de la luminosidad, se usó el 'A0' correspondiente a la entrada analógica, ya que el dato a obtener es de naturaleza analógica.

```
define PIN_ANALOGICO A0
float coeficiente_porcentaje=100.0/1023.0;
luz=analogRead(PIN_ANALOGICO);
luminosidad=luz*coeficiente_porcentaje;
```

Para la lectura de la humedad y temperatura, dado a que el sensor SHT15 es un sensor digital, simplemente se leen los valores suministrados por el puerto de datos correspondiente, en este caso se definieron los pines D5 como entrada de datos y D6 como pin de sincronización, esto es suficiente para que la librería del sensor incluida en el programa, procese los datos.

```
define PIN_DATO D5
define PIN_CLOCK D6
SHT1x sht1x(PIN_DATO, PIN_CLOCK);
float temp_c;
float temp_f;
float humedad;
temp_c = sht1x.readTemperatureC();
temp_f = sht1x.readTemperatureF();
humedad = sht1x.readHumidity();
```

Para mostrar estos valores en la aplicación y realizar la tarea de monitoreo la comunicación de los datos se produce con las instrucciones que siguen, definiendo el canal en que se va a mostrar seguido del valor a mostrar; en este caso se trata de valores continuos de tipo "flotante":

```
Cayenne.virtualWrite(0,luminosidad);
Cayenne.virtualWrite(1,temp_c);
Cayenne.virtualWrite(2,temp_f);
Cayenne.virtualWrite(3,humedad);
```

En cuanto al accionamiento de la electroválvula, este se ejecuta por medio de la petición del usuario a través de la pagina web, donde al realizar la petición de encendido de la electroválvula se manda una señal digital 'HIGH' o '1' al pin D1 el cual está conectado al circuito de accionamiento de la válvula; de igual forma al deseleccionar el botón de la válvula se envía un '0' lógico, es decir 'LOW' (0V), para apagar la válvula:

```
CAYENNE_IN(CANAL_ESCRITURA){
int value = getValue.asInt();
CAYENNE_LOG(Channel %d, pin %d, value %d", CANAL_ESCRITURA,
PIN_VALVULA, value);
digitalWrite(PIN_VALVULA, value);}
```

Esta electroválvula estará encendida hasta que así se le ordene, es decir, hasta que desde la aplicación no se ordene apagar de nuevo, o hasta que el nivel bajo de agua del tanque no esté activo, o cuando haya una luminosidad (radiación solar) superior a 80 %; evitando que el sistema dispense agua en momentos de gran radiación solar.

```
if (luminosidad<70){
Cayenne.virtualWrite(4,LOW);
digitalWrite(PIN_VALVULA,LOW);}
```

5. Capítulo IV: Resultados

Se logró realizar la comunicación de los datos obtenidos desde los sensores con la plataforma *Cayenne*, donde se muestran gracias a la configuración de unos Widgets, como se muestra en la siguiente figura:

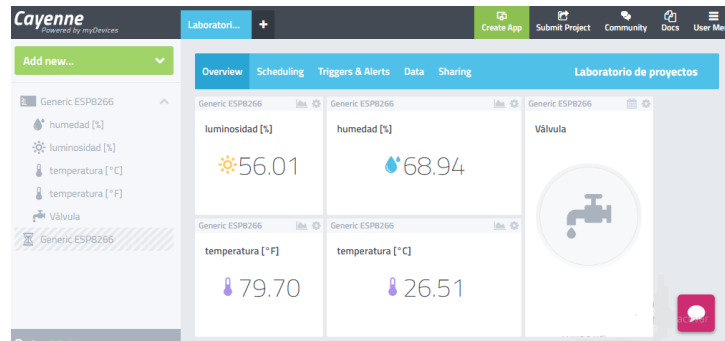


Figura 6: Visualización del proyecto configurado a través de la plataforma de *Cayenne*.

Se configuraron 4 canales para mostrar la información deseada de los sensores, un canal por Widget. Se incorporó un widget para la válvula que al ser pulsado emite una señal para abrir la válvula. Además, estos widget proporcionan gráficas de la variación del dato con respecto al tiempo; esto como cualidad adicional de la plataforma que puede resultar muy útil para el estudio del comportamiento ambiental entorno al sistema de riego.



Figura 7: Visualización del gráfico proporcionado por el widget de humedad en la plataforma *Cayenne*.

6. Conclusiones y Recomendaciones

La implementación del sistema de riego propuesto cumplió con los objetivos planteados. Se lograron monitorear por medio de la aplicación web *Cayenne* 3 variables ambientales: temperatura, humedad y luminosidad. También se logró implementar el accionamiento de una electroválvula como parte del riego de una jardinera casera, a través de la aplicación web. Se diseñó y construyó el circuito prototipo en un protoboard con los elementos necesarios.

Sin embargo se consideran algunas recomendaciones para la mejora del prototipo:

- Incorporar sensores de humedad y temperatura más apropiados a las necesidades agrícolas.
- Ampliar el prototipo a sistemas más grandes y de mayor alcance. Incorporar más válvulas de riego.
- Desarrollar una aplicación para *Android* personalizada y ajustada a los requerimientos.
- Incorporar más elementos de control como el cierre de válvula para ciertas cantidades elevadas de humedad, o bajas cantidades de temperatura.