

AgroTec

Howen Ruiz, Mauricio Castro, David Santos, Sebastián Ramírez
 {hsruizm, maacastrogon, daesantosbo, jusramirezgu}@unal.edu.co
 Universidad Nacional de Colombia.

I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

AgroTec está conformado por los estudiantes de ingeniería electrónica Howen Ruiz, Mauricio Castro, David Santos y Sebastián Ramírez, los cuales con el fin de dar soluciones al campo crean un sistema que apoya y mejora la producción de los cultivadores de cebolla cabezona.

Al momento de cosechar la cebolla esta se debe secar para que pueda ser conservada por más tiempo. Usualmente este proceso se realiza directamente a temperatura ambiente; primero al arrancar cada mata, se deja un día sobre el suelo para que el sol seque las capas más externas y luego son llevadas bajo techo para que allí se termine de secar todo el producto, el proceso completo puede tardar hasta 14 días [1].

Ya que el proceso a temperatura ambiente es demorado, otra opción es utilizar hornos de secado para las cebollas. Con unas horas de secado en el horno se reemplaza el proceso del secado en la sombra, acortando inmensamente el tiempo de cosecha para tener listos los bulbos de la cebolla.

Hablando con el profesor e ingeniero agrícola Miguel Angel Meneses Ariza del Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola y experto en temas de postcosecha, nos comentó que en el departamento de Boyacá, en ciertas zonas se tienen estos hornos, pero son poco tecnológicos, ya que no se tiene un control sobre las condiciones internas del horno y aún menos dentro del fruto, sino que por el contrario todo se basa en la percepción de la persona que está manejando el horno para saber cuándo retirar la cebolla. Según datos del propio profesor, por no realizar este proceso correctamente se puede perder hasta el 50 % de la cosecha desde que es arranca hasta antes de ser enviada para su venta.

Es por esto que él nos planteó diseñar un sistema que permita monitorear la temperatura y humedad dentro de la cebolla durante el proceso de secado en el horno para así, de acuerdo a unos valores ya establecidos, saber cuándo está realmente lista la cebolla para ser retirada. Esto supone aumentar el nivel de producción de cebolla de los campesinos, a su vez que la fruta se conserva por más tiempo.

II. PRODUCTO DESARROLLADO

Siguiendo los consejos recibidos por parte del profesor Miguel Meneses se procedió a desarrollar un sistema de monitoreo de la temperatura del horno y humedad interna de la cebolla durante el proceso de secado en horno, este último parámetro puede ser observado en un display de 4 dígitos

7 segmentos ubicado al lado del horno. Adicionalmente la información es enviada a un servidor en línea para ser almacenada allí, para ser visualizada a través de una aplicación móvil (Figura 1), directamente en el servidor en línea (Figura 2) o mediante el envío de mensaje de texto a un celular. Un punto importante es el costo total, el cual debe tener un valor asequible para los campesinos, de lo contrario no lo adquirirán.

Tener varias opciones de comunicación permite mayor actividad para transmitir la información al encargado del horno, el cual podrá retirarse en aquellos momentos en que todavía no está lista la cebolla.



Figura 1: Inicio aplicación móvil.

 The image shows a web application interface for 'phpMyAdmin'. It displays a table with the following data:

	TEMPERATURA	tiempo
Editar	30	30
Editar	62	150
Editar	65	60
Editar	66	180
Editar	70	90
Editar	230	90
Editar	240	120

Figura 2: Información mostrada en el servidor en línea.

En caso de que la persona interesada en la información no tenga acceso a internet pero sí a la red celular, se puede configurar el sistema para que por SMS se envíe la información al celular de la persona. La desventaja en esta comunicación es que la información no se está actualizando constantemente, sino que los mensajes se programan para ser enviados cada cierto tiempo.

También el envío de mensajes de texto tiene un costo, el cual debe ser asumido el usuario, este costo es de \$1.000 COP, los cuales deben ser recargados al número de la SIMCARD del sistema. Los mensajes serán programados para ser enviados cada 10 minutos hasta que el usuario responda con un mensaje al mismo número con la palabra "PARA".

III. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para la toma de datos se utilizan dos sensores; el primero es el Higrómetro FC-28 (Figura 3), el cual mide la humedad en el interior, el segundo es el sensor de humedad y temperatura DHT11 (Figura 4), usado para medir la temperatura interna. Ambos sensores fueron escogidos por su relación costo/beneficio, ya que cada uno cuesta menos de \$10.000 COP y se obtienen lecturas fiables.

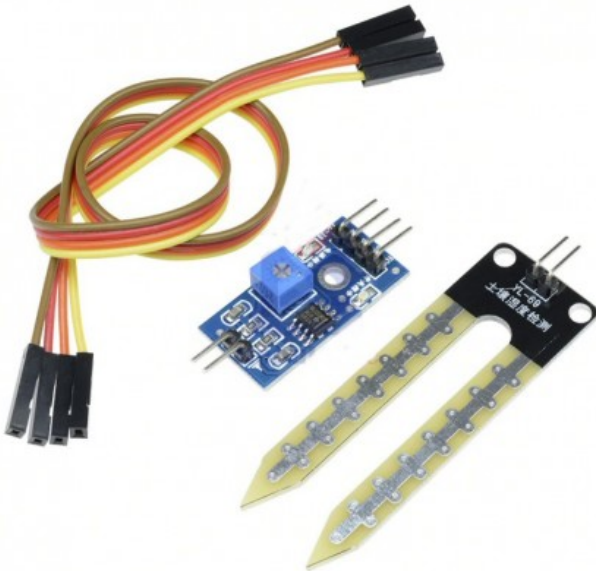


Figura 3: Higrómetro FC-28 [2]

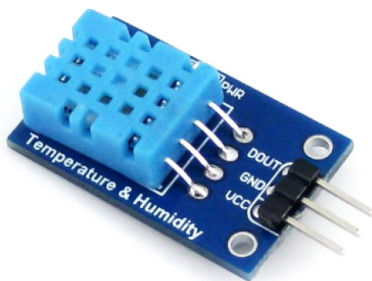


Figura 4: Sensor de humedad y temperatura DHT11 [3]

Para la conexión de los sensores, es necesario que estos realicen la medición por fuera del horno, para que la temperatura de este no los dañe. Esto se realizó añadiendo 4 alfileres o clavos, los cuales se entierran en la cebolla, luego, por medio de cables de conexión, 2 se conectan al sensor de humedad y 2 al de temperatura. Las Figuras 5 y 6 contienen las ilustraciones de cómo son las conexiones entre los sensores y la cebolla.

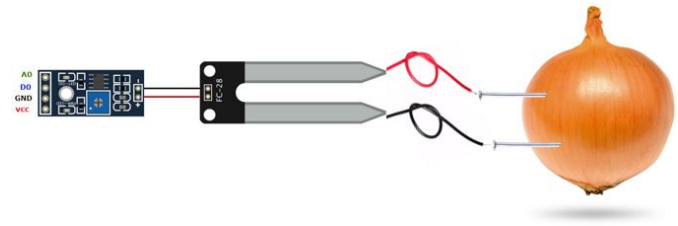


Figura 5: Conexión sensor de humedad FC-28.

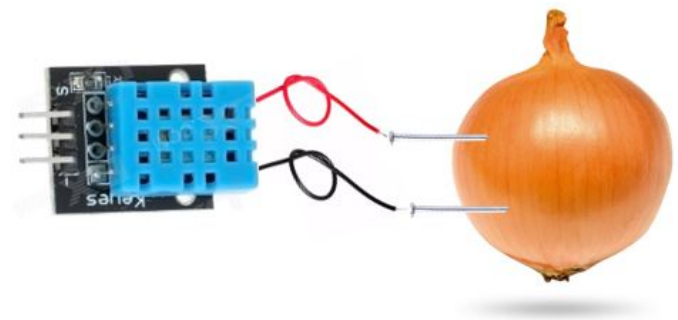


Figura 6: Conexión sensor de temperatura DHT11.

Utilizando el microcontrolador del módulo ESP8266 se toman los datos del sensor de forma serial, para luego por medio del protocolo MQTT sean subidos a la base de datos. Para el desarrollo de la base de datos se utilizó MariaDB, y para hacer el enlace entre esta y el módulo anterior se utiliza la tarjeta Raspberry PI modelo B+. En el microprocesador de la tarjeta está montado el sistema operativo Raspbian sobre el cual está funcionando el servidor. Mediante el uso de Node-RED, se lee el archivo y se carga en la base de datos, siguiendo el esquema de la Figura 7.

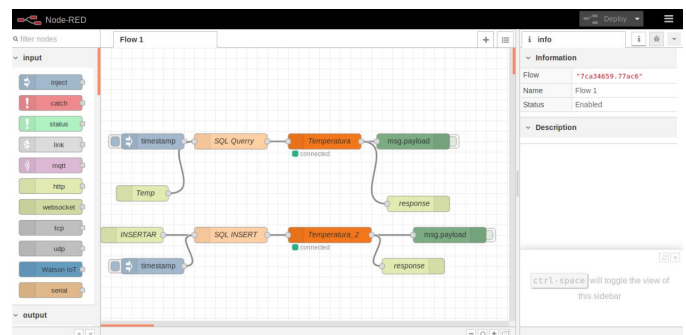


Figura 7: Diagrama de flujo en Node-RED.

Gracias a este proceso ya se tiene la información en el servidor en línea, por lo que sigue es desarrollar los canales

de comunicación para que la persona que está manejando el horno y otras personas que estén interesadas en saber los datos puedan visualizarlos.

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó IONIX SYSTEM, esta hace un llamado HTTP a la base de datos, la cual le responde con un archivo JSON y de esta manera se da el proceso de comunicación. En el otro mecanismo, el de envío de SMS, se implementan dos módulos: el microcontrolador de la ESP8266 (Figura 8) y el módulo GSM/GPRS A6-G (Figura 9). Primero el ESP8266 hace un llamado a través de MQTT a la base de datos para obtener la información, para luego comunicársela de forma serial al A6-G, el cual incluye el sistema de comunicación GSM/GPRS para conectarse a la red celular, de esta manera se envía el SMS al número celular seleccionado.

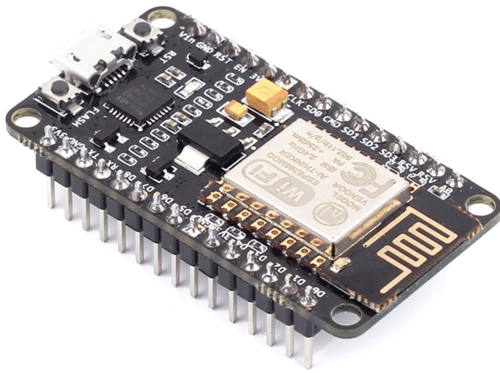


Figura 8: Módulo WiFi ESP8266 [5]

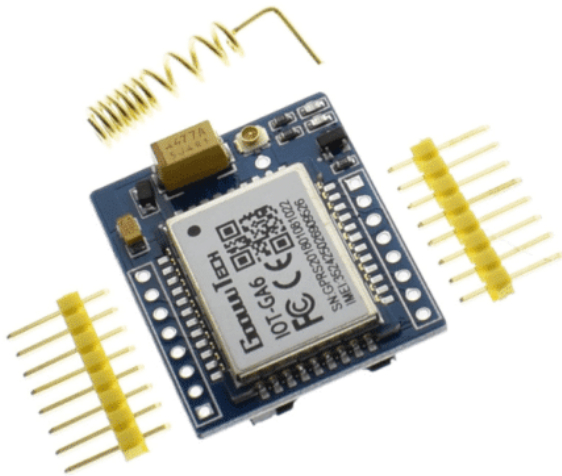


Figura 9: Módulo Iot-A6-G GSM/GPRS [6]

El módulo ESP8266 es un módulo WiFi, con este se realiza una conexión a la Raspberry, donde se extrae la información de los sensores. Luego entra en funcionamiento el módulo de IoT A6-G el cual incluye el sistema de comunicación GSM/GPRS, por lo que se pueden enviar y recibir mensajes de texto como

si se estuviera utilizando un teléfono celular. Utilizando una tarjeta SIM la información se envía a través de este módulo.

IV. COSTOS DEL PROYECTO

En la Tabla I se encuentran todos los costos de los elementos que componen el sistema de sensado e información, teniendo un costo unitario de \$560.300 COP. En cuanto a mano de obra, cada integrante recibirá \$2.000.000 COP, en base al tiempo de desarrollo, que fue de 1 mes.

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Sensor FC-28	\$4.600 COP	3	\$13.800 COP
Sensor DHT11	\$6.500 COP	3	\$19.500 COP
Raspberry PI 3 B+	\$160.000 COP	1	\$160.000 COP
Módulo WiFi ESP8266	\$17.000 COP	1	\$17.000 COP
Módulo IoT-A6-G	\$30.000 COP	1	\$30.000 COP
Costo General			\$240.300 COP

Tabla I: Tabla de costos de los elementos por producto.

Luego semestralmente se requerirá un mantenimiento para asegurar que todo está funcionando bien y calibrar el sistema de ser necesario, este tendrá un costo de \$200.000 COP.

Realizando un sondeo en la región con las asociaciones campesinas ASOHOFRUCOL y la Asociación Colombiana de Cultivadores de Cebolla de Bulbo, que son las que tienen el control sobre algunos de los hornos, se estimó que pueden llegar a venderse 10 sistemas en un plazo de 1 año, esto dependerá de los resultados obtenidos con el funcionamiento de los primeros. Teniendo esto en cuenta, se realizó el estimado de cuál es el costo final de venta del producto, mostrado en la Tabla II, dentro del cual se incluye el mantenimiento del primer semestre.

Descripción	Costo
Materiales	\$240.300 COP
Mano de obra	\$800.000 COP
Primer mantenimiento	\$200.000 COP
Costo total	\$1.240.300 COP

Tabla II: Costo final del producto.

REFERENCIAS

- [1] GUILLERMO J. FORNARIS RULLÁN, *ÇOSECHA Y CURADO*, UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO, 2012.
- [2] EODOS, *"PFG – Sensor de humedad FC-28"*, 2015, disponible en: https://eodos.net/proyectos/sensor-de-humedad.XS_Vr-hKjIU
- [3] AOSONG, *"Temperature and humidity module DHT11 Product Manual"*, disponible en: <https://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/DHT11.pdf>
- [4] MÁTRIX, *"MATRIX Creator"*, disponible en: <https://www.matrix.one/products/creator>
- [5] PROMETEC, *"USANDO EL MÓDULO WIFI ESP8266"*, disponible en: <https://www.prometec.net/esp8266/>
- [6] AG ELECTRÓNICA S.A. DE C.V., *"MÓDULO CON GSM/GPRS"*, disponible en: <http://www.agspecinfo.com/pdfs/A/A6.PDF>