

Sistema de Adquisición para Plantas Medicinales a través de un Sensor de Humedad hecho de Fluoruro de Polivinilideno (PVDF) para Aplicaciones Móviles.

L. B. Contreras-Cariño¹, C. O. González-Morán¹, G. T. Zárate-Ocaña¹, J. C. Belén-Luna¹.

¹Universidad Autónoma del Estado de México, Valle de México, Laboratorio de Investigación de Desarrollo de Materiales y Procesos inteligentes, Blvd. Universitario s/n, Atizapán de Zaragoza, Estado de México 54500, México.

* lbcc050495@gmail.com

Resumen—En este proyecto se desarrolló el diseño y construcción de un sistema de adquisición de datos reflejados en una aplicación móvil, específicamente para una plataforma Android en donde el usuario podrá ver los datos de la cantidad de humedad que arroja el sistema. Este monitorea a través de un sensor interno que se encuentra enterrado en la tierra de la planta Bambú Palm (*Chamaedorea seifrizii*) el sensor fué hecho de fluoruro de polivinilideno (PVDF) utilizando la técnica de Electrospinning y placas paralelas que funcionaran como un sensor externo. En el prototipo se desarrolló una placa de circuito impreso para el microcontrolador ATM328P propio que funciona como el corazón del sistema de adquisición, este a través de la comunicación de un módulo Bluetooth (HC-06) que es el que manda los datos a la aplicación móvil en Arduino cada determinado tiempo.

Palabras clave— Adquisición, Humedad, IoT, Microcontrolador, Polivinilideno, Sensor.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sensores de humedad son de mucha ayuda para las empresas que se dedican a la automatización de invernaderos en los cuales cultivan plantas medicinales, procesos químicos, biológicos y físicos lo cual va a hacer que el cuidado de estas plantas sea más preciso. Existen las tecnologías de hardware libre la cual está basada en una placa que contiene un microcontrolador que se puede programar mediante el Software de Arduino IDE, este nos ayuda a mejorar el uso de la electrónica para cualquier proyecto y funciona como un ordenador de computadora [1].

El internet de las cosas (IoT) impacta en la salud, ambiente, ciencia, tecnología, una de sus aplicaciones es la adquisición de datos de sensores para a su vez reflejar resultados en dispositivos que interactúan con el usuario final. Así se desarrollan dispositivos más económicos y compactos en tamaño, gracias a las IoT para ser monitoreados o controlados con teléfonos inteligentes y que

ofrece un amplia gama en la vida cotidiana para electrodomésticos, automóviles, camas, o casas inteligentes, etc.

[2].

Por otro lado, las aplicaciones móviles efectúan cualquier tarea que se le sea asignada y generalmente se utilizan para enviar o recibir datos de algún destino, lo cual actualmente ya se considera como una herramienta que fomenta la creatividad, innovación, comunicación que mantienen los dispositivos en vanguardia.

Nuestro prototipo permite al usuario que a través de una interfaz gráfica se pueda ver el porcentaje de humedad que tiene la tierra de la planta Bambú Palm (*Chamaedorea seifrizii*), tomando en cuenta que este prototipo puede ser empleado en cualquier otra planta natural, una vez que ya se monitorea la humedad por medio del sensor PVDF se implementará un sistema de riego automático para la planta medicinal a través de comandos desde la aplicación móvil de nuestro teléfono, además de que la aplicación contendrá una serie de tutorias con respecto a la planta en uso, esto con el objetivo de enseñar a las personas que no tienen conocimientos en el cuidado de las plantas medicinales y guiarse de la aplicación móvil para hidratarlas automáticamente con el sistema de riego a través de la comunicación de Bluetooth.

La técnica de electrospinning o electrohilado, ha sido ampliamente estudiada durante los últimos años gracias a la posibilidad de crear fibras en escala micro y nanométrica para una gran variedad de aplicaciones biomédicas, esta técnica aporta a los elementos desarrollados diversas características como: amplia superficie por unidad de área, porosidad y una serie de propiedades mecánicas, siendo atractiva a nivel biotecnológico, la técnica es versátil ensamble lo que ha permitido procesar una gran variedad de polímeros [4].

II. METODOLOGÍA

En este proyecto se diseño, construcción y desarrollo del prototipo de sistema adquisición de datos que obtiene el

porcentaje de humedad a nivel de la tierra de la planta Bambú Palm a través de una aplicación móvil.

1) *Diseño del prototipo.* El sistema de adquisición de datos hace la función de obtener el porcentaje de humedad de la planta Bambú Palm a través del sensor PVDF que manda los datos al microcontrolador ATM328P y mediante módulo Bluetooth (HC-06) la información se despliega a una aplicación móvil, como se ve en la Fig. 1.

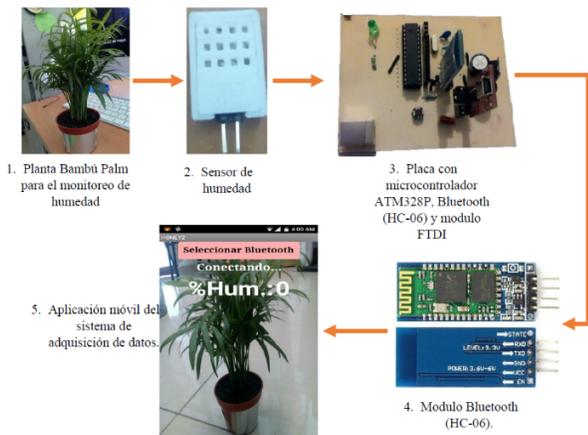


Fig. 1. Diagrama del proyecto del sistema de adquisición de datos utilizando tecnologías móviles a través de un sensor de humedad hecho de fluoruro de polivinilideno (PVDF).

2) *Diseño del sensor PVDF.* Se realizó una solución precursora en donde se utilizaron 9 pellets de PVDF para obtener 0.6321(gr) que se disolvieron en 2.4 (gr) de solvente (*N, N* dimetilformamida-DMF) durante 20 minutos aproximadamente para obtener una concentración del 18%, posteriormente este se colocó en un contenedor de jeringa común en la máquina de Electrospinning trabajando a 9.31 (KVolts) durante 16 minutos como se muestra en la Fig. 2 [3].

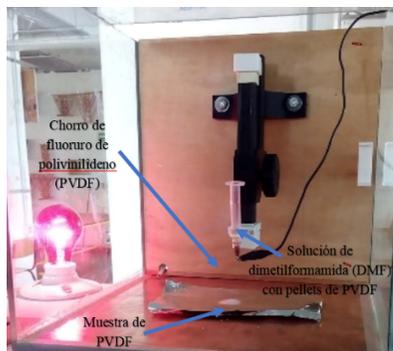


Fig. 2. Máquina de Electrospinning durante el proceso de inyección de la capa de material PVDF.

El chorro de polímero se hace desde una altura de 5 centímetros de alto y 2.50 centímetros de ancho como se ve en la Fig. 3.

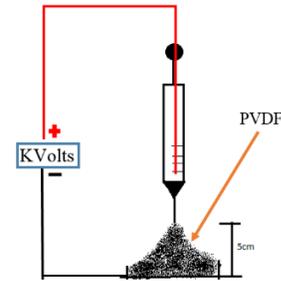


Fig. 3. Chorro eyectado de la concentración de PVDF.

Creando así una membrana de PVDF como se ve en la Fig. 4.



Fig. 4. Forma sólida de la concentración de PVDF.

Una vez que se obtiene la membrana de PVDF se hace el diseño 3D para recubrir el sensor. El diseño se hace en la página Tinkercad y se obtiene el archivo .slt para así imprimirse en la impresora 3D CREATOR PRO como aparece en la Fig. 5.

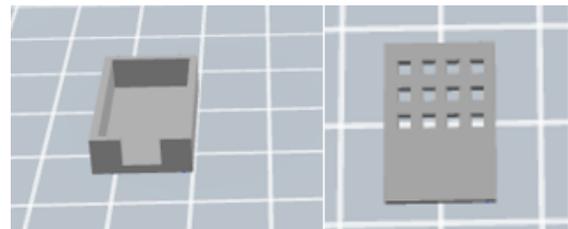


Fig. 5. Modelo de impresión 3D para sensor PVDF.

El sensor PVDF se ensambla con salidas (pines) para su monitoreo como se ve en la Fig. 6.



Fig. 6. Sensor de humedad

El sensor PVDF de humedad se encuentra emparedado entre dos placas de aluminio, estas placas se conectan a dos pines del microcontrolador como se muestra en la Fig. 7.

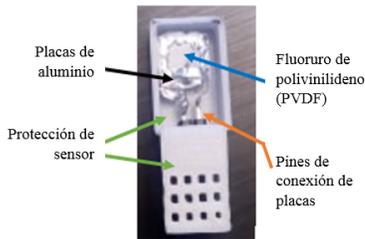


Fig. 7. Estructura del sensor de fluoruro de polivinilideno (PVDF).

3) *Diseño y creación del prototipo.* Para este el prototipo de hardware que se realizó se utilizó la plataforma EasyEDA para el diseño del circuito impreso del microcontrolador ATM328P para recibir las entradas analógicas del sensor PVDF dotado con un cristal de 16 (MHz) quedando el diagrama como se muestra en la Fig. 8.

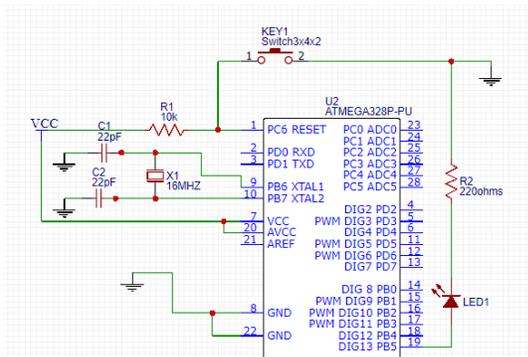
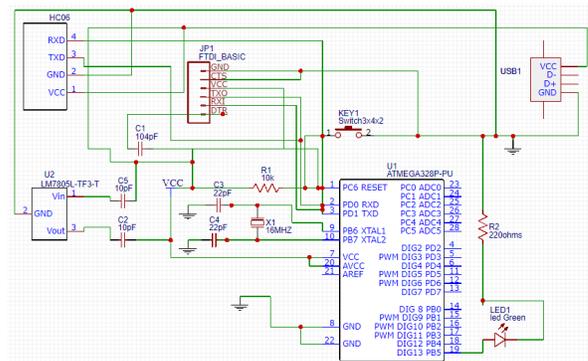


Fig. 8. Estructura del microcontrolador ATM328P con un cristal de 16MHz, capacitores de 22pF y RESET.

Es importante mencionar que el diseño de la placa fue para sustituir la tecnología de las tarjetas comerciales de Arduino, haciendo un prototipo propio, casero, más compacto, de menor costo y adaptado especialmente con las entradas de un reprogramador FTDI y el módulo de Bluetooth (HC-06). Se utilizó un conector USB Tipo B

Hembra para la alimentación del circuito, un módulo Bluetooth (HC-06) para el envío de datos a la aplicación móvil, un módulo FTDI232 para la regrabación del microcontrolador, también un regulador de voltaje L7805 para que no existan variaciones de alimentación al circuito, de esta manera se diseño el circuito que se muestra en la Fig.



9 y la Fig. 10.

Fig. 9. Diagrama eléctrico del circuito del sistema de adquisición de datos.



Fig. 10. Prototipo físico soldado por la parte inferior y mostrando en la parte superior los componentes implementados a la placa.

III. RESULTADOS

Los datos de humedad se obtuvieron al conectar el sensor que se encuentra en la planta Bambú Palm y se monitoreo a través de la aplicación móvil durante 30 minutos como se muestra en la Fig. 11.

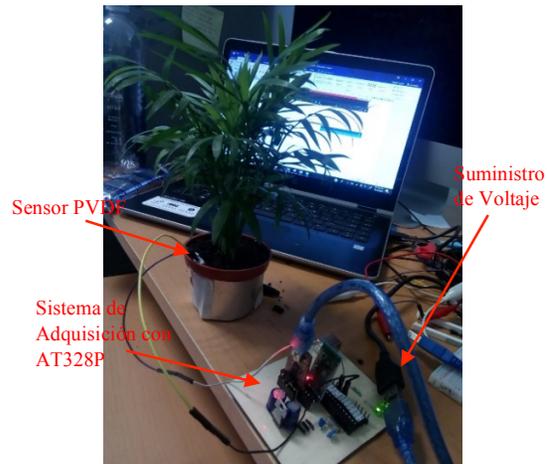


Fig. 11. Conexión de prototipo ATM328P con implementación del modulo Bluetooth (HC-06) y módulo FTDI a planta Bambú Palm

Por otro lado, los datos también se obtuvieron a través de la interface PLX-DAQ colectando estos resultados en una hoja de Excel como se muestran en la Fig. 12.

1	Time	Started Time
2	02:15:27 p.m.	1.953125E-020.00
3	02:15:30 p.m.	2.484375508.35
4	02:15:32 p.m.	4.984375106.64
5	02:15:35 p.m.	7.488281136.05
6	02:15:37 p.m.	9.992188142.47
7	02:15:40 p.m.	12.5127.30
8	02:15:42 p.m.	15113.88
9	02:15:45 p.m.	17.50391122.83
10	02:15:47 p.m.	20.00781116.21
11	02:15:50 p.m.	22.51172138.14
12	02:15:52 p.m.	25.01953135.03
13	02:15:55 p.m.	27.51953130.11
14	02:15:57 p.m.	30.02344144.73
15	02:16:00 p.m.	32.52734142.47
16	02:16:02 p.m.	35.02734134.02
17	02:16:05 p.m.	37.53125107.33
18	02:16:07 p.m.	40.03906131.07
19	02:16:10 p.m.	42.54297138.14
20	02:16:12 p.m.	45.04297135.03
21	02:16:15 p.m.	47.54688129.16
22	02:16:17 p.m.	50.05078109.44

Fig. 12. Gráfica de datos del nivel de humedad.

Los datos obtenidos haciendo pruebas en el cambio repentino de la humedad fueron corroborados con la aplicación móvil App donde se obtuvo el despliegue de los datos durante 30 minutos como se muestra en la Fig. 13.

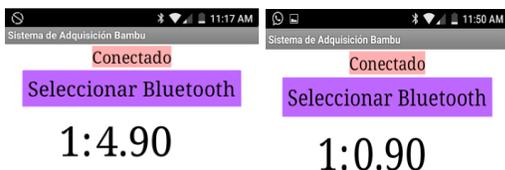


Fig. 13. Pantalla de aplicación móvil desde celular del inicio y termino de la prueba.

IV. DISCUSIÓN Y TRABAJO A FUTURO

El proyecto que se desarrollo tiene como principal función monitorear el nivel de humedad de las plantas medicinales a través de un sensor de fluoruro de polivinilideno (PVDF) para un mejor cuidado de la misma y mejorar la calidad de vida de estas plantas, el prototipo nos reduce espacio y sobre todo es muy económico, pues se sustituye lo comercial y se crean sensores y circuitos de diseño propios. El usuario podrá ver en la aplicación móvil el nivel de humedad en el que se encuentra la planta por medio del sensor que envia la información al microcontrolador ATM328P y este a su vez se conecta al módulo Bluetooth (HC-6) para transmitirlo al dispositivo

móvil. Este trabajo se encuentra en desarrollo para su miniaturización y el objetivo final será crear un sensor embebido con la electrónica y su comunicación.

Con este prototipo se trabajará a futuro en la implementación de un sistema de riego por goteo que tendrá una válvula controlada para liberar las gotas de agua cuando se requiera de manera automática o controlada y se establecera un rango de humedad para que cuando la planta necesite agua el sistema de riego se active automáticamente y una vez que alcance el nivel establecido se desactive con el fin ahorrar del consumo de este líquido. Se pretende obtener el modelo que se muestra en la Fig. 14.

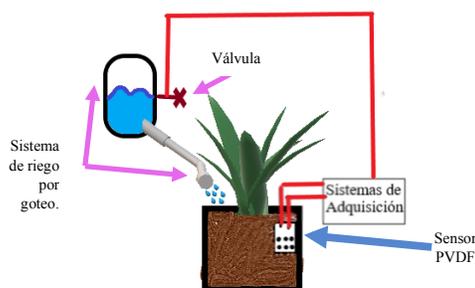


Fig. 14. Modelo del sistema de riego por goteo con sensor de fluoruro de polivinilideno (PVDF).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Dave, (2011). Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), pp. 2. Disponible en: https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf
- [2] M. Barrio, "Internet de las cosas". Ed. Reus S.A., (2018), Madrid España, pp. 17-19, ISBN: 978-84-290-2038-0. Disponible en: https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas_9788429020380_internetdelascosas.pdf.
- [3] O. González, (2013). System for Controlling the Moisture of the Soil Using Humidity Sensors from a Polyvinylidene fluoride Fiber Mats. EU: American scientific publishers. DOI:10.1166.
- [4] Duque-Sánchez LM, Rodríguez-Leonardo, López-Marcos. Electrospinning: la era de las nanofibras. Rev. Iber. Polímeros, 14(1), 10-27 (2013). Disponible en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE13/duque.pdf>.