

Developing of a low-cost device to collect data from agricultural sensors

Desarrollo de un dispositivo de bajo coste para la recopilación de datos procedentes de sensores agrarios

M. Forcen^{1*}, N. Pavón², J.A López², A. Pérez¹

¹Departamento de Ingeniería Agronómica, ETSIA, Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena. Murcia. Spain

²Departamento de Automática, Ingeniería Eléctrica y Tecnología Electrónica, ETSII, UPCT. Campus Muralla del Mar, Calle Doctor Fleming S/N, 30202 Cartagena, Murcia. Spain.

*manuel.forcen@edu.upct.es

Abstract

Soil sensors are used in a wide variety of agricultural experiments in order to get information about the environment of the plants under investigation. Nevertheless, the installation of these sensors might be complicated. To determine if the installation was successful, it is useful to monitor the evolution of the sensor measurements. The solution proposed in this work allows to integrate the data logger device and all the required accessories in the same device, in addition to offering an external storage medium such as an MicroSD card.

Keywords: measurement device; datalogger; persistency; sensor.

Resumen

En un gran número de estudios agrarios se utilizan sensores instalados en el suelo para poder conocer el estado en el que se encuentran los cultivos. Sin embargo, la instalación de estos sensores puede ser bastante complicada. Para determinar si la instalación ha sido exitosa, es interesante monitorizar a pie de campo la evolución de las medidas del sensor. La solución propuesta en este trabajo permite integrar el registrador de datos y todos los elementos accesorios en el mismo dispositivo, además de ofrecer un soporte de almacenamiento compatible con todos los sistemas informáticos, como es una tarjeta MicroSD.

Palabras clave: dispositivo de medida; registrador de datos; persistencia; sensor.

1. INTRODUCTION

La sensorización ha entrado a jugar un importante papel en la agricultura, ya que permite incrementar la eficiencia productiva y el ahorro de recursos, como el agua utilizada para el riego. Este punto es clave para convertir a la agricultura en un proceso sostenible, no sólo medioambiental sino también económicamente. Existen sensores que permiten conocer el estado hídrico del suelo (contenido volumétrico y potencial matricial de agua en el suelo), la temperatura foliar, y otros en tiempo casi-real, permitiendo a los técnicos una rápida toma de decisiones (1).

Pese a los diferentes tipos de sensores existentes, la mayor parte de ellos usan señales eléctricas para poder ser recolectadas y procesadas por un sistema informatizado. Éstas se pueden clasificar en dos grupos: las señales analógicas y las señales digitales. En este caso se utilizarán señales digitales, enmarcadas dentro de un protocolo ampliamente utilizado en agricultura, el protocolo *SDI12*(2-4). La mayor ventaja de este protocolo es que permite que en

un mismo cable coexistan varios sensores. Esto se consigue asignando una dirección a cada dispositivo, y que éste sólo responda cuando la dirección pedida coincida con la suya propia.

Dada la importancia de estos sensores, es importante comprobar que después de ser instalados, están funcionando correctamente. Realizar estas tareas de configuración y mantenimiento puede ser complicado, ya que los sensores no tienen una interfaz directa y requieren de un dispositivo que permita configurarlos, por ejemplo, un adaptador para usarlo con un PC mediante USB, o una consola independiente diseñada para ese fin.

En la actualidad existen dispositivos que permiten interactuar al usuario con un sensor SDI12, ya en forma de adaptadores (5), en forma de registradores de datos autónomos (6,7) o consolas de configuración (8). Sin embargo, las soluciones mostradas tienen defectos, ya en su alto precio, su escasa disponibilidad (productos sin soporte o antiguos), o que requieren de otros dispositivos adicionales como un ordenador.

Este dispositivo ofrece una solución integral, ya que incorpora todos los elementos necesarios para poder interactuar con los sensores SDI12, como una pantalla, una batería, botones, una tarjeta SD para almacenar datos y un programa que lo orquesta todo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El dispositivo resultante deberá tener todos los elementos necesarios para su funcionamiento, tal y como se ha mencionado anteriormente, además de ser compatible con dispositivos SDI12 y con soporte para tarjetas MicroSD.

2.1 Diseño electrónico

Para la alimentación se usará una batería de Ion Litio de 8.5Wh y un circuito de carga (*TP4056*) y otro de protección de batería (*DW01A*) y un puerto para conectarlo a un cargador (*MicroUSB*). Además, requerirá de un elevador de voltaje para convertir los 4.2 voltios de la batería a los 12 voltios que requiere el *SDI12*. Para ello, se hace uso de un elevador *HX3242*, y para el microcontrolador y la señal de 5 voltios del *SDI12*, se usa un *HX3001*. Se usa una pantalla de 128x64 píxeles y un microcontrolador *ATmega328P-AU* como procesador central.

2.2 Programación e integración

El dispositivo integra una serie de comandos *SDI12*, considerados los más comunes y útiles. Estos son:

1. Detección de dispositivos en el bus.
2. Cambiar de dirección *SDI12* a un dispositivo del bus.
3. Realizar la medida de los valores de un sensor.

2.3 Persistencia

Además de permitir la medida puntual de un sensor, este dispositivo permite recolectar datos y almacenarlos en una tarjeta externa. Para ello, se configura un temporizador interno que cada periodo de medida usa el comando correspondiente y al obtener el valor lo almacena en un fichero.

La tarjeta utiliza el formato *FAT32*, que es compatible con la mayoría de los dispositivos del mercado, por lo que permite una gran interoperabilidad con otros dispositivos. El fichero sigue un formato *csv*(2), que permite ser abierto por programas de análisis de datos estadísticos como *R Studio* o de cálculo como *Excel*.

2.4 Pruebas en campo

Se han realizado distintos experimentos de medición y configuración de dos tipos de sensores con el dispositivo, una sonda de potencial matricial de tipo *MPS6/TEROS21* de Decagon y una sonda de perfil de humedad, salinidad y temperatura de suelo *Drill&Drop* de Sentek. Dado

que estos sensores son digitales, se asume que, si el dispositivo es capaz de leer información del sensor, los valores recibidos son válidos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han realizado dos experimentos. El primero consiste en realizar medidas de forma manual con un sensor de potencial matricial MPS6, de forma que se demuestre la capacidad del dispositivo de comunicarse con el sensor, procesar los datos y mostrarlos en pantalla, así como la de configurar el dispositivo. El segundo experimento consiste en utilizar la capacidad de persistencia del dispositivo para guardar un evento de riego, de forma que se demuestre su capacidad de persistencia.

Como resultado del primer experimento se puede observar el menú de configuración del dispositivo en la Figura 1. Una vez en este menú, se puede utilizar los botones para navegar por las distintas opciones, entre las que se encuentra realizar una medida puntual. Al realizar la medida, se muestra la pantalla de la Figura 2, donde se observan los valores medidos por el sensor.

En el segundo experimento se muestra el aparato conectado a un sensor *Drill&Drop*. En la Figura 3 se puede ver el valor de las medidas de una sonda en suelo, mientras que en la Figura 4 se puede observar la información recogida por el sensor durante un evento de riego.

4. CONCLUSIONES

Se ha diseñado un producto de bajo coste que puede servir tanto para el diagnóstico de redes de sensores como para la monitorización puntual de los mismos. Dicho dispositivo se basa en componentes abiertos, por lo que se puede modificar para extender sus capacidades, incluyendo la interpretación de datos de nuevos tipos de sensores y la adición de nuevas interfaces.

Los resultados obtenidos mediante el uso del dispositivo son similares a los obtenidos con equipos comerciales (CR1000, Procheck), pero con un coste muy inferior, ofreciendo además capacidades extendidas, como el registro de datos en soporte de almacenamiento y la posibilidad de personalizarlos dada su naturaleza libre.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Investigación e Innovación del Gobierno de España (PCIN-2017-091, WaterWorks2015 ERA-NET) y Manuel Forcen agradece la financiación del contrato predoctoral recibido de la Fundación Séneca (20767/FPI/18).

6. REFERENCIAS

1. Aqeel-ur-Rehman, Abbasi AZ, Islam N, Shaikh ZA. A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. *Comput Stand Interfaces*. 2014 feb 1;36(2):263-70.
2. Blanco V, Domingo R, Pérez-Pastor A, Blaya-Ros PJ, Torres-Sánchez R. Soil and plant water indicators for deficit irrigation management of field-grown sweet cherry trees. *Agric Water Manag*. 2018 sep 30;208:83-94.
3. SDI-12 Support Group [Internet]. [citado 21 de octubre de 2019]. Available from: <http://sdi-12.org/>
4. Low-power wireless sensor network for frost monitoring in agriculture research | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore [Internet]. [cited 24 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6868546>
5. USB a SDI-12 protocolo trampa convertidor de depuración SDI12 prueba del sensor [Internet]. Grandado. [cited 7 de junio de 2021]. Available from: <https://esp.grandado.com/products/usb-a-sdi-12-protocolo-trampa-convertidor-de-depuracion-sdi12-prueba-del-sensor?variant=UHJvZHVjdFZhcmllhbnQ6MTkzNTEwMDE3>
6. Hund SV, Johnson MS, Keddie T. Developing a Hydrologic Monitoring Network in Data-Scarce Regions Using Open-Source Arduino Dataloggers. *Agric Environ Lett*. 2016;1(1):160011.

7. Jiménez-Buendía M, Soto-Valles F, Blaya-Ros PJ, Toledo-Moreo A, Domingo-Miguel R, Torres-Sánchez R. High-Density Wi-Fi Based Sensor Network for Efficient Irrigation Management in Precision Agriculture. Appl Sci. 2021 jan;11(4):1628.
8. METER Legacy Handheld Devices [Internet]. METER. [cited 7 de junio de 2021]. Available from: https://www.metergroup.com/meter_knowledgebase/buy-browse-meter-legacy-handheld-devices/



Figura 1. Medida MPS6



Figura 2. Pantalla de configuración



Figura 3. Medida Drill&Drop en campo

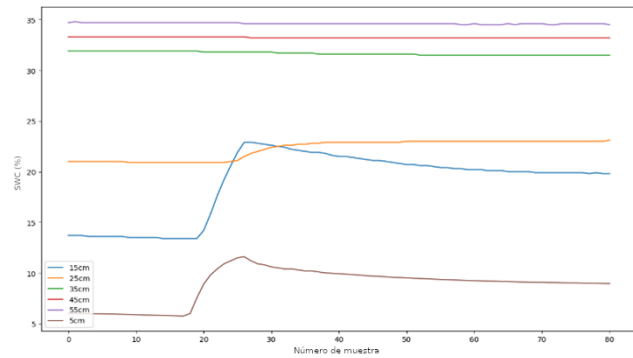


Figura 4. Evolución contenido volumétrico de agua durante riego

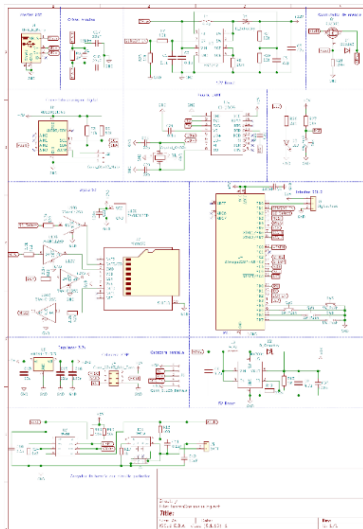


Figura 5. Esquemático del dispositivo

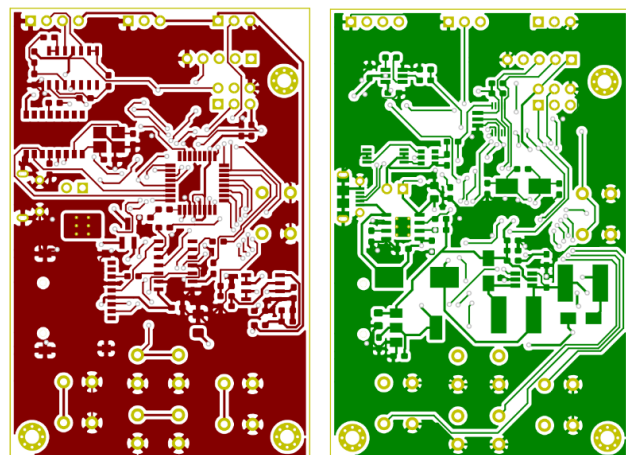


Figura 6. Placa de circuito impreso del dispositivo (rojo frontal, verde trasero)