

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC DEVICE USING PLUVIOMETER AND MODBUS COMMUNICATION.

Ruiz Peñalver, L.¹; Guerrero Arroniz, D.¹; Maciejewski, P.²; Grzyb, A.²; Ruiz Canales, A.³; Molina Martínez, J. M.¹

¹ Universidad Politécnica de Cartagena, ² Poznan University of Technology, ³ Universidad Miguel Hernández

Nowadays it is becoming increasingly popular to use Arduino platform to programming and design electronic projects in a simple and useful way. The aim of this project is to determine precise amount of water drained on a plant in a given time interval by a pluviometer and record the drainage period in the Arduino.

The system works automatically and is activated when irrigation water is being piped to the pot and terminates when the system detects no water drops in a given time. In this period is recorded the total amount of drained water. Furthermore communication between Arduino and the computer is done via Modbus protocol to connect more slaves like sensors in a network. Informations are displayed through a graphical interface designed in LabView.

Keywords: *Pluviometer; Modbus; Arduino; Drainage; Labview*

DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL EMPLEO DE PLUVIÓMETROS EN REDES MODBUS

En la actualidad se está extendiendo cada vez más el uso de la plataforma Arduino como medio de programación y diseño de proyectos electrónicos de una manera sencilla y útil. El objetivo del presente proyecto es determinar de una forma precisa la cantidad de agua drenada por una planta en un determinado intervalo de tiempo mediante un pluviómetro y registrar dicho periodo de drenaje en el dispositivo Arduino. El sistema es automático, ya que se activa cuando el agua de riego empieza a ser drenada por

la maceta y termina cuando el sistema no detecta caída de agua en un determinado tiempo. En ese periodo se registra la cantidad total de agua drenada. Además, la comunicación entre el Arduino y el ordenador se realiza mediante protocolo Modbus para que nuestro sistema pueda ser un esclavo más conectado en una red de sensores y la información se muestra a través de una interfaz gráfica específicamente diseñada en LabView.

Palabras clave: *Pluviómetro; Modbus; Arduino; Drenaje; Labview*

1. Introducción

Debido a la gran competitividad existente en el mercado actual, las empresas buscan y se centran cada vez más en implementar tecnologías que ayuden a aumentar la producción, reducir costes y aumentar la calidad de sus productos. Para conseguirlo, invierten numerosos recursos en la creación y puesta en marcha de sistemas de automatización y telecontrol en sus instalaciones (Liao, 2010; Cho et al, 2010; Hwang et al, 2010; Sliva, 2008).

Los sistemas agromóticos para gestión de recursos hídricos y energéticos se están extendiendo cada vez más rápido en el sector agroalimentario, proporcionando respuesta a las necesidades de automatización y control de los procesos productivos (Van Delden et al, 2009; Piccinni et al, 2008; Faye et al, 1998). Con estos sistemas se consigue aumentar la eficiencia de los procesos, contribuyendo a su mejor funcionamiento y minimizando las posibles pérdidas energéticas y de producción que puedan surgir en los mismos. En este sentido podemos encontrar aplicaciones para la gestión del riego mediante estaciones agroclimáticas, proporcionando un ahorro de agua y energía (Molina-Martínez et al, 2012); además, estas estaciones se pueden emplear para predicción de plagas y enfermedades de los cultivos implantados, y así corregir posibles alteraciones en ella.

En la presente comunicación se muestra el desarrollo e implementación de un dispositivo electrónico que permite medir el drenaje de los cultivos. Está basado en un arduino que recibe los datos de un pluviómetro conectado a la red de drenaje, los procesa y los envía mediante Modbus a la central de control del riego en tiempo real. En esta primera fase se ha implementado junto con red de lisímetros, observando sus ventajas e inconvenientes.

2. Objetivos

Crear un dispositivo capaz de medir el agua drenada por un cultivo a través de un microcontrolador ATmega programado en la plataforma Arduino.

Comunicar dicho dispositivo mediante protocolo MODBUS con el fin de hacerlo versátil y de sencilla implementación en una red de sensores más amplia.

Crear una interfaz gráfica que permita mostrar las medidas en tiempo real y registrarlas de forma simultánea.

3. Metodología y Materiales

3.1 Arduino

Arduino es una plataforma basada en una simple placa de circuito impreso y un entorno de desarrollo propio (IDE), a partir de la cual se pueden crear diversos dispositivos y desarrollar diferentes aplicaciones. Proporciona una estructura de programación intuitiva y se trata de una plataforma libre, por lo que existe una gran variedad de librerías destinadas a usos muy diversos.

Además, otra de las consideraciones principales de elección de esta plataforma frente a microcontroladores de otros fabricantes (como los PIC de Microchip) reside en el hecho de que la propia placa Arduino permite reprogramar el microcontrolador Atmel que integra de forma rápida y sencilla mediante la conexión a un ordenador por puerto USB.

Otra ventaja es que se dispone de una gran variedad de *shields* o placas de complementos para esta plataforma y destinadas a todo tipo de aplicaciones.

3.2 Arduino Uno

Descripción General

Arduino UNO (véase la figura 1) es una placa microcontrolador basada en el ATmega328. Tiene 14 entradas/salidas digitales (de las cuales 6 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset. Contiene todo lo necesario para hacer funcionar el microcontrolador; conectándolo al ordenador con el cable USB o aliméntalo externamente mediante una fuente o batería.

Figura 1: Arduino UNO

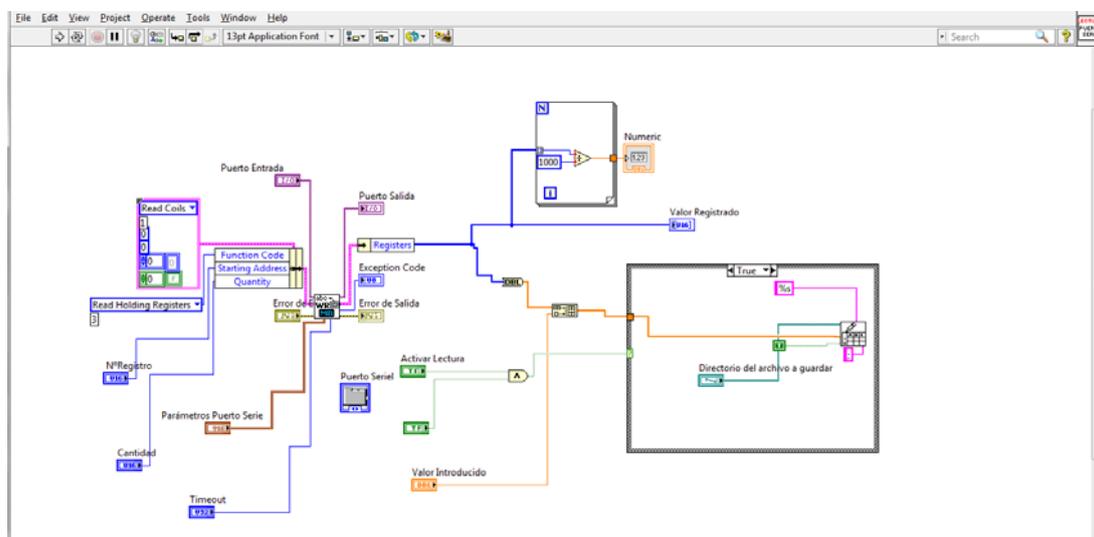


3.4 LabVIEW

LabVIEW es un lenguaje de programación de alto nivel, de tipo gráfico, inicialmente enfocado a la realización de aplicaciones para el control de instrumentación (véase la figura 2). Desde su aparición, LabVIEW se ha convertido en un auténtico lenguaje y entorno integrado de programación, ya que cuenta con todos los recursos necesarios para elaborar cualquier tipo de algoritmo en aplicaciones muy variadas. Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, lo que da una idea de su uso en origen: el control de instrumentos.

Una de sus mayores cualidades es la existencia de numerosos paquetes que permiten combinar este software con todo tipo de hardware, como tarjetas de adquisición de datos, controladores, autómatas programables, sistemas de visión, FPGAs, etc.

Figura 2: Diagrama de bloques



3.5 Protocolo MODBUS

MODBUS es un protocolo de comunicaciones basado en la arquitectura maestro/esclavo. Aunque inicialmente se trató de un protocolo propio de la marca Modicon, en la actualidad se ha convertido en un estándar de facto en el ámbito de las comunicaciones industriales y es el más extendido a la hora de conectar dispositivos electrónicos industriales, especialmente de instrumentación. El hecho de ser público y de poseer una implementación relativamente sencilla han sido claves en su éxito.

MODBUS permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. MODBUS también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo MODBUS para comunicación serie y Ethernet con protocolo TCP/IP (denominado MODBUS/TCP).

Existen dos variantes, con diferentes representaciones numéricas de las tramas de datos; MODBUS RTU utiliza una representación binaria compacta de los datos, mientras que MODBUS ASCII emplea una representación legible del protocolo (en modo ASCII) pero menos eficiente.

3.6 Circuito

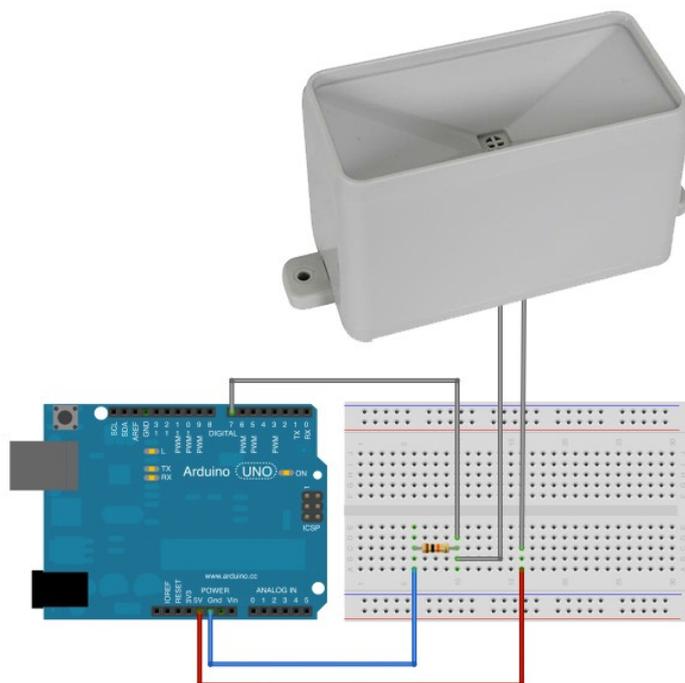
Para crear nuestro dispositivo, se ha necesitado (véase la figura 3):

Un pluviómetro de pequeño caudal que actúa como interruptor. Cuando la cuchara del pluviómetro está en posición vertical el circuito está cerrado, pero cuando se actúa sobre la cuchara y se vierte agua desplazándola hacia abajo, se abre el circuito. Este mecanismo genera una secuencia de pulsos que son registrados a través del microcontrolador.

Placa Arduino Uno con ATmega.

Una resistencia de 10 kΩ que actúa como resistencia de pull-down a tierra.

Figura 3: Circuito del pluviómetro



3.7 Características del código programado

Programa para LabVIEW. Este programa es el encargado de la interfaz de control. Lee el valor guardado en el registro del micro anteriormente mencionado, procesando los valores almacenados y mostrando la cantidad de agua drenada de forma visual. Además, dicho programa almacena los datos en un archivo de texto.

Programa para Arduino. Escrito en C++, la tarea del programa es leer el estado del pin digital y guardar dicho estado en un registro interno del microcontrolador usando la comunicación MODBUS y una librería específica para dicha comunicación.

Una resistencia de 10 kΩ que actúa como resistencia de pull-down a tierra.

4. Implementación y resultados

4.1 Funcionamiento

En el esquema de la figura 4 se puede ver el proceso de lectura en el pluviómetro:

En primer lugar, el agua drenada cae en el pluviómetro. Es importante señalar que el caudal de agua deberá de estar controlado (tal como ocurre en una precipitación natural de lluvia), ya que si este es excesivamente grande, la cuchara que recoge el agua del pluviómetro se verá desbordada, dando lugar a mediciones incorrectas.

Cada pulso que genera el movimiento de la cuchara es registrado por el Arduino por medio del protocolo Modbus.

Mediante el mismo protocolo, se comunica el Arduino con la interfaz gráfica de LabView, mostrando los valores acumulados del agua drenada.

Por último, todos los valores se van almacenando en un archivo de texto.

Figura 4: Esquema de funcionamiento

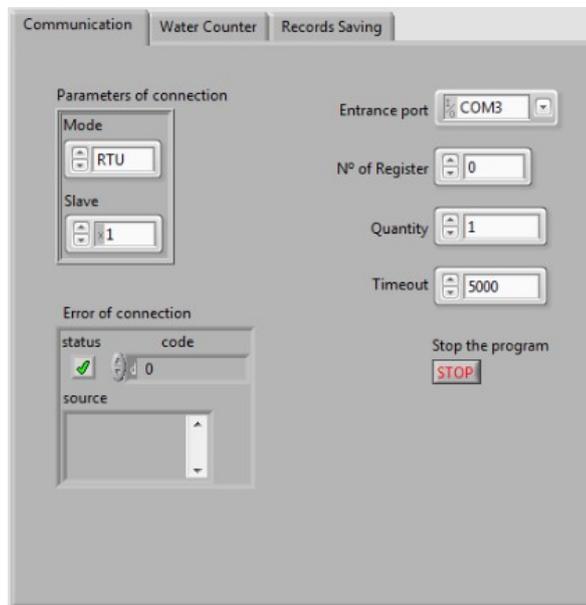


4.2 Interfaz de usuario

La interfaz de usuario desarrollada consta de tres partes:

Parámetros de la comunicación (figura 6).

Figura 6: Parámetros de la comunicación

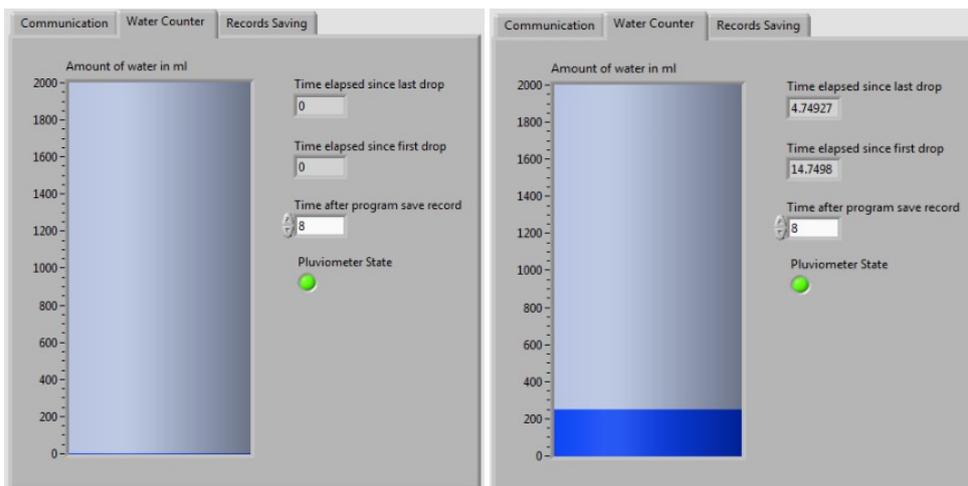


Se establece el modo de comunicación (RTU o ASCII), el número de esclavo (en el caso de que se quiera implementar varios dispositivos a la vez) y el número de registro que se ha empleado para guardar los datos y que se quiere leer.

Contador de agua (figura 7).

La figura 7 muestra el panel en su estado inicial y en funcionamiento:

Figura 7: Contador de agua (izquierda: estado inicial, derecha: en funcionamiento).



Se miden diversos parámetros:

Cantidad de agua en ml (*Amount of water in ml*). Es la cantidad de agua que cae a través del pluviómetro.

Tiempo que pasa desde la última caída (*Time elapsed since last drop*). Este valor muestra el tiempo (en segundos) que ha transcurrido desde la última caída de agua de la cuchara. En otras palabras, indica cuanto tiempo ha pasado desde que la caída del agua terminó.

Tiempo que pasa desde la primera caída (*Time elapsed since first drop*). Muestra el tiempo transcurrido desde la primera caída de agua de la cuchara. En otras palabras, indica cuanto tiempo ha pasado desde que el agua comenzó a caer.

Intervalo de guardado (*Time after program save record*). Aquí se establece el intervalo de tiempo (en segundos) que transcurrirá entre cada medida guardada en el archivo de texto. Se registrarán los tres parámetros anteriores.

Estado del pluviómetro (*Pluviometer State*). El diodo verde indica si el si la cuchara del pluviómetro está alta (diodo encendido) o si está baja (diodo apagado).

Fecha y hora de cada medida

Directorio de guardado

En esta pestaña se determina el directorio donde se almacenará el archivo de texto con los datos registrados (figuras 8 y 9).

Figura 8: Directorio de guardado

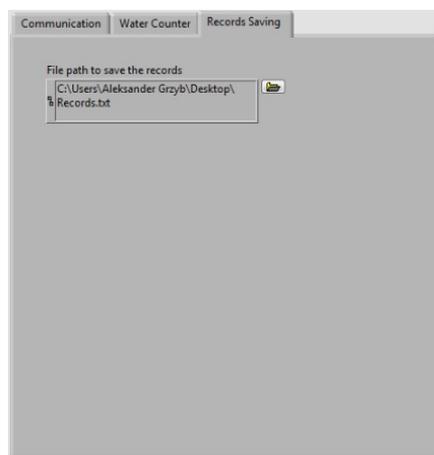
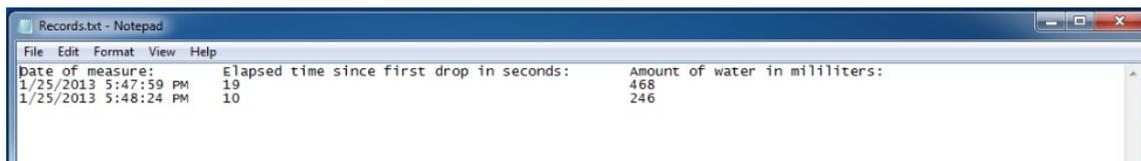


Figura 9: Archivo de texto generado



4.3 Resultados

En la actualidad, se está llevando a cabo un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad en el que participan varios de los autores de esta comunicación e instituciones tales como el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) o la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH). Los ensayos se están llevando a cabo en las instalaciones de la UMH, concretamente en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO).

Dicho proyecto titulado “Balances de agua y carbono en uva de vinificación: Efectos de genotipos, condiciones edafoclimáticas y técnicas de gestión del cultivo” va encaminado a establecer las bases para la determinación de la influencia del volumen de agua aplicado mediante riego por goteo, en el consumo hídrico y la respuesta vegetativa de la viña variedad Bobal sobre patrón 110R, cultivada en maceta.

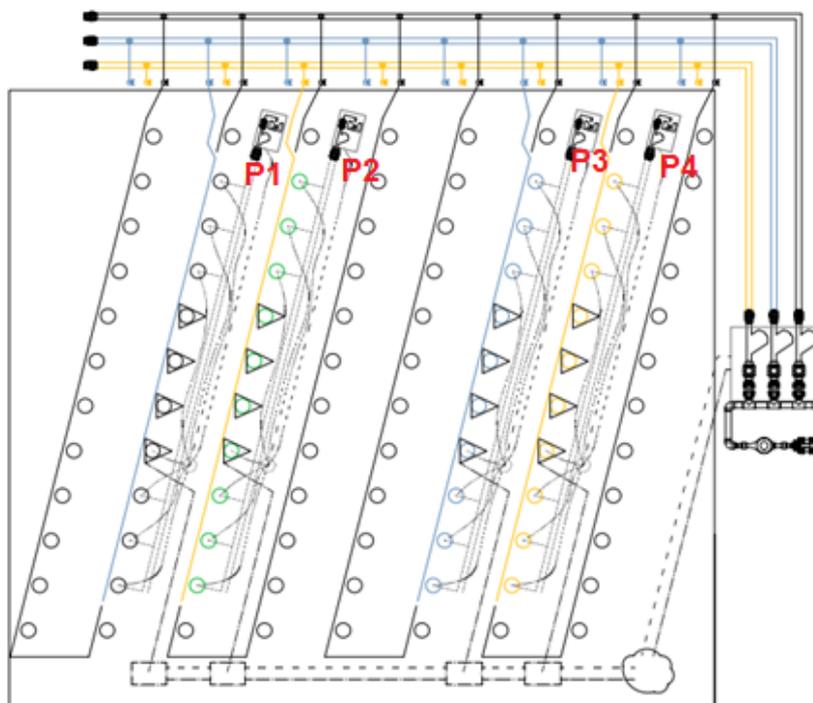
Figura 10: Mapa de situación de la parcela de la UMH



Para la realización de dicho estudio se ha utilizado una parcela experimental de 330 m², con una instalación de riego por goteo, provista de ocho filas de doce macetas cada una, orientadas norte-sur, con el fin de recibir la mayor cantidad de insolación a lo largo del día. En cuatro de esas filas se han instalado unos soportes lisimétricos en cuatro macetas de cada fila para medir las variaciones de peso de las plantas. Estas macetas con soporte lisimétrico llevan incorporado un sistema propio de medida del drenaje. El drenaje del resto de macetas de cada una de las 4 filas se recoge en una tubería que descarga en un pluviómetro como el descrito en esta comunicación. Por tanto, el drenaje de cada fila se conduce cada uno a un pluviómetro (P1, P2, P3 y P4). Cada pluviómetro recoge el agua de drenaje de un total de 6 macetas por cada fila. Las variaciones de peso y el drenaje no se miden en las macetas perimetrales ni en las dos filas del centro (Figura 11).

Este sistema de pluviómetros (P1-P4) descrito en la presente comunicación mide el drenaje. Los pluviómetros se comunican por medio de protocolo MODBUS con una red de sensores lisimétricos (miden el agua de riego mediante diferencia de peso) y agroclimáticos (humedad relativa, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa,...) y envían las señales generadas a un autómata programable encargado de leer y registrar todos los valores.

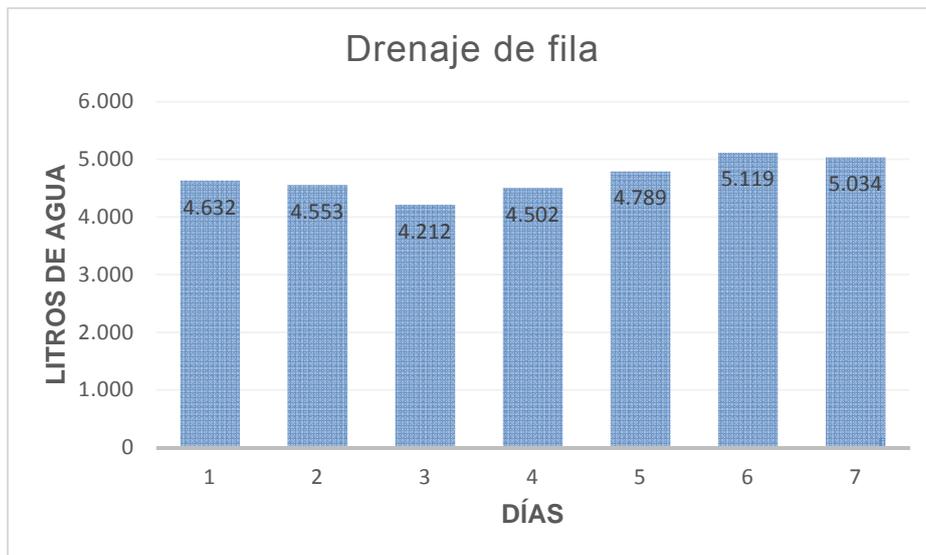
Figura 11: Croquis de la parcela de la UMH



Por tanto, los pluviómetros descritos en esta comunicación miden el drenaje de 6 macetas por cada fila por medio de una tubería enterrada y van instaladas dentro de una arqueta. La arqueta va provista de un filtro de anillas para evitar que se colmate el pluviómetro y de una válvula manual para regular el caudal de salida del drenaje al pluviómetro.

En esta comunicación se muestran algunos de los resultados de las mediciones del dispositivo descrito. En la figura 12 se representan los volúmenes correspondientes al drenaje de una fila de macetas en la semana del 20 al 26 de agosto de 2012. Como se puede observar, los litros totales son la suma de las 6 macetas de las que se contabiliza el drenaje. Es importante remarcar que se realizó un solo riego al día, a modo de prueba experimental y que dicho riego fue de una duración de media hora, comenzando a las 20:00h. El tiempo medio de drenado de cada día fue aproximadamente de 1 hora y 20 minutos.

Figura 12: Resultados semanales de drenaje por fila



En las figuras 13 y 14 se puede ver la instalación en campo del pluviómetro junto con la tubería principal de caudal regulado, dentro de la arqueta de drenaje. Se observa debajo de la válvula manual el pluviómetro del dispositivo (Fig. 13 y 14). Asimismo, debajo del filtro de anillas de la tubería de drenaje se muestra la caja de conexiones del dispositivo, junto con el cableado correspondiente (Fig. 13).

Figura 13: Instalación del pluviómetro en campo (I)



Figura 14: Instalación del pluviómetro en campo (II)



5. Conclusiones

A raíz de las pruebas realizadas y de los resultados obtenidos, se puede afirmar que el prototipo desarrollado ha cumplido con los requerimientos necesarios y ha desempeñado su función sin problema alguno. Además, cabe destacar la gran versatilidad y posibles usos en los que se puede implementar, debido a su fácil configuración y a la comunicación MODBUS.

Los sistemas de automatización y telecontrol en tiempo real del drenaje y del consumo hídrico en general incluyen sistemas de sensores y comunicaciones que permiten ajustar las cantidades de agua, consiguiendo ahorros hídricos y energéticos considerables.

La electrónica y comunicaciones empleadas en estos dispositivos están adquiriendo precios cada vez más competitivos y permiten su uso en sectores en los que hasta ahora era más restrictiva su aplicación por motivos económicos (P. ej. Agricultura e Hidrología).

6. Referencias

- Cho, YS, Yun, DH, Park, JS, Yang, SY. (2010). Development of Remote Excavation system using Real Time module. INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTROL, AUTOMATION AND SYSTEMS (ICCAS 2010) 1544-1547
- Faye, RM; Mora-Camino, F, Sawadogo, S, Niang, A. (1998). An intelligent decision support system for irrigation system management. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, VOLS 1-5 Book Series: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, CONFERENCE PROCEEDINGS. 3908-3913.
- Hwang, J., Shin, C., Yoe, H. (2010). A Wireless Sensor Network-Based Ubiquitous Paprika Growth Management System. SENSORS (10) 12: 11566-11589.
- Liao, WC. (2010). Remote Control System Based on Compressed Image. COMPUTER AND COMPUTING TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE IV, PT 2 Book Series: IFIP Advances in Information and Communication Technology (345): 259-263.
- Molina-Martinez, JM; Navarro, PJ; Jimenez, M; Soto, F; Ruiz-Canales, A; Fernandez-Pacheco, DG. (2012). VIPMET: New Real-Time Data Filtering-Based Automatic Agricultural Weather Station. JOURNAL OF IRRIGATION AND DRAINAGE ENGINEERING-ASCE 138 (9): 823-829.
- Piccinni, G., Supercinski, D., Leskovar, D., Harris, B., Jones, CA. (2006). Rio Grande basin water conservation project. 321-330
- Sliva, J. (2008). Technologies used in wireless sensor networks. PROCEEDINGS OF IWSSIP 2008: 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, SIGNALS AND IMAGE PROCESSING. 77-80.

Van Delden, H, Kirkby, MJ, Hahn, BM. (2009). Towards a modelling framework for integrated assessment in arid and semi-arid regions. 18TH WORLD IMACS CONGRESS AND MODSIM09 INTERNATIONAL CONGRESS ON MODELLING AND SIMULATION: INTERFACING MODELLING AND SIMULATION WITH MATHEMATICAL AND COMPUTATIONAL SCIENCES.3563-3569