

## DISPOSITIVO HYDRO-ENERGY HARVESTING INALÁMBRICO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FERTIRRIGACIÓN EN INVERNADEROS

Acción Estratégica de Economía y Sociedad Digital 1/2016 del Plan de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 - Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital

Duración: Julio 2016 – Diciembre 2019

### Antecedentes

La práctica de aplicar fertilizantes a los cultivos por vía del agua de riego se llama **fertirrigación**. La fertirrigación es una moderna técnica agrícola que provee la excelente oportunidad de maximizar los rendimientos y a la vez reducir la polución ambiental, al incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes, minimizar la aplicación de éstos y aumentar los beneficios económicos de la inversión en fertilizantes. El momento, las cantidades y la concentración de los fertilizantes aplicados son controlados a través de autómatas que regulan el comportamiento de diferentes sistemas dentro de un invernadero. La gran competencia que existe en el sector de la producción en invernadero, está generando una lucha en relación con la reducción de costes y el aumento de la productividad del cultivo. Aspectos como el consumo de agua, el de electricidad y el de los fertilizantes son tenidos muy en cuenta además a la hora de planificar la construcción de un invernadero y establecer un modelo productivo. **La automatización del invernadero y concretamente del sistema de fertirrigación es el elemento clave** para optimizar todos los recursos y aumentar la rentabilidad y la producción.

**La automatización de los procesos de fertirrigación está basada en la medición continua del pH y la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego.** El elemento fundamental de este tipo de sistemas son los controladores lógicos programables (PLC), al que se conectan elementos como sensores y actuadores siempre a través de conexiones físicas por cable y protocolos de comunicación cableados. Se trata de una arquitectura centralizada y cara que requiere complejas instalaciones y despliegues, poco versátil y que dificulta las posibles modificaciones, ampliaciones y cambios en la configuración. En los últimos años, las tecnologías inalámbricas se han incorporado en los sistemas de control de la fertirrigación como elemento innovador. No obstante, la desconexión total no es tal hasta que los dispositivos son alimentados con otro tipo de fuentes de energía distintas a la clásica toma de corriente doméstica/industrial. La energía solar es la más eficiente hoy en día en entornos al aire libre, pero en otros entornos no lo es tanto. En sistemas de riego el flujo del agua del propio sistema de riego es una fuente de energía permanente, aunque con unas restricciones también importantes. Actualmente existen soluciones que permiten extraer energía de los conductos de riego en explotaciones agrarias, aunque siempre en puntos **donde los flujos y las presiones son elevadas**. Estos puntos se sitúan normalmente en el punto central del sistema de riego, cerca de donde están las bombas de agua, los sistemas de distribución de fertilizantes y las electroválvulas de control de caudal. No obstante, **esta tecnología no se utiliza en puntos más separados del sistema de riego, concretamente en los sensores de pH y CE que se sitúan al final de sistema de riego, y que es donde más interesa la desconexión total del cableado.**

Por otro lado, si las actuales arquitecturas centralizadas migran a arquitecturas más distribuidas y que trabajen únicamente sobre protocolos de comunicación inalámbricos mediante dispositivos de dimensiones y coste reducido los despliegues serían más sencillos y baratos, se ganaría en versatilidad y se facilitarían las modificaciones, ampliaciones y cambios en la configuración. Cada uno de los componentes del sistema, sensores y actuadores, pasan a tomar parte en el razonamiento de lo que sucede en el entorno, y el algoritmo de control es distribuido, dotando a cada uno de esos componentes de lo que ahora comúnmente se denomina como inteligencia. Este cambio en la arquitectura busca

transformar a elementos como los sensores, en nuestro caso de pH y CE, en nodos de una red inalámbrica, con interconexión entre cada uno de ellos y con capacidad de procesamiento para implementar la lógica de control de la fertirrigación.



### Objetivos y Alcance del proyecto

El proyecto WASYS busca diseñar, desarrollar e industrializar un **dispositivo sensor-actuador inalámbrico miniaturizado y con un coste competitivo alimentado por tecnología Hydro Energy-Harvesting para la monitorización del pH y la CE** y con capacidad para establecer una arquitectura de control distribuido de los procesos de fertirrigación mediante un protocolo de comunicación Inalámbrico. El dispositivo permitirá implementar una arquitectura de control en red con recursos limitados de alimentación, memoria, procesamiento y almacenamiento de datos, pero cumpliendo los requisitos de fiabilidad, disponibilidad y tolerancia a fallos de los sistemas que requiere un sistema de control de fertirrigación. Con el desarrollo de la solución planteada en el proyecto, se espera un ahorro de más de un 40% frente a los costes actuales instalación y despliegue de este tipo de instalaciones.

Se diseñará y desarrollará un módulo de Hydro-Energy harvesting capaz de alojarse en los conductos de fertirrigación de bajo perfil de un invernadero. Este objetivo implica un reto desde el punto de vista del diseño industrial del módulo. Se deberá diseñar e implementar un **transductor Hydro-Energy harvesting nuevo adaptado a este tipo de aplicación, que permita la obtención y el almacenamiento de la energía suministrada por la propia presión del agua de riego para fertirrigación**. Se caracterizará la capacidad de generación de energía que un módulo Hydro-Energy harvesting proporciona para el resto del dispositivo sensor. La alimentación del dispositivo se realizará durante el proceso de riego, que puede durar unos pocos minutos (3-5). Es en ese intervalo de tiempo cuando el transductor debe almacenar la suficiente energía como para medir los valores de pH y conductividad, y transmitirlos de forma inalámbrica y realizar el resto de tareas de automatización de la fertirrigación en el invernadero interactuando con el resto de dispositivos.

Se integrará en un único dispositivo los módulos de alimentación, actuación, de acondicionamiento de señal y de procesamiento y transmisión de datos en un único dispositivo. Se trata de desarrollar un prototipo del dispositivo sensor que integre todas las funcionalidades, la medida de los sensores de pH y

conductividad, su acondicionamiento, el procesamiento, la capacidad de actuación y la transmisión inalámbrica de la información y comunicación con otros dispositivos similares y la gestión de la alimentación. El reto principal es administrar la energía para lograr el mínimo consumo del dispositivo e implementar las funcionalidades antes descritas.

Cabe destacar que se diseñara un nuevo módulo de acondicionamiento de señal de sensores con criterio de muy bajo consumo, encargado de transmitir los datos de los sensores, amplificar su señal, estabilizarla en temperatura y calibrarla. Los productos que se utilizan actualmente para la adquisición de la señal proveniente del sensor son productos que no están pensados con criterios de bajo consumo, ya que son alimentados como el resto de los componentes del sistema de riego, con alimentación forzada o con pilas o baterías recargables que hay que sustituir. La solución se completa con el diseño y desarrollo de una aplicación SCADA a medida para este tipo de arquitecturas de monitorización y control. Uno de los dispositivos, dispondrá de una interfaz de comunicación Wi-Fi, que permitirá el intercambio de datos con el exterior a través de Internet. Se tratara de un Scada multiplataforma para adaptarse a las necesidades del mercado

Este proyecto está cofinanciado mediante la Acción Estratégica de Economía y Sociedad Digital 1/2016 del Plan de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 - Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, con el expediente **TSI-100103-2016-8**



*"Una manera de hacer Europa"*