

# Diseño e Implementación de Sistema de Riego Automatizado en un Invernadero de la Escuela Nacional de Agricultura, ENA.

Eduardo Antonio Amaya.<sup>1</sup>

## Resumen

Con el propósito de adaptar una solución de riego automatizado a un invernadero, que pueda ser replicado utilizando dispositivos del mercado local y contribuir con programas de agricultura nacional, la Escuela de Ingeniería Mecatrónica de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE desarrolló, en asocio colaborativo con la Escuela Nacional de Agricultura ENA, el proyecto de investigación aplicada denominado “Diseño e Implementación de un Sistema de Riego Automatizado para el Desarrollo de la Agricultura Familiar en el Marco de la Seguridad Alimentaria”. La investigación tuvo como objetivos específicos el estudio bibliográfico de los diferentes tipos de invernaderos, el diseño del sistema de riego automatizado y la implementación en un invernadero propiedad de la ENA. Esta institución facilitó un invernadero tipo Diente de Sierra y brindó la asesoría técnica para determinar las necesidades de automatización, así como para aplicar el sistema de riego a diferentes cultivos, insumos que sirvieron a ITCA-FEPADE para el diseño e implementación del sistema de riego automatizado. Éste permite controlar la frecuencia y la duración del riego, el cual incluye la fertilización. El proyecto fue ejecutado por docentes investigadores y estudiantes de ambas escuelas en atención al Convenio Marco celebrado entre ambas instituciones en el año 2014.

## Palabras clave:

Riego, control automático, invernaderos, automatización, riego por goteo, viveros ( horticultura ), tecnología.

## Desarrollo

### Descripción del Proyecto

La investigación se realizó inicialmente a nivel documental. Se estudiaron las técnicas que se utilizan para diferentes cultivos: Tipos de riego, control de

nutrientes, forma y construcción de los invernaderos, entre otras. Con esta información y la selección del cultivo se procedió con el diseño de un sistema de riego automatizado, que controla la frecuencia y la duración del fertirriego.

Se realizaron visitas técnicas a diferentes invernaderos en los cuales se observó el nivel de automatización y el cultivo de plantas ornamentales y hortalizas, así como los tipos de invernaderos nacionales y extranjeros, entre ellos Bermaco, Richel, Diente de Sierra y Túnel. Se observaron las medidas de seguridad en el control de plagas al ingresar a cada uno de los invernaderos.

Con la información obtenida y las visitas de campo, se eligió para el desarrollo del proyecto de investigación el invernadero tipo Diente de Sierra, el cual fue donado por la Cooperación Japonesa a la ENA. Adicionalmente se recibió asesoría técnica de los agrónomos de la Escuela de Fitotecnia de la ENA, referente al mantenimiento y control de las condiciones ambientales dentro del invernadero, tales como la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar.



Fig. 1 Invernadero “Diente de Sierra” con sistema de riego automatizado implementado.

(1) Ing. Electricista, Escuela de Educación Dual, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, email: eduardo.amaya@itca.edu.sv

En el interior del invernadero se cuenta con dos zonas de cultivo que pueden ser controladas independientemente. Pueden aplicarse las técnicas de riego por goteo y por aspersión.

Se diseñó un sistema innovador de control automatizado con las características principales de medir la cantidad de riego, duración y frecuencia para volver más eficiente la producción de hortalizas.

El invernadero seleccionado funciona como un centro de abastecimiento para la venta de verduras frescas y libres de pesticidas.

Todos los dispositivos del sistema de riego automatizado son gobernados por un Controlador Lógico Programable, PLC.



Fig. 2 PLC y sistema para control de riego automatizado del invernadero.



Fig. 3. Electroválvulas instaladas para cada zona del invernadero.

Como un aporte del proyecto al sector agropecuario, la ENA divulgará para los agricultores este sistema de riego automatizado, el cual incorpora tecnología en los procesos productivos, representando una contribución a la producción agrícola.

En este proyecto se fomentó el trabajo colaborativo y transferencia de conocimientos y tecnología entre la ENA e ITCA-FEPADE. Se realizaron reuniones entre docentes de la Escuela de Fitotecnia de la ENA y de la Escuela de Ingeniería Mecatrónica.



Fig. 4. Estudiantes de ITCA-FEPADE trabajando en el proyecto.

## Funcionamiento del Sistema de Riego Automatizado

El invernadero cuenta con un tablero eléctrico en el cual un Controlador Lógico Programable PLC controla diversos relés y por medio de una pantalla HMI se visualiza la activación de electroválvulas para la apertura y cierre de fertirriego, ya sea de forma manual o automática. Las electroválvulas son accionadas en las horas especificadas por medio de un programa previamente almacenado en la CPU del PLC.

El sistema de riego automatizado está conectado con la instalación hidráulica de mezcla de fertirriego, lo que incluye alimentación hidráulica para el llenado del tanque de mezcla, tuberías de distribución y mangueras de goteo para cada sector de cultivo.

### Puesta en marcha del sistema.

Para iniciar la operación del sistema se requiere accionar las protecciones termo magnéticas colocadas en el interior del gabinete eléctrico. El sistema se alimenta con una tensión de 220V y dispone de cinco indicadores led color verde, localizados en la parte frontal del gabinete eléctrico; estos indican el accionamiento digital de encendido y apagado de cada electro válvula.

El accionamiento de la bomba eléctrica que provee la mezcla de fertirriego al cultivo, posee dos indicadores led ubicados debajo de la pantalla táctil, uno color verde y otro rojo, los cuales indican el estado activación o desactivación de la bomba.

### Riego programado, manual y automático

El sistema es capaz de realizar riegos en una variedad de posibilidades, riegos automáticos (programados en el controlador PLC) y riego manual.

El **riego programado** con el PLC hace posible establecer la duración y cantidad de riegos definida por las condiciones del suelo, temperatura o estado del cultivo. Esta condición puede ser definida por el agrónomo encargado dependiendo del tipo de cultivo. De acuerdo a los horarios preestablecidos por el agricultor, el sistema realiza cuatro riegos al día: 8:30 am, 10:30 am, 1:30 pm y 2:30 pm.

Para aplicar un producto al cultivo o realizar un riego fuera de lo programado, es posible ordenar un riego inmediato a través de la opción **botón de riego manual**, con el cual es posible realizar riegos de refresco, cuya duración puede ser definida y controlada desde el PLC. La duración típica para este tipo de riego es de 5 minutos.

El sistema de riego automático estará programado en el PLC y será implementado en una segunda fase del proyecto. Está diseñado para monitorear de forma continua parámetros para el cultivo como son: temperatura, humedad y radiación solar, por lo que determinará cuándo es el mejor momento de regar.

## Diagramas de Conexión

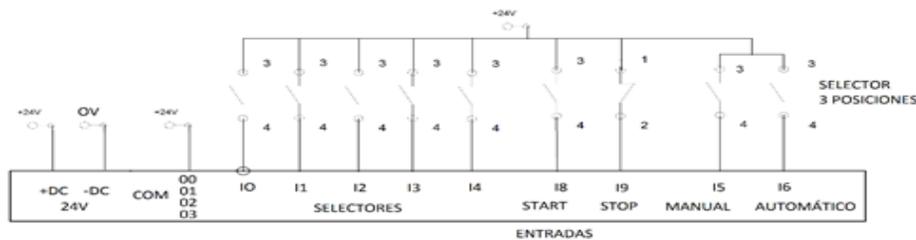


Fig 1. Conexión de entradas a PLC

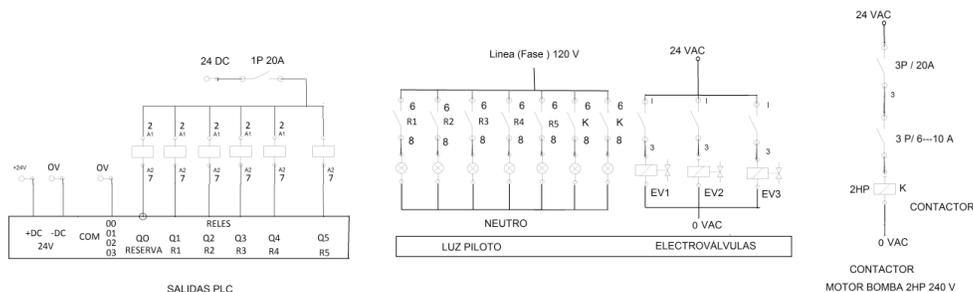
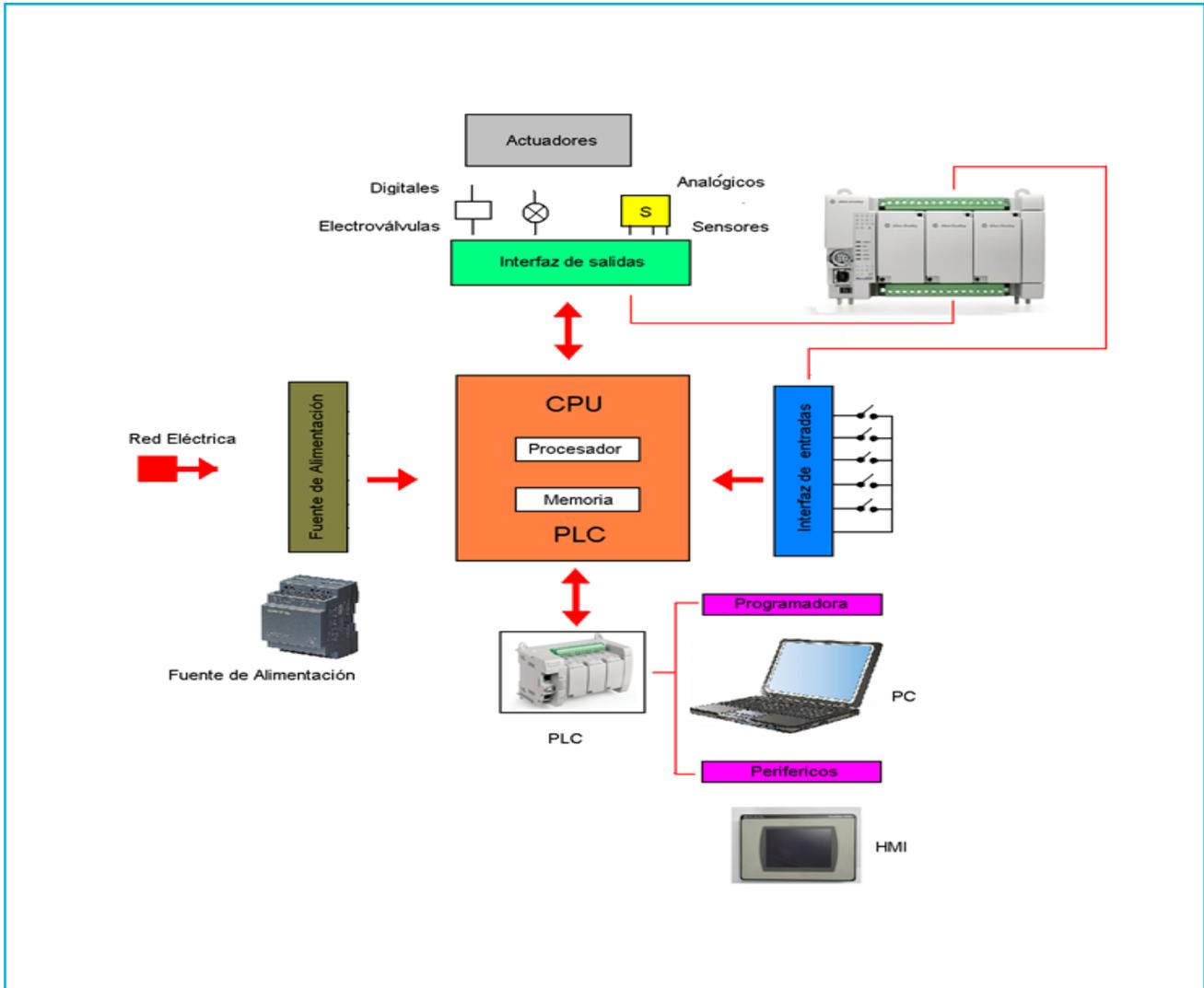


Fig 2. Conexión de salidas a PLC

Nota: Las salidas incluyen la conexión de EV1 y EV2 que son las electroválvulas marca Nelson y EV3 es la electroválvula ASCO

### Diagrama de Bloques



### Sistema de Invernadero Instalado

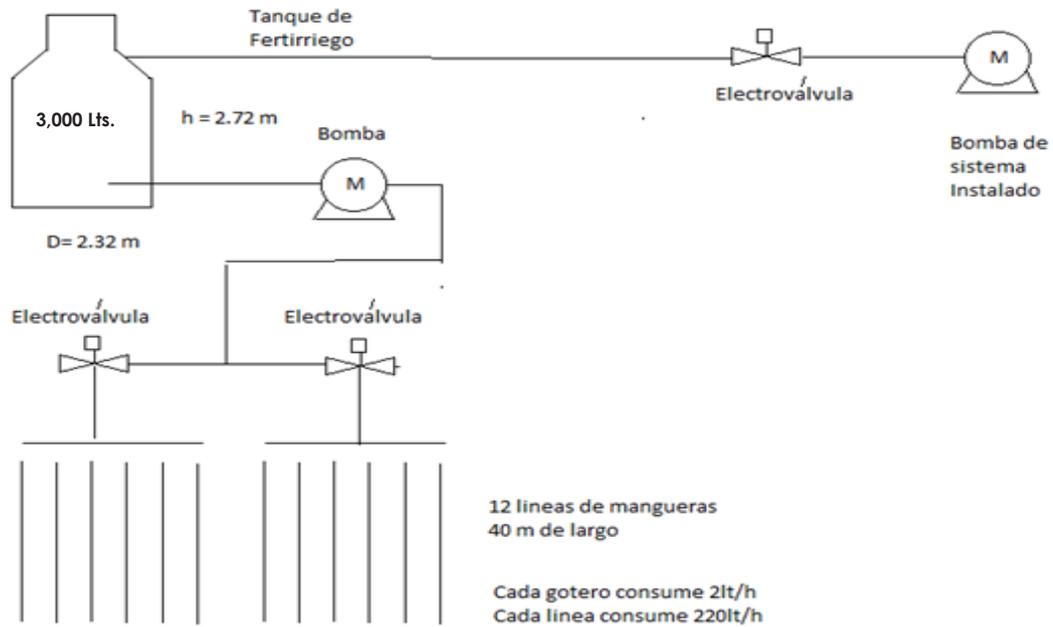


Fig 3. Distribución de electroválvulas y tanque

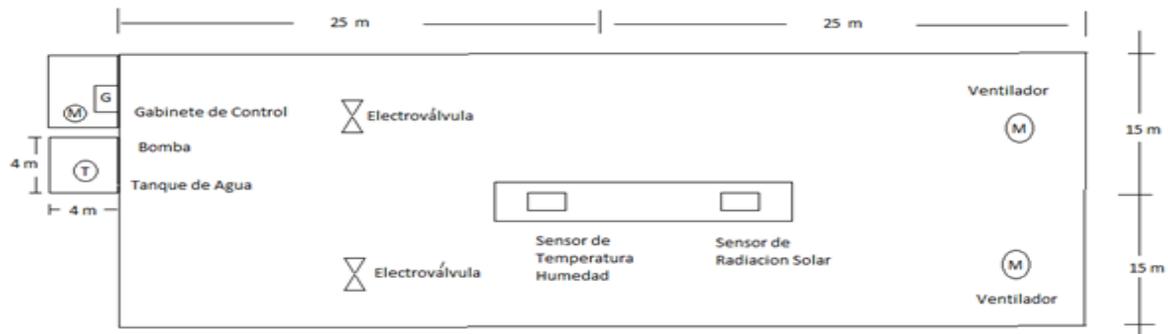


Fig 4. Distribución general de equipos en el invernadero

## Conclusiones

El sistema de riego automatizado ad-hoc que puede ser replicado con componentes accesibles en mercado local e implementado por agricultores.

Los especialistas agrícolas de la ENA consideran que el prototipo instalado generará mejor producción y rentabilidad para el cultivo de vegetales de buena calidad.

En razón que el sistema de riego del invernadero es autónomo, el agricultor puede dedicarse a otras labores productivas.

Se logró la transferencia de conocimiento entre personal técnico, docentes y estudiantes en las áreas agrícola y tecnológica entre ambas instituciones.

Se concretó un proyecto en el marco del convenio entre la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE y la Escuela Nacional de Agricultura ENA.

El sistema diseñado será utilizado como equipo didáctico para la enseñanza. Los estudiantes de la ENA, así como los agricultores de la zona, aprenderán sobre técnicas de cultivo en invernaderos con sistemas de riego automatizado.

Los estudiantes de Mecatrónica de ITCA-FEPADE utilizarán este invernadero para prácticas en los módulos que conlleven control de procesos industriales, prueba y localización de fallas y averías, en los cuales se estudian las técnicas de mantenimiento y se aplican sistemas de control de lazo abierto y cerrado.

## Bibliografía

- INSTALACIÓN de un invernadero: cultivos protegidos bajo invernaderos [en línea]. Jacaltenango, Guatemala, 2009 [fecha de consulta 24 junio 2014] Disponible en: <http://www.actiweb.es/artiplast/archivo2.pdf>
- MARTIN Manzano, María del Mar. LA FAO y la agricultura familiar: el caso de El Salvador [en línea]. San Salvador, El Salvador: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2012. [fecha de consulta: 25 julio 2014]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/as175s/as175s.pdf>
- MÉNDEZ Clará, Néstor (2013). Invernadero automatizado para el desarrollo de la agricultura familiar en el marco de la seguridad alimentaria. Revista Tecnológica, ITCA-FEPADE, 6, 11-16.
- RAMÍREZ Cruz, Fátima Carolina, PORTILLO Lemus, Sandra Yolanda y PACHECO Reyes, Gabriela Natalí. Análisis estructural del sector agropecuario en El Salvador: evolución e implicaciones en la seguridad alimentaria del sector rural. Tesis (para optar al grado de licenciado (a) en economía). Antiguo Cuscatlán, El Salvador: Universidad Centroamericana "José Simeón cañas", Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2011, 180 p.
- SISTEMAS de riego utilizados en El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego [en línea]. Soyapango, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego 2012 [fecha de consulta: 2 de Julio 2014]. Disponible en: <http://www.mag.gob.sv/index.php?>