

Sistema de riego automatizado para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la ESPAM MFL - Ecuador

Yenifer D. Palma, Gema T. Palma, Bethsy A. Molina, Luis A. Santana

Carrera de Informática. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Manabí, Ecuador
alitaquinex1202@hotmail.com, bmolina@espam.edu.ec

Resumen. La investigación tuvo como objetivo la automatización de un sistema de riego para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; previo a realizar la sistematización se recaudó información acerca de las necesidades hídricas del cultivo, posteriormente se diseñó el circuito principal en DipTrace estableciendo los componentes necesarios para el ensamblaje del mismo; asimismo la creación del código fuente para el microcontrolador en PIC CSS Compiler, el cual se validaba mediante el Proteus, que constató a través de la simulación del dispositivo el funcionamiento lógico indicado al finalizar la programación y las pruebas físicas que se hicieron al encender el dispositivo en la estación de las válvulas ubicadas en la Carrera de Agrícola. La determinación de los elementos es de vital importancia para no causar retrasos, así como la facilidad que proporciona el diseño de la placa para una implementación adecuada de los componentes y establecer las condiciones necesarias para la automatización del sistema de riego por medio de la programación, el mismo que para validar el funcionamiento se deben realizar las pruebas necesarias.

Palabras Clave: Sistematización, Dispositivo hídrico, Programación, Válvulas, Placa.

1 Introducción

Actualmente existe tecnología disponible para programar el riego usando un análisis real de factores tales como tiempo, etapa de crecimiento del cultivo, estrés de agua deseado en la planta, aereación del suelo, potencial de agua y salinidad del suelo [4]. La dosis de riego, así como la duración y frecuencia con la que la misma se aplica al cultivo, constituye uno de los parámetros más importantes [1], la automatización de los sistemas de riego en viveros facilita un buen manejo del agua, reduce el empleo de mano de obra, evita el error humano y garantiza una mayor eficiencia [5], es por este motivo que el sistema de riego por aspersión provee de agua toda la superficie de las hectáreas del cultivo de cacao [8]. Lamentablemente cada día en más regiones del mundo el agua se convierte en un recurso escaso y costoso, se deben tomar medidas para hacer más eficiente el uso de este recurso [3], la zona de Bolívar cuenta con la infraestructura de riego presurizado, sin embargo las plantaciones de cacao continúan siendo regadas por gravedad [7], una opción para conservar este recurso es hacer el riego en un tiempo establecido y de esta forma aportar además con el desarrollo y producción de la plantación.

La Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, en la carrera de Ingeniería Agrícola, se encuentra instalado un sistema de riego por aspersión, pero la institución no cuenta con el talento humano que se dedique a

supervisar el riego, este trabajo es realizado por estudiantes que realizan prácticas profesionales en el campus, lo que hace menos confiable el tiempo de riego y control en la aplicación de recursos hídricos a la planta para su desarrollo.

Debido a la problemática que presenta utilizar el sistema de riego por aspersión instalado en el área para el cultivo de cacao, se planteó la automatización con la finalidad de hacer más eficiente la aplicación del agua[2] en la utilización del recurso hídrico; para esto se determinaron los elementos fundamentales para la placa principal, dando paso al diseño realizado en Diptrace, el mismo que permitió diseñar el esquema del circuito electrónico de manera fácil y rápida (Fig. 5); debido a que en la actualidad el uso de herramientas de software de simulación sirven para modelar controladores análogos y digitales además de ser ampliamente utilizados en la mayoría de los laboratorios de educación superior y en organizaciones dedicadas al control automático [1]. Luego de esto se pueden implementar cada uno de los componentes establecidos en la primera fase y por ultimo a la validación del sistema de riego para comprobar su funcionamiento.

El desarrollo de esta investigación sirvió para que la comunidad en general observe los beneficios, apliquen tecnologías de información en su lugar de trabajo y puedan mejorar la producción, aumentar la rentabilidad del mismo y optimizar la utilización de recursos naturales que son patrimonio de la humanidad.

Es por estos motivos que se tuvo como objetivo la automatización de un sistema de riego para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López,

2. Materiales y métodos

Para automatizar el riego por aspersión en el cultivo de cacao en la carrera de agrícola de la ESPAM MFL y mejorar la aplicación de los recursos hídricos de forma equitativa a la cultivación del cacao, se utilizaron los métodos científicos inductivo y deductivo. Qué de acuerdo a lo observado en el área de cultivo de cacao se detectó que estabainstalado un sistema de riego por aspersión que era administrado por una persona, lo que por circunstancias ajenas pudo descuidar el control del riego y debido a esto obtuvo que varié el tiempo de la aplicación de los recursos hídricos, lo que afecta directamente al rendimiento de las plantas. A partir de la utilización del método inductivo se dedujo que la sistematización del sistema de riego lo haría más eficiente y confiable, lo que beneficiaría a la producción del cacao en la ESPAM MFL.

Además la utilización del método incremental permitió obtener en la primera fase la información sobre las necesidades hídricas del cultivo de cacao sembrado en 0.8 hectáreas, posteriormente a esto se definió el circuito principal encargado de enviar la orden para que el sistema de riego por aspersión empiece a regar cada 24 horas a las siete de la mañana [8], y se establecieron los materiales necesarios para la automatización siendo los siguientes dispositivos electrónicos:

- Microcontrolador PIC (Controlador Inteligente Programable)18F4550
- Sensor de temperatura y humedad relativa DTH11
- Cristal de cuarzo 20 MHZ
- Cristal de cuarzo 32,7680 KHZ

- Circuito Integrado DS (Dallas Semiconductor)1307
- Papel transfer blanco
- USB (Universal Serial Bus) hembra A
- USB (Universal Serial Bus) B
- Diodos leds transparentes
- Resistencias (330 OHM, 4,7K y 10 K)
- Baquelitas tamaño A4 dos caras
- Porta batería de reloj para PCB (Power Control Board)
- Zócalos 40 pines
- Zócalos 8 pines
- Diodos 1N4007

Establecidos los componentes se diseñó el circuito para el sistema de riego, realizado en Diptrace, un software para diseñar esquemas de circuitos integrados, el mismo que permitió diseñar de manera fácil, rápida y factible, debido a su entorno. La funcionalidad del circuito de sistema de riego comenzó cuando se detectó el dispositivo como encendido, una vez encendido, verifica la fecha y hora de riego en memoria para accionar los actuadores y de esta manera se empieza el riego; transcurridos los 21 minutos establecidos para el cultivo de acuerdo al diseño [8], a su vez se apagará el actuador y empieza nuevamente a detectar el circuito para continuar con la misma secuencia.

La estructura física del circuito se consolidó al conectar los componentes electrónicos descritos anteriormente de acuerdo a la funcionalidad de cada uno de los 40 pines del microcontrolador PIC18F4550, de los cuales 13 se utilizaron, la misma que fue diseñada simulada en el programa Proteus para comprobar que el diseño cumpliera con todas las condiciones para el riego del cultivo.

Una vez que se estableció el circuito con todos los componentes electrónicos se comenzó a programar al controlador en el lenguaje PIC CCS Compiler, donde se establecieron las condiciones y el tiempo de riego del cultivo de cacao. Luego se diseñó una interfaz amigable del sistema en Visual Basic 6.0 para el manejo e interacción entre el usuario y el sistema.

Luego se procedió a instalar el circuito en el sistema de riego de cacao que se encuentra en el área de agrícola de la ESPAM MFL, posteriormente se realizaron las pruebas correspondientes para comprobar el óptimo funcionamiento del sistema automático, el cual consistía en las validaciones de hardware y software.

3 Resultados y discusión

Para lograr automatizar el riego por aspersión en el cultivo de cacao en el área de Agrícola de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López y mejorar la aplicación de los recursos hídricos de forma equitativa al sembrío, se utilizaron los métodos científicos inductivo y deductivo, los que permitieron realizar el diagnóstico del sistema de riego para lo cual se realizó un diseño en Autocad (software de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones) para observar la distribución del sistema de riego como se muestra en la

(Fig.1), siendo ejecutada esta actividad de manera manual y se dedujo a partir de ello la sistematización.

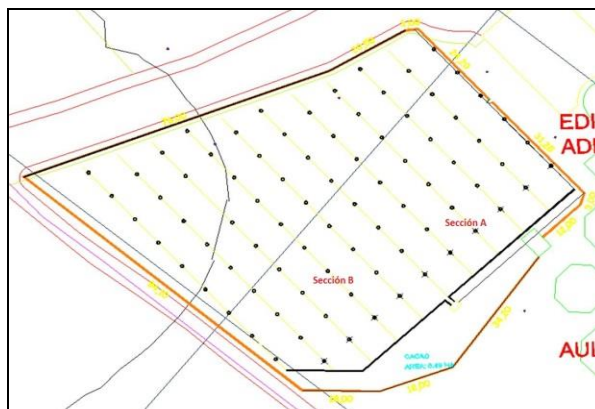


Fig. 1. Distribución del sistema de riego

La aplicación del método incremental permitió en primera instancia obtener la información acerca de las necesidades hídricas y las características del sistema de riego para determinar los componentes fundamentales para la automatización los que fueron: microcontrolador PIC18F4550, cristal de cuarzo 20 MHZ, cristal de cuarzo 32,7680 KHZ, CI DS1307, papel transfer blanco, Usb hembra A, Usb B, diodos leds transparentes, resistencias (330 OHM, 4,7K y 10 K), baquelitas tamaño A4 dos caras, porta batería de reloj para PCB, zócalos 40 Pines, zócalos 8 Pines, diodos 1N4007, como se muestra en la (Fig. 2), con todos sus dispositivos ya integrados. En base a esto se diseñó el circuito principal en DipTrace (software de diseño y captura esquemática profesional), y de acuerdo a estas necesidades se implementaron los componentes conformando el circuito principal (Fig. 3).

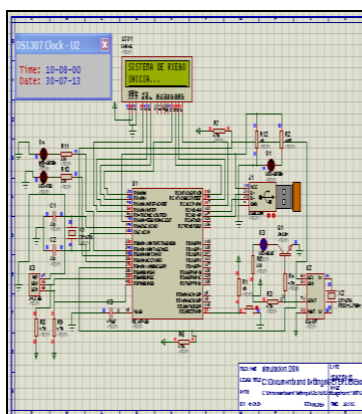


Fig. 2. Diseño del circuito principal en DipTrace

Una vez establecido el diseño se procedió a ensamblar todos los componentes en cada una de sus placas correspondientes para la automatización del sistema de riego,

como se muestra en la (Fig. 3), además se procedió a programar al microcontrolador en PICC CCS Compiler,

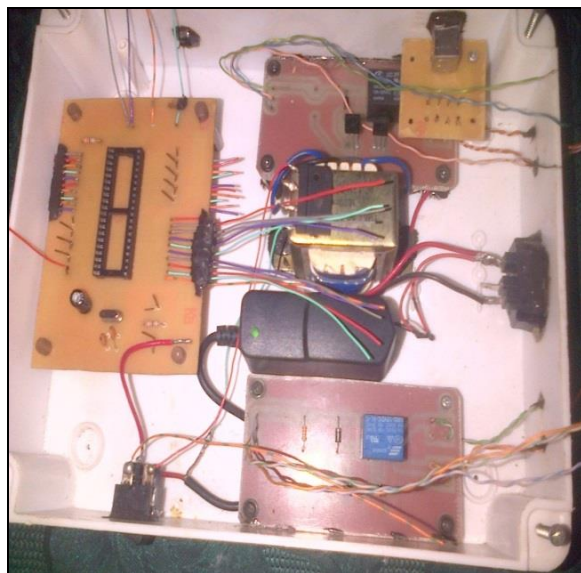


Fig. 3. Componentes para la automatización del sistema

La interfaz de usuario del sistema de riego automatizado se diseñó y programó en Visual Basic 6.0 que permitió acceder al sistema, que muestra el encendido del sistema, datos actuales como la fecha y hora, fecha del último riego, fecha y hora del próximo riego, temperatura y humedad relativa del ambiente (Fig. 4).

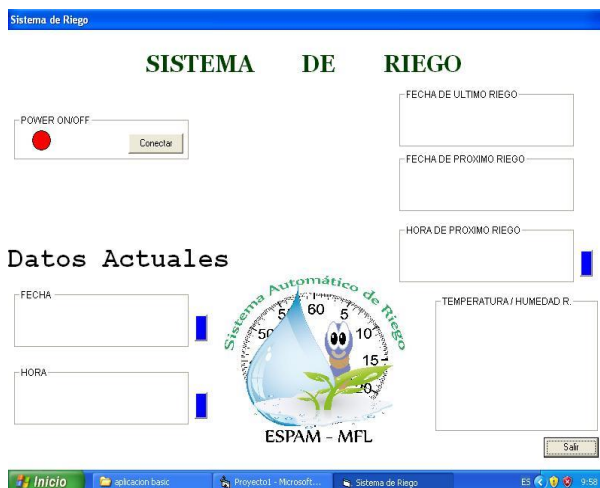


Fig. 4. Interfaz de usuario

La necesidades hídricas del cultivo se la obtuvo en base a la deducción según planteada [3] estudiantes de la ESPAM MFL, como se muestra en el (Tabla 1).

Tabla 1. Necesidades hídricas del cultivo

Descripción	Valor
Intervalo de riego	24 Horas
Duración de riego	30 Minutos

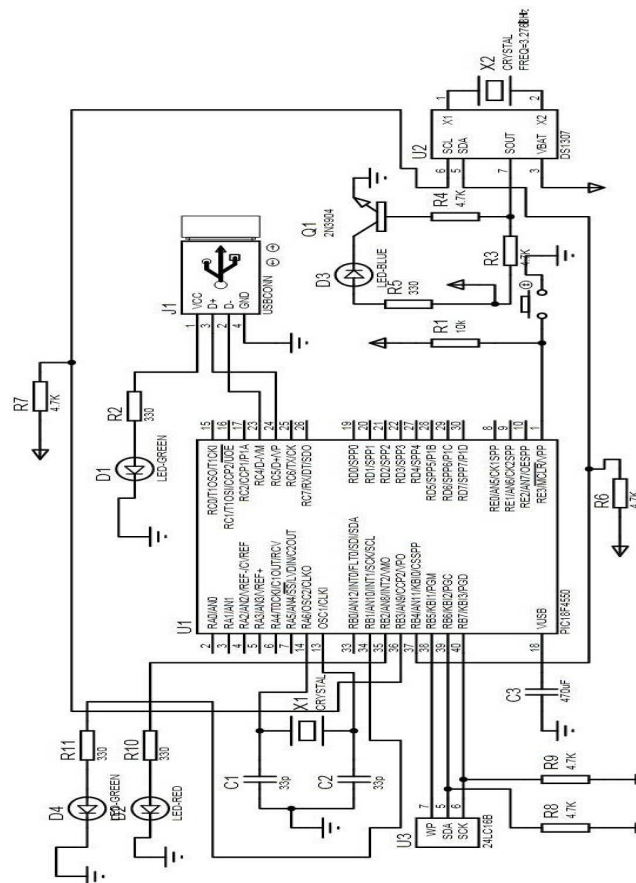


Fig. 5. Esquema del circuito para el sistema de riego

La tesis titulada diseño, automatización y supervisión de un sistema de riego localizado de alta frecuencia, protección contra heladas y dosificación de fertilizantes para la inyección que requiere el cultivo de fragaria (frutilla) [6], de la Escuela Politécnica del Ejército posee un sistema similar al del presente documento, con la diferencia de que no programa el intervalo de riego por lo que necesita de un usuario que a través de la interfaz realice el riego, mientras que en la sistematización del riego por aspersión para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) en el área de Agrícola de la ESPAM MFL. Está determinado el intervalo y la duración que disminuye el tiempo del personal en las tareas de irrigación.

4 Conclusiones

La determinación de los componentes electrónicos para la automatización del sistema de riego debe realizarse desde el inicio del proyecto porque es de vital importancia para no causar retrasos en el momento de la automatización.

El diseño del circuito proporciona la facilidad para ensamblar e instalar los componentes electrónicos en la placa.

La implementación de cada una de las placas con sus respectivos componentes para la automatización del sistema de riego permite verificar por completo el funcionamiento del circuito.

La programación de los dispositivos principales del circuito permite establecer las condiciones necesarias para la automatización del sistema de riego.

Las pruebas realizadas al circuito principal son necesarias para validar el funcionamiento del sistema automatizado de riego.

La automatización realizada en la ESPAM MFL ayudo a evitar inconvenientes al momento del riego del cultivo y aprovechar factores como el tiempo y precisión que son de vital importancia para mejorar la calidad del fruto.

5 Referencias

- [1] Álvarez, R., García, K., Peña, M., Roble, D., Vargas, R: Sistema de riego con emisores porosos para la producción de tomate con ahorro de agua y energía: propuesta de diseño. Rev. Ingeniería hidráulica y ambiental, 31(1), 36 a 42 (2010).
- [2] Basso, C., Díaz, J., Torres, S., Villafañe, R.: Evaluación de la uniformidad del riego y efecto del fertirriego nitrogenado en un huerto de lechosa (*Carica papaya L.*). Rev. Bioagro. 20, 105 a 110 (2008).
- [3] Castro, M.; Águila F.; Quevedo A.; Kleisinger S.; Tijerina L.; Mejía E.: Sistema de Riego Automatizado en tiempo real con balance hídrico, medición de humedad del suelo y lisímetro. Rev. Agricultura Técnica en Mexico. 34, 459 a 470 (2008).
- [4] Goyal. M.: Automatización. Disponible en http://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/gota2006/cap08automacion.pdf (2006).
- [5] Mendoza, J., Gruber, L., Torrealba, C., Lugo, J.: Diseño, construcción y evaluación de un equipo automatizado para riego por microaspersión. Rev. Bioagro. 22(3), 235 (2010).
- [6] Santos, W., Zarabia, B, Diseño, automatización y supervisión de un sistema de riego localizado de alta frecuencia, protección contra heladas y dosificación de fertilizantes para la inyección que requiere el cultivo de fragaria (frutilla) (2008).

- [7] Solórzano, A, Diseño e implementación de un sistema de riego por aspersión, en cacao (*Theobroma cacao L*) en el campus de la ESPAM MFL. Tesis Ing. Agrícola. ESPAM MFL (2012).
- [8] Zambrano, J., Zambrano, S. Evaluación del sistema de riego por microaspersión en el jardín clonal de cacao (*Theobroma cacao L*) en el campus de la ESPAM MFL. Tesis Ing. Agrícola. ESPAM MFL (2012).