

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO DE RIEGO DE PLANTAS CONTROLADO REMOTAMENTE A TRAVÉS DE INTERNET

Ricardo Félix
Daniel Pacheco

Resumen— El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema de riego que pueda ser controlado remotamente a través de internet.

Se pretende brindar una solución innovadora para la automatización de un sistema domestico de riego de plantas, la cual sin la necesidad de la presencia humana pueda ser controlado remotamente a través de internet, brindando confort y ahorro de tiempo a las personas que les gusta tener plantas ornamentales y jardines.

El sistema domótico de riego de plantas permitirá monitorear en tiempo real y de forma gráfica los estados de sensores y actuadores desde cualquier lugar donde exista una conexión a Internet, basado en diferentes áreas de la electrónica como la electrónica de potencia, microcontroladores y Comunicaciones.

Se pretende utilizar un servidor web embebido que dispone de un protocolo Ethernet y un microcontrolador para el almacenamiento de páginas web.

Para la activación de los actuadores y recepción de datos de los sensores se ha decidido implementar un control inalámbrico con el fin de sustituir el cableado eléctrico utilizando módulos transmisores/receptores inalámbricos, para enlazar tanto el modulo del servidor web como el modulo que permite el control de los actuadores y sensores, además se deberá implementar las respectivas etapas de potencia

I. INTRODUCCIÓN

La tendencia a automatizar los hogares ya sea sistemas de iluminación, de riego, etc. en la actualidad va en crecimiento. Existen muchas personas a quienes les gusta tener plantas ornamentales o jardines en sus hogares para lo cual realizan un riego manual según sea necesario, de acuerdo a la humedad de la tierra.

El problema surge cuando las familias abandonan su domicilio durante los periodos de vacaciones en verano, temporada de mayor calor, debido a este factor natural las

plantas pueden llegar a secarse por problemas de falta de riego y humedad.

A veces solo bastará con regar bien para que las plantas se mantengan húmedas, pero de igual manera el exceso de agua conlleva a que las raíces no puedan oxigenarse y consecuentemente la planta muera, pero en situaciones donde se descuide el riego por varios días es necesario adecuar un sistema de riego automatizado para asegurar que el jardín reciba la cantidad de agua que necesita en la frecuencia justa. Así se puede ausentar tranquilo de casa sin preocuparse de perder las plantas favoritas por falta de riego.

II. COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema a ser diseñado debe permitir controlar la humedad de distintas zonas de riego mediante una página web, para lo cual se necesita realizar acciones de activado y desactivado automático de actuadores que permitan regular el paso de agua.

De este modo el sistema se ha dividido en bloques que se muestra a continuación:

Sensores.- Para este proyecto se utilizan sensores de humedad, los cuales se encargan de transformar una variable de humedad a una señal eléctrica (digital), de tal forma que pueda ser interpretada por un chip que maneje señales digitales para ejecutar un proceso.

El sensor se encarga de medir la humedad del suelo mediante el contenido volumétrico del agua que viene dado en unidades de %, y entrega señales de voltaje (V), presenta una respuesta lineal entre estos dos parámetros.

Etapas de potencia (actuadores).- Esta etapa permite amplificar señales digitales de baja corriente y voltaje, a señales eléctricas de altos niveles, de tal manera que se pueda activar o desactivar actuadores, en este caso electroválvulas.

Las electroválvulas son dispositivos que se encargan de permitir o detener el paso de agua, mediante la conexión a una red eléctrica de 110V.

Proceso.- En esta etapa se utiliza un circuito controlador, el cual está basado en un microcontrolador programable, encargado de realizar la lógica del sistema, ya que permite

realizar cálculos y ajustes para interpretar valores y controlar las interfaces usadas para interactuar con el usuario.

Presentación de datos.- Permite presentar información en una pantalla sobre el estado del sistema, tal es el caso de acciones a realizar y niveles de humedad.

Botones de acción.- Se encargan de interactuar entre el usuario y el sistema realizando las acciones para controlar el dispositivo.

Ethernet.- Ethernet es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por contienda CSMA/CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones).

Servidor embebido.- En esta etapa se cuenta con un dispositivo el cual permite almacenar páginas web posee puertos de entrada, salida y comunicación con el fin de interactuar con otros dispositivos externos, tal es el caso de un microcontrolador.

Interfaz (Página web).- Es la parte visual del proyecto, se refiere a una aplicación html gráfica, la cual se muestra al usuario para que pueda interactuar con el dispositivo, de una manera sencilla y amigable.

Transmisión/Recepción de datos.- En esta etapa se puede transmitir datos, desde un dispositivo a otro, mediante cableado o inalámbricamente.

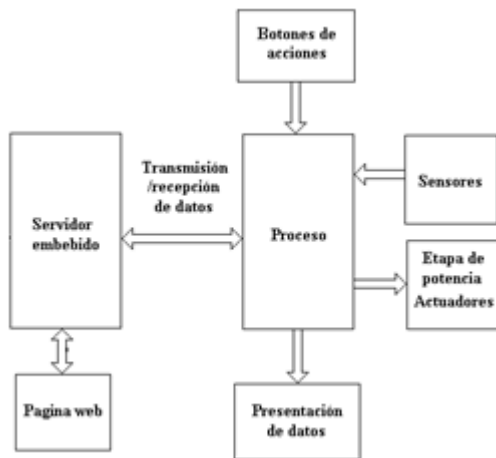


Fig1. Diagrama de bloques general del sistema

III. RED DEL SISTEMA

Una Red de Comunicación es una conexión de diferentes computadoras o dispositivos que pueden comunicarse e intercambiar información, utilizando sus propios recursos o recursos ajenos.

Las redes de comunicaciones están compuestas por nodos, estos son los puntos de conexión en la red que contienen las

fronteras comunes entre las diferentes computadoras y terminales de usuarios dentro de una red.

El sistema de riego cuenta con una red de acceso mediante Internet, a la cual se puede acceder por un dispositivo con capacidad de acceso a esta red.

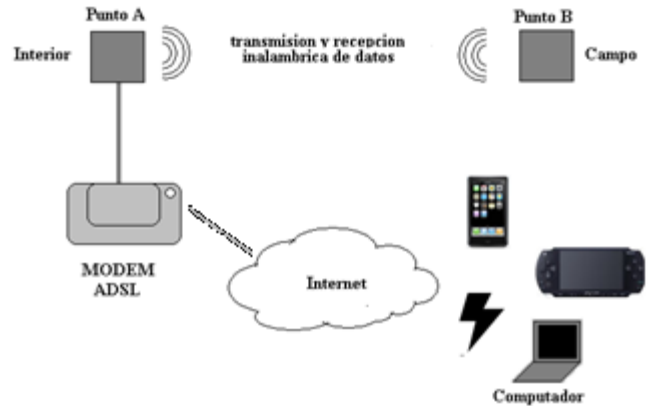


Fig2. Diagrama de red del sistema de riego

Mediante un modem ADSL el cual viene dado por un proveedor de internet se puede establecer una red local, para comunicar al sistema de riego con internet.

Se implementará una comunicación inalámbrica entre el servidor embebido, con un circuito controlador que realiza el proceso de interpretación de datos, de esta forma se establece una comunicación punto a punto.

La idea de dividir el sistema en Punto A y Punto B respectivamente, es poder conectar al punto A en lugares donde se tiene puntos de red que generalmente se da en el interior de una vivienda.

El punto B se lo conecta en el campo donde están las plantas o zonas que se va a regar, de tal manera que para evitar el cableado se pueda utilizar al aire como medio de transmisión.

En la Fig2 se muestra como son transmitidos los datos, del Punto B los datos son transmitidos inalámbricamente hacia el punto A, ya que se encuentra conectado al Modem ADSL con conexión a Internet, se puede acceder a ver los datos o a modificarlos mediante una aplicación web mostrada al usuario, que se encuentra guardada en el servidor embebido.

IV. IMPLEMENTACION

El sistema de riego implementado consta de dos módulos, Servidor y Controlador, el módulo servidor transmite inalámbricamente los datos hacia el controlador y viceversa.

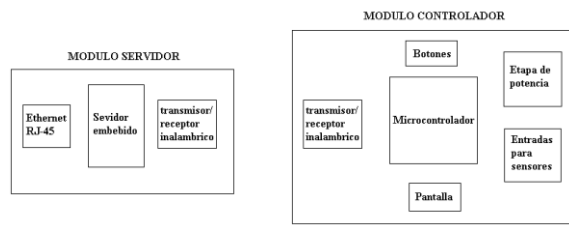


Fig3. Diagrama de bloques de los módulos

Módulo Servidor

Para el diseño del módulo Servidor se utiliza:

Servidor embebido (SitePlayer).- Es un circuito integrado que tiene la capacidad de almacenar páginas web en una memoria de 48Kbytes, además cuenta con el estándar Ethernet, y puede comunicarse con dispositivos externos como es un microcontrolador mediante una comunicación serie.

Transmisor/receptor inalámbrico (Xbee Serie1).- Es un dispositivo, el cual utiliza una comunicación inalámbrica ZIGBEE, similar al WIFI o Bluetooth.

ZIGBEE tiene 3 topologías: Estrella, árbol y malla

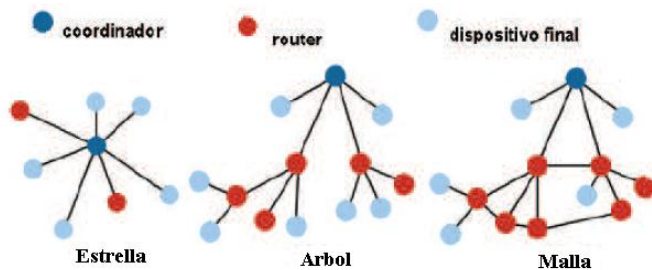


Fig4. Topologías de red existentes en Zigbee

Topología en estrella: el coordinador se sitúa en el centro.

Topología en árbol: el coordinador será la raíz del árbol.

Topología de malla: al menos uno de los nodos tendrá más de dos conexiones.

Se debe configurar al Xbee Serie 1 para establecer una comunicación punto a punto, ya que se cuenta con 2 módulos, para ello se configura la dirección de origen y la de destino del Xbee, la comunicación entre el Xbee y Siteplayer es serial.

Módulo Controlador

Para el diseño de este módulo se utiliza:

Transmisor/receptor inalámbrico (Xbee Serie1).- En este módulo se debe configurar la dirección de origen que corresponde a la de destino que se configuró en el módulo anterior, y la de destino corresponde a la de origen del módulo anterior, la transmisión inalámbrica de datos entre los 2

módulos Xbee se realiza como si se tuviera un cable serial invisible.

Microcontrolador (Pic 16F877A).- Para realizar la lógica de programación e interpretar los datos que se muestran al usuario, se utilizó un Pic el cual tiene una capacidad de memoria RAM de 368 Bytes y ROM de 8Kbytes, de esta forma se realizan funciones lógicas que se ven reflejadas en el control de activado y desactivado del riego en el sistema.

Pantalla.- Se utilizó una pantalla LCD de 4x20, en la cual se muestra toda la información del sistema de riego.

Entradas para sensores.- Para leer datos de los sensores se configura conversores A/D internos del Pic, ya que el sensor de humedad utilizado VH400 entrega señales de 0-3Vdc, se puede leer estos datos sin ningún problema debido a que los rangos de lectura del conversor del Pic van de 0-5V.

Etapa de potencia.- Para la elaboración de esta etapa se utilizó un opto acoplador MOC3031 el cual, recibe una señal digital proveniente del Pic y posee un circuito interno que conmuta a un triac solo en el cruce por cero de una señal sinusoidal alterna (110VAC), enviando esta señal a un Triac BT-136 el cual soporta grandes cantidades corriente que permiten activar las electroválvulas.

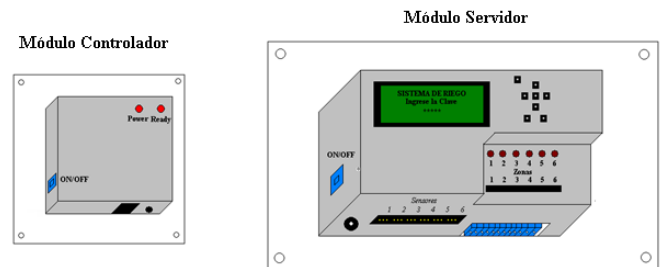


Fig5. Diagrama de los módulos implementados

V. INTERFAZ GRAFICA

En el diseño de una interfaz gráfica del sistema de riego, se debe tener en cuenta que la interpretación de la misma sea sencilla, es decir, la presentación de los parámetros importantes del sistema de riego en la página web mostrada en la pantalla del computador o cualquier dispositivo con conexión a internet no deberá confundir al usuario.

Actualmente, los colores, formas y tamaños de los indicadores no se escogen al azar, siguen de cierta manera algún tipo de normativa, siendo los indicadores de alarma los que más atención merecen ya que su ausencia, falla o mala interpretación puede ser causa de accidentes o averías en el sistema de riego.

El diseño de la interfaz, mostrará una imagen del módulo controlador, con la finalidad de facilitar la interpretación de parámetros, los botones de acción se ubicarán de tal manera que no altere la forma del controlador, por otra parte los

enlaces de acción (botones de acción para escoger el tipo de plantas) se ubicarán en un cuadro semejante a la pantalla LCD instalada en el controlador, además se presentará el estado de cada zona, por cuanto resulta necesario mostrar un cuadro de información detallando el estado de la zona, que se refiere al tipo de planta, estado de nivel, estado de alarma, de esta manera el usuario interpreta de una forma rápida la información mostrada. La Fig 6. muestra el diseño que posee la interfaz gráfica del sistema de riego.



Fig 6. Diseño de interfaz gráfica

La seguridad de la información del sistema de riego es un tema muy importante para el usuario, el internet muestra mucha inseguridad debido a la existencia de delincuentes informáticos, en solución a este problema se ha diseñado una página de validación de usuario, la cual evitará el acceso a personas ajenas al control y monitoreo del sistema de riego, la Fig 7. muestra el diseño de la página de validación de usuario.



Fig 7. Diseño de la interfaz de seguridad

VI. SISTEMA DE RIEGO

El riego se puede definir como la aplicación de agua en forma artificial (no por el producto de lluvia), a un determinado terreno con el fin de que este recupere un nivel de humedad que sea aprovechable por las plantas que en él están arraigadas permitiéndoles vivir y desarrollarse.



Fig 8. Sistema de riego por microaspersión

En función del tipo de emisor utilizado y su colocación se distinguen tres tipos de riego localizado: por goteo, por aspersión y microaspersión.

Por goteo.- El agua es transportada a través de una extensa red de tuberías hasta cada planta donde abandona la línea por emisiones en forma de gotas. Estos emisores son los goteros, los que disipan la presión del sistema por medio de un orificio de pequeño diámetro permitiendo descargar al suelo, solo con unos pocos litros por hora en cada emisor, la principal ventaja es que el agua llega sólo a las raíces de cultivo evitando, el crecimiento de malezas.

Por aspersión.- El agua se aplica en forma de lluvia, para obtener este resultado se hace pasar el agua de riego a través de aspersores, logrando mojar o humedecer una zona determinada que depende del alcance de cada emisor, necesitando para ello de considerables presiones, obtenidas por equipos de bombeo o por grandes desniveles, la principal ventaja es su utilidad para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco absorbentes.

Por Microaspersión.- Consiste en aplicar agua en forma de lluvia fina mediante dispositivos (llamados micro aspersores) que la distribuyen en un radio no superior a los 3 metros, este tipo de riego es similar a la aspersión en la cual la micro aspersión se diferencia de las variadas formas de aspersión convencional debido a que el caudal y la presión de cada aspersor es bajo, la principal ventaja es el empleo muy adecuado en suelos ligeros (arenosos) donde el riego por goteo no satisface las necesidades del cultivo en cuanto a extensión de área humedecida.

VII. PRUEBAS Y RESULTADOS

En esta sección se ha realizado, pruebas de distancia entre los módulos servidor y controlador del sistema de riego, con el fin de verificar la transmisión inalámbrica de los datos.

Se ha realizado 2 pruebas:

Prueba con línea de vista directa: En este caso se ubica ambos módulos frente a frente sin ningún obstáculo, y se va alejándolos uno del otro, con el fin de medir la distancia máxima a la que se pueden transmitir los datos.

En esta prueba se obtuvo que la distancia máxima con línea de vista directa entre módulos es de 23m.

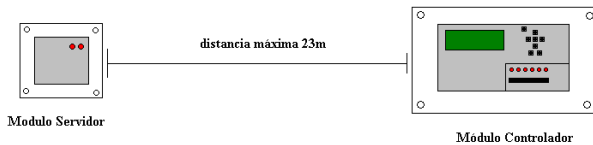


Fig 9. Línea de vista directa

Prueba con línea de vista interrumpida: Para esta prueba se ubica un módulo en un lugar y al otro se lo separa, ya sea por una pared, puerta, o ventana y se verifica la distancia máxima a la que se transmiten los datos.

Como resultado se obtuvo que cuando existe obstáculos en la transmisión de datos la distancia máxima es de 12m, todo dependerá del número de obstáculos que se tenga, por tal motivo la distancia puede disminuir o aumentar.

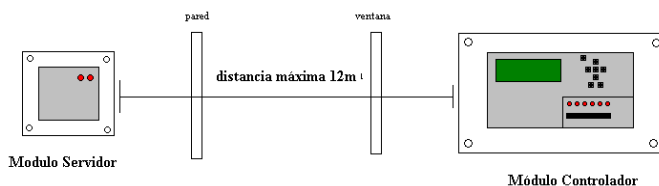


Fig 10. Línea de vista interrumpida

VIII. CONCLUSIONES

- Al finalizar este proyecto se ha conseguido brindar confort y ahorro de tiempo a las personas que les gusta tener plantas en sus hogares, además de ello ahorrar recursos como el agua, ya que normalmente se desperdicia cantidades considerables.
- La utilización de un transmisor/receptor Xbee para la transmisión y recepción inalámbrica de datos, permitió optimizar el sistema en cuanto a hardware, pues de esta manera se evita la utilización de cables de conexión entre Módulo Servidor y Controlador.
- Los dispositivos con tecnología Zigbee, son módulos inteligentes con alta inmunidad al ruido que tienen una funcionalidad amplia y variada, obteniendo comunicaciones seguras, en el sistema de riego se utilizó módulos XBee Serie1, esto implica lamentablemente que su capacidad es limitada en comparación con series más avanzadas (Xbee Pro), el

ual permite formar redes tipo malla (el verdadero objetivo del protocolo Zigbee).

- Los módulos, controlador y servidor, debido a su circuitería interna poseen restricciones en la alimentación de corriente y voltaje, $5V \text{ --- } 300-600 \text{ mA}$ para un correcto funcionamiento, niveles bajos de corriente produce pérdida de datos y errores en la comunicación, niveles elevados de corriente, quemaría los dispositivos más sensibles del módulo como es el caso de siteplayer, Xbee y PIC.
- El sensor de humedad VH400, entrega una respuesta lineal de la humedad del suelo representado en cantidad volumétrica del agua (VWC) con respecto al voltaje de salida del sensor, la humedad máxima leída por el sensor en términos de voltaje es 3V, gracias a esto se puede ingresar el valor de voltaje directamente a las entradas del conversor A/D del Pic16F877A, sin la necesidad de realizar una etapa de acondicionamiento de la señal.

Ricardo Paúl Félix Miniguano. Nacido en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua el 20 de Octubre de 1986. Realizó sus estudios primarios en Ambato, parroquia San Bartolomé de Pinillo, en la escuela "Nicolás Martínez". Cursó la secundaria en el Colegio Técnico "Atahualpa", obteniendo el título de Bachiller en la especialidad de Electrónica, además la distinción de escolta del Pabellón Institucional. Actualmente egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica Automatización y Control de la Escuela Politécnica del Ejército.

Daniel Patricio Pacheco Chiguano. Nacido en la ciudad de Quito el 26 de enero de 1988. Realizó sus estudios primarios en la escuela "Pedro Pablo Borja 3". Cursó la secundaria en el colegio "Técnico experimental salesiano Don Bosco" obteniendo el título de Bachiller Técnico en la especialidad de Electricidad y Electrónica. Actualmente se encuentra Egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica de Automatización y Control de la Escuela Politécnica del Ejército.

REFERENCIAS

- RASHID, H. (1995). Electrónica de Potencia Circuitos, Dispositivos y Amplificadores. Segunda Edición. Editorial Pearson Educación.
- ANGULO USATEGUI, Jose María. (1999). Microcontroladores PIC. McGraw – Hill.
- www.microchip.com
- www.datasheet.com
- netmedia.com/siteplayer/
- www.xbee.cl/
- botanical-online.com/florcuidarplantasriego.htm
- www.arquba.com/apuntes-arquitectura/manual-de-diseno-para-el-sistema-de-riego-residencial/