

**ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA,  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMOTICO DE  
RIEGO DE PLANTAS CONTROLADO REMOTAMENTE A  
TRAVES DE INTERNET”**

**RICARDO PAÚL FÉLIX MINIGUANO  
DANIEL PATRICIO PACHECO CHIGUANO**

**Sangolquí – Ecuador**

**2011**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que los Señores RICARDO PAÚL FÉLIX MINIGUANO y DANIEL PATRICIO PACHECO CHIGUANO, han elaborado el proyecto de grado titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMOTICO DE RIEGO DE PLANTAS CONTROLADO REMOTAMENTE A TRAVES DE INTERNET”, para la obtención del título de Ingeniería Electrónica, Automatización y Control, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

---

Ing. Xavier Segovia

**DIRECTOR**

---

Ing. Rodolfo Gordillo

**CODIRECTOR**

## **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.

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.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, en especial a mi madre, quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

Ricardo Félix

## **AGRADECIMIENTO**

Los resultados de este proyecto, están dedicados en primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi MADRE, mi segunda madre MI ABUELA, a mis hermanos y a todos mis tíos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado, motivado en toda mi formación académica y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mi compañero de tesis y familia porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a nuestro director y codirector de tesis quién nos ayudó en todo momento.

**Ricardo Félix**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta monografía a mis padres Patricio y Martha a mi Abuela Aurora y a mi hermano Franklin.

Daniel Pacheco

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer principalmente a Dios por darme salud y vida que es lo más importante para lograr cualquier meta, a mis padres quienes han sido un gran apoyo en mi vida, mi abuela quien fue como mi segunda madre, a mi hermano quien ha sido como un amigo, a mis profesores quienes han sido una guía importante en el transcurso de esta carrera y a Ricardo Félix una gran persona y gran amigo.

Daniel Pacheco

## PRÓLOGO

En la actualidad a muchas personas les gusta tener ya sea un jardín o plantas ornamentales muy bien cuidados, para lo cual tienen horarios para el riego manual de las mismas, pero que ocurre cuando las personas salen de viaje y no se encuentran en la residencia, no hay forma de abastecer con agua a las plantas motivo por el cual estas pueden secarse y morir. Por otra parte el ahorro de tiempo, para muchos es también fundamental y es que la atención y los cuidados en el caso de un jardín requieren de cierta dedicación y de un tiempo del que en ocasiones no se dispone. El presente trabajo tiene por propósito el poder controlar desde cualquier parte del mundo a través de internet un sistema de riego de plantas en el cual se puede activar automáticamente la zona que se desea regar de acuerdo al nivel de humedad existente en el suelo.

El presente trabajo está organizado en 6 capítulos, en los cuales se tratan los aspectos referentes al proyecto.

En el Capítulo 1, se hace una introducción al problema que se pretende solucionar con el presente trabajo, además se muestra un marco teórico referente a sistemas embebidos, comunicación inalámbrica Zigbee, lenguaje HTML para la creación de páginas web y los diferentes sistemas de riego que se pueden emplear.

En el Capítulo 2, se detalla el Diseño de Hardware del sistema, que se refiere a los componentes electrónicos del mismo, se especifican los criterios técnicos en los que se basó para poder diseñar el sistema de riego.

En el capítulo 3, se detalla el diseño de la interfaz de usuario, en este caso se refiere a la pantalla que el usuario podrá observar para realizar el control del sistema de riego mediante internet, se indica la forma de crear páginas amigables al usuario, y cómo interactuar entre una página web con el servidor embebido utilizado.

En el capítulo 4, se indica el diseño del software del sistema, que se refiere a la forma de utilización y configuración de los dispositivos programables, para de esta forma realizar las funciones lógicas que permitan el correcto funcionamiento del sistema implementado.



En el Capítulo 5, se exponen las pruebas realizadas al sistema implementado, para de esta forma obtener las condiciones de trabajo y los datos técnicos que servirán de información para los usuarios.

Finalmente en el Capítulo 6 se encuentran las conclusiones y recomendaciones que han sido producto del presente trabajo.

Además en la sección anexos se muestra el manual de usuario del sistema implementado.

# INDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>FUNDAMENTO TEORICO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 SISTEMAS EMBEBIDOS.....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Definición .....	2
1.2.2 Estructura de un sistema Embebido .....	3
1.2.3 Componentes de un sistema embebido .....	4
1.2.4 Componentes de una red .....	5
1.2.5 Ethernet.....	7
1.2.6 Sistemas embebidos en Ethernet.....	7
<b>1.3 COMUNICACIÓN INALAMBRICA ZIGBEE .....</b>	<b>8</b>
1.3.1 Generalidades .....	8
1.3.2 Composición de la pila del protocolo Zigbee .....	9
1.3.3 Tipos de dispositivos ZigBee.....	11
1.3.4 Características de 802.15.4 .....	12
1.3.5 Interferencia con otros dispositivos .....	13
1.3.6 Usos .....	13
<b>1.4 LENGUAJE HTML .....</b>	<b>14</b>
1.4.1 Requisitos para la creación de la página Web.....	15
1.4.2 Reglas de formato en HTML .....	15
1.4.3 Estructura de un documento HTML .....	16
1.4.4 Cabeceras .....	17
1.4.5 Atributos del texto .....	18
1.4.6 Hiperenlaces .....	19
1.4.7 Imágenes .....	20
1.4.8 Tablas.....	22
1.4.9 Formularios.....	24
<b>1.5 SISTEMAS DE RIEGO .....</b>	<b>27</b>
1.5.1 Definición .....	27
1.5.2 Tipos de Riego Tecnificado .....	27
1.5.2.1 Riego por goteo .....	27
1.5.2.2 Riego por aspersión.....	31
1.5.2.3 Riego por microaspersión.....	34
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>36</b>
<b>DISEÑO DE HARWARE DEL SISTEMA .....</b>	<b>36</b>
<b>2.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE RIEGO.....</b>	<b>37</b>

<b>2.3</b>	<b>DISEÑO DEL MÓDULO SERVIDOR .....</b>	<b>38</b>
2.3.1	Servidor web embebido .....	38
2.3.1.1	Criterios de selección .....	38
2.3.1.2	SitePlayer .....	39
2.3.1.3	Conector RJ-45 LFS0122.....	42
2.3.1.4	Cable Cruzado.....	44
2.3.1.5	Esquema de conexión entre el SitePlayer y el Conector RJ-45 (LFS0122) .....	45
2.3.2	Módulo transmisor/receptor.....	46
2.3.2.1	Criterios de selección .....	46
2.3.2.2	Xbee .....	47
2.3.2.3	Esquema de conexión entre el módulo SitePlayer y Xbee .....	51
<b>2.4</b>	<b>DISEÑO DEL MÓDULO CONTROLADOR (ETAPA CONTROL) .....</b>	<b>51</b>
2.4.1	Microcontrolador PIC.....	51
2.4.1.1	Criterios de selección .....	51
2.4.1.2	PIC 16F877A .....	52
2.4.1.3	Esquema de conexión entre el PIC16F877A y Xbee .....	56
2.4.2	LCD 4X20 .....	56
2.4.2.1	Esquema de conexión del PIC16F877A y la pantalla LCD 4x20.....	57
<b>2.5</b>	<b>DISEÑO DEL MÓDULO CONTROLADOR (ETAPA SENSORES Y POTENCIA) ....</b>	<b>58</b>
2.5.1	Etapa de Potencia.....	58
2.5.1.1	Criterios de Selección.....	58
2.5.1.2	MOC 3031 y Triac BT136 .....	58
2.5.1.3	Esquema de conexión del MOC3031 con el BT136 .....	61
2.5.2	Sensor de Humedad .....	61
2.5.2.1	Criterios de Selección.....	61
2.5.2.2	Sensor de humedad VH400.....	62
<b>2.6</b>	<b>DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL MÓDULO SERVIDOR.....</b>	<b>64</b>
<b>2.7</b>	<b>DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL MÓDULO CONTROLADOR (ETAPA CONTROL) .....</b>	<b>65</b>
<b>2.8</b>	<b>DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL MÓDULO CONTROLADOR (ETAPA SENSORES Y POTENCIA) .....</b>	<b>66</b>
<b>CAPITULO 3.....</b>		<b>67</b>
<b>DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.....</b>		<b>67</b>
<b>3.1</b>	<b>CREAR PÁGINAS WEB EN HTML .....</b>	<b>67</b>
3.1.1	Pantalla Inicial .....	69
3.1.2	Pantalla de Control del Sistema de riego .....	70
3.1.2.1	Encabezado .....	70
3.1.2.2	Imagen.....	70
3.1.2.3	Cuadros de Información.....	73
3.1.3	Comunicación entre página web y módulo Servidor (Siteplayer) .....	74

<b>3.2</b>	<b>CREAR Y DEFINIR OBJETOS EN ARCHIVO .SPD.....</b>	<b>78</b>
3.2.1	Sección definiciones del archivo .spd.....	78
3.2.2	Sección objetos del archivo .spd.....	81
<b>3.3</b>	<b>RECOPIACION Y DESCARGA DEL FICHERO .SPB.....</b>	<b>85</b>
3.3.1	Ejecución de la recopilación y descarga del archivo .SPB .....	85
<b>3.4</b>	<b>EJECUTAR LAS PÁGINAS A TRAVÉS DE UN NAVEGADOR DE INTERNET.....</b>	<b>88</b>
<b>CAPITULO 4.....</b>		<b>91</b>
<b>DISEÑO DE SOFTWARE DEL SISTEMA.....</b>		<b>91</b>
<b>4.1</b>	<b>COMUNICACIÓN INALAMBRICA CON EL XBEE.....</b>	<b>91</b>
4.1.1	Configuración del Xbee1 (Módulo Servidor).....	92
4.1.2	Configuración del Xbee2 (Módulo Controlador).....	96
<b>4.2</b>	<b>PROGRAMACION DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877A.....</b>	<b>97</b>
4.2.1	Diagramas de flujo del programa del PIC16F877A.....	97
4.2.2	Explicación de algoritmos más importantes del código de programa .....	120
4.2.2.1	Algoritmo para los pulsadores.....	120
4.2.2.2	Algoritmo para la LCD 4x20.....	121
4.2.2.3	Algoritmo para la lectura de los sensores H400 .....	122
4.2.2.4	Algoritmo para la comunicación con el XBEE .....	123
4.2.2.5	Algoritmo para la comunicación con el SitePlayer .....	124
<b>CAPITULO 5.....</b>		<b>126</b>
<b>PRUEBAS Y RESULTADOS .....</b>		<b>126</b>
<b>5.1</b>	<b>PRUEBAS REALIZADAS .....</b>	<b>126</b>
5.1.1	Pruebas de distancia entre Módulo Servidor y Módulo Controlador .....	126
5.1.1.1	Prueba A.....	126
5.1.1.2	Prueba B.....	128
5.1.2	Pruebas de niveles de humedad .....	133
5.1.2.1	Prueba C.....	133
5.1.2.2	Prueba D.....	134
5.1.2.3	Prueba E.....	135
<b>CAPITULO 6.....</b>		<b>137</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>137</b>
<b>6.1</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>137</b>
<b>6.2</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>139</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		

## INDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1. Ejemplo de las cabeceras que se pueden utilizar en HTML.....	18
Tabla. 1.2. Atributos de texto en HTML .....	18
Tabla. 1.3. Ejemplo de uso de la etiqueta FONT .....	19
Tabla. 1.4. Ejemplo de hiperenlaces.....	20
Tabla. 1.5. Ejemplo de inserción de una imagen.....	22
Tabla. 1.6. Ejemplo de una tabla de 3 filas por 2 columnas.....	24
Tabla. 1.7. Ejemplo de un formulario básico .....	25
Tabla. 1.8. Ejemplo de un formulario con área de texto y botones .....	27
Tabla. 2.1. Descripción de pines del SitePlayer .....	42
Tabla. 2.2. Pares trenzados de un cable UTP .....	44
Tabla. 2.3. Principales características técnicas del módulo XBEE .....	48
Tabla. 2.4. Descripción de pines del módulo Xbee .....	50
Tabla. 2.5. Características del PIC 16f877A .....	53
Tabla. 2.6. Descripción de los pines del PIC16f877A.....	54
Tabla. 2.7. Especificaciones del sensor de humedad VH400.....	63
Tabla. 2.8. Configuración de cables del VH400.....	63
Tabla. 3.1. Objetos de escritura para la pantalla de control.....	75
Tabla. 3.2. Objetos de lectura para la pantalla de control (acción) .....	76
Tabla. 3.3. Objetos de lectura para la pantalla de control (Nivel o estado).....	77
Tabla. 4.1. Canales de Frecuencia y su respectivo Comando AT .....	95
Tabla. 5.1. Resultados de la Prueba A.....	127
Tabla. 5.2. Resultados de la Prueba C .....	134
Tabla. 5.3. Prueba D (Alarma 1) .....	135
Tabla. 5.4. Prueba D (Alarma 2) .....	135

## INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Componentes de un sistema embebido .....	4
Figura. 1.2. Componentes de una red .....	5
Figura. 1.3. Capas que conforman la pila de protocolos para Zigbee .....	9
Figura. 1.4. Topologías de red existentes en ZigBee.....	10
Figura. 1.5. Posición de los dispositivos ZigBee en las diferentes topologías de red .....	12
Figura. 1.6. Diseño de una página Web sencilla .....	17
Figura. 1.7. Sistema de riego por goteo .....	28
Figura. 1.8. Modelos de goteros .....	30
Figura. 1.9. Aspersores .....	33
Figura. 1.10. Modelos de microaspersores .....	34
Figura. 2.1. Diagrama de bloques del módulo servidor.....	37
Figura. 2.2. Diagrama de bloques del módulo controlador manual .....	37
Figura. 2.3. Módulo SitePlayer.....	39
Figura. 2.4. Esquema conector RJ-45.....	43
Figura. 2.5. Medidas del conector RJ-45.....	43
Figura. 2.6. Conexión entre servidor web embebido y router ADSL.....	44
Figura. 2.7. Posición de los pines del conector RJ-45 (macho).....	45
Figura. 2.8. Cable cruzado.....	45
Figura. 2.9. Esquema de conexión entre el módulo SitePlayer y RJ-45 (LFS0122).....	45
Figura. 2.10. Módulo transmisor/receptor Xbee.....	47
Figura. 2.11. Conexiones mínimas requeridas para el Xbee .....	49
Figura. 2.12. Esquema de conexión del regulador de voltaje a 3V (LD1117) .....	49
Figura. 2.13. Esquema de conexión entre el módulo SitePlayer y Xbee.....	51
Figura. 2.14. PIC 16F877A .....	52
Figura. 2.15. Diagrama de pines del PIC16f877A .....	54
Figura. 2.16. Esquema de conexión del regulador de voltaje a 5V 7805 .....	56
Figura. 2.17. Esquema de conexión entre el PIC 16F877A y Xbee .....	56
Figura. 2.18. LCD 4x20 (4filas x 4 columnas).....	57
Figura. 2.19. Esquema de conexión del PIC16F877A y pantalla LCD 4x20.....	57
Figura. 2.20. Optoacoplador MOC3031 .....	59
Figura. 2.21. Triac BT-136.....	59

Figura. 2.22. Significado del código para los triacs .....	60
Figura. 2.23. Esquema de conexión del MOC3031 con el BT136.....	61
Figura. 2.24. Sensor de humedad VH400.....	62
Figura. 3.1. Pantalla Inicial.....	69
Figura. 3.2. Encabezado de la pantalla de control del sistema .....	70
Figura. 3.3. Módulo controlador del sistema de riego.....	70
Figura. 3.4. Botón de encendido (ON) .....	71
Figura. 3.5. Pantalla LCD.....	71
Figura. 3.6. Botones y leds indicadores.....	71
Figura. 3.7. Acciones de cada zona .....	72
Figura. 3.8. Cuadros de información .....	73
Figura. 3.9. Leds indicadores .....	74
Figura. 3.10. Sección de definiciones para el sistema de riego .....	81
Figura. 3.11. Sección de objetos para el sistema de riego .....	84
Figura. 3.12. Pantalla principal del SiteLinker.....	85
Figura. 3.13. Pantalla para definir dirección IP en el SiteLinker .....	86
Figura. 3.14. Pantalla del SiteLinker previo al proceso de descarga.....	87
Figura. 3.15. Pantalla del SiteLinker después de efectuado el proceso de descarga .....	88
Figura. 3.16. Pantalla de Inicio del sistema.....	89
Figura. 3.17. Pantalla de control del sistema.....	89
Figura. 4.1. Sintaxis de un Comando AT .....	91
Figura. 4.2. Conexión por puerto serial mediante COM1 .....	92
Figura. 4.3. Configuración de las propiedades de COM1 en el Hyperterminal .....	93
Figura. 4.4. Configuración del Xbee para el Módulo Servidor .....	93
Figura. 4.5. Canales disponibles para el protocolo IEEE 802.15.4 .....	94
Figura. 4.6. Configuración del Xbee del módulo controlador MANUAL .....	96
Figura. 4.7. Diagrama de flujo del programa principal del PIC 16F877A.....	100
Figura. 4.8. Diagrama de flujo de la función presentar_pantalla .....	101
Figura. 4.9. Pantalla de Inicio (Ingreso de la clave).....	102
Figura. 4.10. Pantalla de Control del sistema de riego.....	102
Figura. 4.11. Diagrama de flujo del proceso Arriba.....	103
Figura. 4.12. Función de arriba en la página de inicio .....	104
Figura. 4.13. Función de arriba en la página de control del sistema de riego .....	104
Figura. 4.14. Diagrama de flujo del proceso Abajo.....	105

Figura. 4.15. Función de abajo en la página de inicio .....	106
Figura. 4.16. Función de abajo en la página de control del sistema de riego.....	106
Figura. 4.17. Diagrama de flujo del proceso Derecha .....	107
Figura. 4.18. Función Derecha para la página de inicio .....	108
Figura. 4.19. Función derecha para la página de control del sistema de riego.....	109
Figura. 4.20. Diagrama de flujo del proceso Izquierda .....	110
Figura. 4.21. Función Izquierda para la página de inicio .....	111
Figura. 4.22. Función izquierda para la página de control del sistema de riego .....	112
Figura. 4.23. Diagrama de flujo del proceso Adelante.....	112
Figura. 4.24. a) Pantalla antes de presionar adelante b) Pantalla después de presionar adelante.....	113
Figura. 4.25. Diagrama de flujo del proceso Atrás.....	114
Figura. 4.26. a) Pantalla antes de presionar atrás b) Pantalla después de presionar atrás .....	115
Figura. 4.27. Diagrama de flujo del proceso Aceptar.....	115
Figura. 4.28. Diagrama de flujo del proceso Internet.....	116
Figura. 4.29. Diagrama de flujo del proceso Control de humedad.....	117
Figura. 4.30. Pantalla cuando la humedad de la zona es baja.....	118
Figura. 4.31. Pantalla cuando la humedad de la zona es normal.....	118
Figura. 4.32. Pantalla cuando la humedad de la zona es alta .....	119
Figura. 4.27. Ejemplo del uso de una LCD .....	122
Figura. 4.28. Escritura de datos en un objeto del SitePlayer .....	124
Figura. 4.29. Lectura de datos de un objeto del SitePlayer .....	125
Figura. 5.1. Conexión del Sistema con línea de vista directa.....	127
Figura. 5.2. Prueba A.....	128
Figura. 5.3. Conexión del Sistema con interferencia.....	129
Figura. 5.4. Prueba B1 .....	129
Figura. 5.5. Prueba B2 .....	130
Figura. 5.6. Prueba B3 .....	131
Figura. 5.7. Prueba B4 .....	131
Figura. 5.8. Prueba B5 .....	132
Figura. 5.9. Prueba B6 .....	133



## GLOSARIO

**DOMÓTICA:** Unión de las palabras domus (casa en latín) y tica (de automática, palabra en griego, 'que funciona por sí sola'). Conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta expansión, desde dentro y fuera del hogar.

**LENGUAJE ENSAMBLADOR (assembler):** Lenguaje de programación de bajo nivel para los computadores, microprocesadores, microcontroladores, y otros circuitos integrados programables, implementa una representación simbólica de los códigos de máquina binarios.

**MICROCONTROLADOR:** Circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida.

**COMPILADOR:** Programa informático que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación, generando un programa equivalente que la máquina será capaz de interpretar.

**MODULADOR POR ANCHO DE PULSO (PWM):** Técnica muy utilizada para controlar el poder inercial de los aparatos eléctricos, hizo prácticas por los modernos interruptores electrónicos de potencia.

**FIRMWARE (Programación en Firme)** Bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, estableciendo la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo

**PROTOCOLO DE COMUNICACIONES:** Un protocolo es una descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que gobierna el modo en que se comunican los dispositivos de red.

**ZIGBEE:** Sistema estándar de comunicaciones inalámbrico y bidireccional, para aplicaciones dentro de dispositivos de domótica, como lo es: automatización de edificios, control industrial, periféricos de PC y sensores médicos.

**PIC:** Familia de microcontroladores tipo RISC (reduced instruction set computer, conjunto reducido de instrucciones) fabricados por Microchip Technology.

**PLACA BASE:** Conocida como tarjeta madre (mainboard) es una placa de circuito impreso a la que se conectan los componentes que constituyen la computadora u ordenador, tiene instalados una serie de circuitos integrados, entre los que se encuentra el chipset, que sirve como centro de conexión entre el microprocesador, la memoria de acceso aleatorio (RAM), las ranuras de expansión y otros dispositivos

**PERIFERICOS:** Son aparatos o dispositivos auxiliares e independientes conectados a la unidad central de procesamiento (CPU), permitan realizar operaciones de entrada/salida (E/S) complementarias al proceso de datos que realiza la CPU.

**RJ-45:** Interfaz física comúnmente usada para conectar redes de cableado estructurado, (categorías 4, 5, 5e, 6 y 6a). Posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.

**INTERFAZ SINCRÓNICA:** Es la parte de un programa que permite el flujo de información entre un usuario y la aplicación, o entre la aplicación y otros programas o periféricos, utilizan señales especiales de temporización o mecanismos de codificación que llevan reloj, por cuanto es más eficiente que la interfaz asincrónica.

**MAC:** Es el conjunto de mecanismos y protocolos por los que varios dispositivos en una red, como ordenadores, teléfonos móviles, se ponen de acuerdo para compartir un medio de transmisión común (por lo general, un cable eléctrico u óptico, o en comunicaciones inalámbricas el rango de frecuencias asignado a su sistema).

**TOPOLOGÍA EN ESTRELLA:** Es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de éste. Los dispositivos no están directamente conectados entre sí, además de que no se permite tanto tráfico de información.

**TOPOLOGÍA EN ÁRBOL (TREE):** Una combinación de varias topologías en estrella, tiene un nodo de enlace troncal, generalmente ocupado por un hub o switch, desde el que se ramifican los demás nodos, a partir de este nodo la información se propaga hacia todas las estaciones.

**TOPOLOGÍA DE MALLA (MESH):** al menos uno de los nodos tendrá más de dos conexiones, las redes de malla son autoruteables. La red puede funcionar, incluso cuando un nodo desaparece o la conexión falla, ya que el resto de los nodos evitan el paso por ese punto. En consecuencia, la red malla, se transforma en una red muy confiable.

**RTOS (Real Time Operating System):** Sistema operativo que ha sido desarrollado para aplicaciones de tiempo real, para garantizar el comportamiento correcto en el tiempo requerido se necesita que el sistema sea predecible (determinista).

**ISM (Industrial, Scientific and Medical)** Bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (e.g. Wi-Fi) o WPAN (e.g. Bluetooth).

**MÁQUINA VIRTUAL:** Software que emula a una computadora y puede ejecutar programas como si fuese una computadora real, los procesos que ejecutan están limitados por los recursos y abstracciones proporcionados por ellas.

**DEPURADOR:** Programa usado para probar y depurar (eliminar los errores) de otros programas (el programa "objetivo"). Mediante una técnica que permite gran potencia en su capacidad de detenerse cuando son encontradas condiciones específicas pero típicamente algo más lento que ejecutando el código directamente en el procesador.

**GUIs (graphical user interface):** Programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y

acciones disponibles en la interfaz, proporciona un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo de una máquina o computador.

**NOS (Network Operating System):** Software que se ejecuta en un servidor y permite que el servidor realice la gestión de datos, usuarios, grupos de seguridad, aplicaciones y otras funciones de red. Permite el acceso de archivos compartidos y la impresora entre varios ordenadores en una red, por lo general una red de área local (LAN), una red privada o de otras redes.

**BACKUP** Copia o proceso de copia de seguridad - con el fin de que estas puedan utilizarse para restaurar la información original después de una eventual pérdida de datos.

**TOPOLOGÍA MAESTRO/ESCLAVO:** Para establecer una comunicación existe un dispositivo (maestro) que indica cuando puede comunicar cada dispositivo (esclavos)

**QoS (Quality of Service):** Tecnología que garantiza la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado (throughput). Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio en especial para aplicaciones de voz y datos.

**HTML:** Abreviatura de HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto), y es el lenguaje que todos los programas navegadores usan para presentar información en la World Wide Web (WWW).

**MEMORIA FLASH:** Es una tecnología de almacenamiento, derivada de la memoria EEPROM, que permite la lecto-escritura de múltiples posiciones de memoria en la misma operación, mediante impulsos eléctricos, permite velocidades de funcionamiento muy superiores frente a la tecnología EEPROM.

**UART:** Protocolo que proporciona una mayor eficacia pues el programa se libera de la necesidad de implementar la conversión serie/paralelo y la detección de errores, existen UART en circuitos integrados para ser enlazados a un microprocesador. Este dispositivo implementa la conversión asíncrona paralelo/serie para convertir el formato de palabra que maneja el microprocesador y el formato de datos usado en la transmisión serie.

**PROJECTBOARD:** Herramienta diseñada para manejar tareas, potenciar la productividad de trabajo 24 horas al día y desde cualquier lugar del mundo, permitiéndole

manejar y hacer seguimiento de distintos proyectos al mismo tiempo, ProjectBoard almacena la información generada por proyecto creando una rica base de conocimiento.

**WVC (Contenido volumétrico de agua):** Es una medida numérica de humedad del suelo. Es simplemente el cociente del volumen del agua al volumen del suelo.

**FITOSANITARIO:** Sustancias destinadas a prevenir, atraer, repeler o controlar cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas y sus derivados.

**TOBERA:** Dispositivo que convierte la energía potencial de un fluido (en forma térmica y de presión) en energía cinética.

**ELECTROVÁLVULAS:** Válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina selenoidal.

**SENSOR:** Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

**TTL:** Sigla en inglés de transistor-transistor logic, es decir, "lógica transistor a transistor". Es una familia lógica o lo que es lo mismo, una tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales.

**DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)** es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

**BAUD RATE (Taza de Baudios):** Conocida como baudaje, es el número de unidades de señal por segundo. Un baudio puede contener varios bits, baudios con los bits por segundo, son conceptos distintos.

**CABLE CRUZADO:** Es un cable que interconecta todas las señales de salida en un conector con las señales de entrada en el otro conector, y viceversa; permitiendo a dos dispositivos electrónicos conectarse entre sí con una comunicación full duplex.

**CABLE DE PAR TRENZADO (UTP):** Medio de conexión usado en telecomunicaciones en el que dos conductores eléctricos aislados son entrelazados para anular las interferencias de fuentes externas y diafonía de los cables adyacentes.

**HYPERTERMINAL:** Es un programa que está diseñado para realizar las funciones de la comunicación y la emulación de terminal.

## **CAPITULO 1**

### **FUNDAMENTO TEORICO**

#### **1.1 INTRODUCCION**

Actualmente, la tendencia a automatizar los hogares ya sea sistemas de iluminación, calefacción, incendios, riego, etc. va en crecimiento. Existen muchas personas a quienes les gusta tener plantas ornamentales o jardines en sus hogares para lo cual realizan un proceso de riego de forma manual según sea necesario de acuerdo a la humedad de la tierra, el problema principal de las plantas de casa surge durante los periodos de vacaciones. Las familias dejan su domicilio habitual para estar durante un periodo largo fuera de casa.

Dado que la mayoría de las veces coincide el periodo de vacaciones con el momento del año que hace más calor, las plantas pueden secarse por problemas de falta de riego y humedad durante estos días.

Si se trata de salidas de un par de días, basta 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 la planta se muera, cuando se sale por más de 5 días es necesario adecuar sistemas adicionales para proporcionar agua y humedad adecuada para la planta.. Si se pudiera automatizar una parte importante de estos cuidados como es el riego, eso puede suponer un alivio. También sería una ventaja para el propio jardín, puesto que el sistema de riego estaría adaptado a las necesidades reales del suelo.

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema de riego que pueda ser controlado remotamente a través de internet, dado que hoy en día el Internet se ha convertido en una herramienta de uso cotidiano.

De tal manera que 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 para las personas que les gusta tener plantas ornamentales y jardines.

## **1.2 SISTEMAS EMBEBIDOS**

### **1.2.1 Definición**

Un sistema embebido o empotrado es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones específicas.

Los sistemas embebidos se utilizan para usos muy diferentes a los usos generales a los que se suelen someter a las computadoras personales. En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base (la tarjeta de vídeo, audio, módem, etc.) aunque muchas veces los dispositivos no lucen como computadoras, por ejemplo relojes de taxi, registradores, controles de acceso entre otras múltiples aplicaciones.

Por lo general los sistemas embebidos se pueden programar directamente en el lenguaje ensamblador del microcontrolador incorporado sobre el mismo o bien, utilizando algún compilador específico, suelen utilizarse lenguajes como C, C++, BASIC, etc.

Dos de las diferencias principales entre sistemas embebidos y computadores son el precio y el consumo. Puesto que los sistemas embebidos se pueden fabricar por millones de unidades, una de las principales preocupaciones es reducir los costes. Los sistemas embebidos suelen usar un procesador relativamente pequeño y una memoria pequeña. Se enfrentan, sobre todo, al problema de que un fallo en un elemento implica la necesidad de reparar la placa íntegra.

Los sistemas embebidos emplean a menudo periféricos controlados por interfaces sincrónicas en serie, que son de diez a cientos de veces más lentos que los periféricos de una computadora personal normal. [1]



### 1.2.2 Estructura de un sistema Embebido

Generalmente, los sistemas embebidos emplean procesadores muy básicos, relativamente lentos y memorias pequeñas para minimizar los costos puesto que una de las principales características de un sistema embebido son el bajo costo y bajo consumo de potencia. Dado que muchos sistemas embebidos son concebidos para ser producidos en miles o grandes cantidades de unidades, el costo por unidad es un aspecto importante a tener en cuenta en la etapa de diseño.

Un sistema embebido tiene limitaciones de recursos y normalmente deberá hacer uso de sistemas operativos especiales, denominados de tiempo real (RTOS Real time operating system o sistema operativo en tiempo real). Los sistemas embebidos deberán reaccionar a estímulos exteriores, respondiendo con fuertes restricciones de tiempo en la mayoría de casos, por lo tanto, un sistema se dice que trabaja en tiempo real si la información después de la adquisición y tratamiento es todavía vigente. Es decir, que en el caso de una información que llega de forma periódica, los tiempos de adquisición y tratamiento deben ser inferiores al período de actualización de dicha información. Un sistema embebido puede o no ser de tiempo real dependiendo de los requerimientos específicos de la aplicación que se quiere implementar.

El software que controla un dispositivo de hardware se conoce como Firmware o Programación en Firme, que es un bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, estableciendo la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo, convirtiéndose en el intermediario (interfaz) entre las órdenes externas que recibe el dispositivo y su electrónica, ya que es el encargado de controlar a ésta última para ejecutar correctamente dichas órdenes externas. La programación en estos dispositivos se realiza en lenguaje ensamblador o en lenguaje C, actualmente se han desarrollado algunas máquinas virtuales y otros compiladores que permiten el diseño de programas más complejos. Además, se puede encontrar depuradores, simuladores, bases de datos, GUIs (Interfaz de usuario grafica), entre otras herramientas para el diseño y programación de este tipo de sistemas. [2]

### 1.2.3 Componentes de un sistema embebido

Un sistema embebido en principio está formado por un microprocesador o un microcontrolador y un software que tiene que ser almacenado en localidades de memoria del tipo ROM para luego ser ejecutado sobre el procesador. Todo sistema embebido necesitará de cierta cantidad de memoria, la cual puede incluso encontrarse dentro del mismo chip del procesador. Además normalmente un sistema embebido contará con una serie de salidas y entradas necesarias para comunicarse con el mundo exterior.

Debido a que las tareas realizadas por los sistemas embebidos son relativamente sencillas, los procesadores comúnmente usados cuentan con registros de 8 o 16 bits. En su memoria sólo reside el programa destinado para alguna aplicación determinada. Sus líneas de entrada soportan conexiones de los sensores requeridos y a sus salidas actuadores que son elementos capaces de producir un efecto sobre algún proceso determinado y todos los recursos complementarios disponibles para satisfacer un requerimiento, en la figura. 1.1 se muestra los posibles componentes de un sistema embebido. [3]

Las características señaladas pueden considerarse como comunes a los sistemas embebidos, pero todo su funcionamiento será totalmente diferente para cada sistema embebido en particular debido a la inmensa diversidad de aplicaciones disponibles.

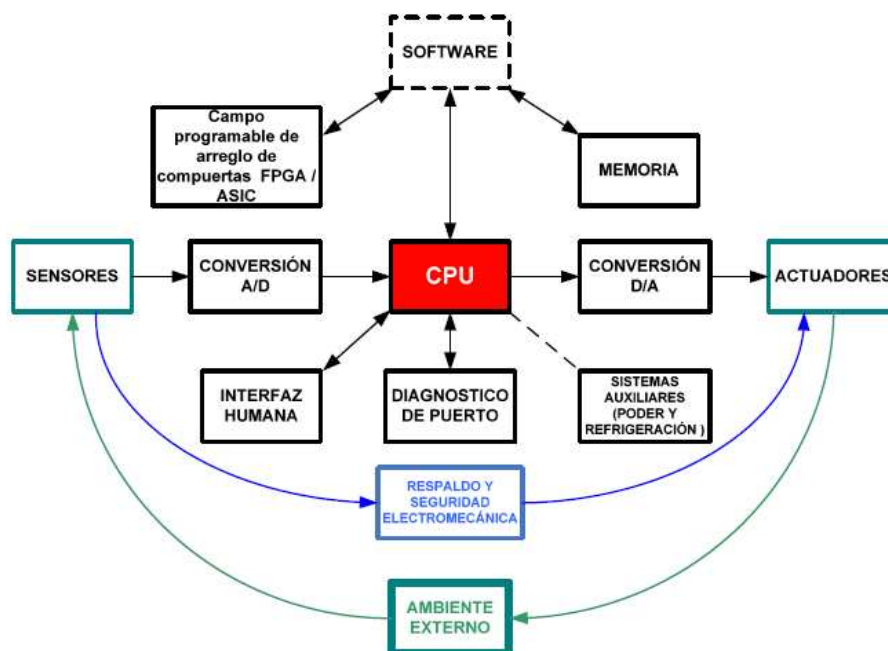


Figura. 1.1. Componentes de un sistema embebido. [3]

### 1.2.4 Componentes de una red

Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. En el hardware se incluyen: estaciones de trabajo, servidores, tarjeta de interfaz de red, cableado y equipo de conectividad. En el software se encuentra el sistema operativo de red (Network Operating System, NOS). En la figura. 1.2 muestra un ejemplo de los elementos que constituyen una red de computadoras.

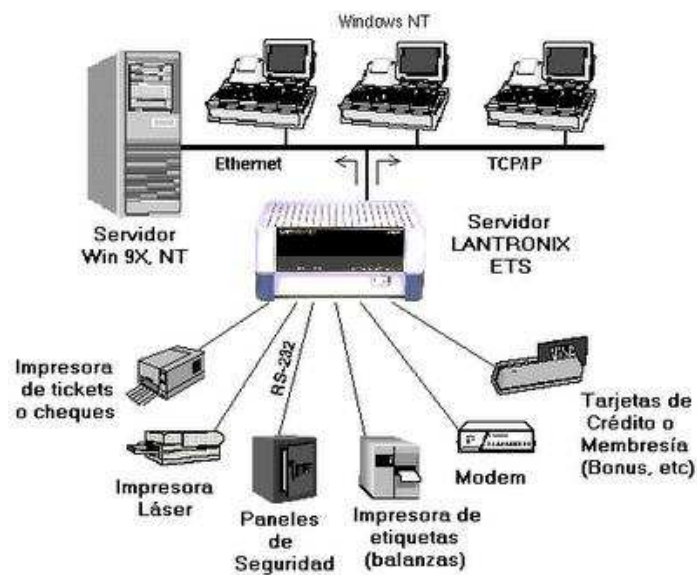


Figura. 1.2. Componentes de una red. <sup>[4]</sup>

- **Estaciones de trabajo:** Son el interfaz entre el usuario y la red en sí, en otras palabras, son los dispositivos que hacen posible el intercambio de datos entre los seres humanos y las máquinas.
- **Servidores:** Se denomina Servidores a aquellas computadoras capaces de compartir sus recursos con otras. Los recursos pueden incluir impresoras, unidades de disco, CD-ROM, directorios en disco duro e incluso archivos individuales. Los servidores obtienen el nombre dependiendo del recurso que comparten. Algunos de ellos son: servidor de discos, servidor de archivos, servidor de archivos distribuido, servidores de archivos dedicados y no dedicados, servidor de terminales, servidor de impresoras, servidor de discos compactos, servidor web y servidor de correo.

- **Tarjeta de interfaz de red (NIC, Network Interface Card):** Una tarjeta de interfaz de red (NIC), o adaptador LAN, provee capacidades de comunicación en red desde y hacia un PC. Las principales características de una tarjeta de red son:
  - Especificaciones mecánicas: Tipos de conectores, número de pines, tipo de cables, etc.
  - Especificaciones eléctricas: Definen los métodos de transmisión de la información y las señales de control para dicha transferencia.
  - Método de acceso al medio: Define el tipo de método que se utiliza para acceder al medio de transmisión sobre la cual trabaja la red. Estos métodos están definidos por las normas 802.x del IEEE.
  
- **Medio de transmisión:** Se define como el medio, físico o no, que pueda transportar la información de un punto a otro de la red. Las técnicas de transmisión que tenemos son:
  - Medios de transmisión guiados (con cables).
  
  - Medios de transmisión Inalámbricos (sin cables).
  
- **Protocolo de comunicaciones:** Un protocolo es una descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que gobierna el modo en que se comunican los dispositivos de red.
  
- **Software y Sistema Operativo de Red:** En toda red de comunicaciones es necesario tener varios tipos de software como se menciona a continuación:
  - Sistema operativo de red, que haga en red lo que los sistemas operativos llevan a cabo en un ordenador individual (Windows NT, Windows 2000, etc.).
  
  - Aplicaciones, que el usuario necesita para llevar a cabo su trabajo (procesador de texto, hoja de cálculo, etc.).

- Programas de utilidades de la red, con los que se llevan a cabo procesos rutinarios como copias, backups, etc.

### **1.2.5 Ethernet**

Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. (“Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones”), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace del modelo OSI.

### **1.2.6 Sistemas embebidos en Ethernet**

Ethernet es la interfaz física de redes locales más popular y se está convirtiendo en la red universal utilizada a todo nivel en cualquier empresa. Actualmente hay instalaciones con una amplia infraestructura y recursos necesarios para mantener operativa una gran red las 24 horas al día, siete días a la semana, todo esto basado en Ethernet.

La preferencia por Ethernet en las instalaciones de redes locales se debe al bajo costo de su instalación, mantenimiento y su capacidad de integración con Internet.

La utilidad de Ethernet se está desplazando al nivel más bajo de la red, no sólo para datos, sino también para control.

El ordenador central que controla todo es ya un concepto obsoleto y se está optando por la idea de que un dispositivo puede controlarse a sí mismo ya que los actuales microordenadores embebidos tienen una alta capacidad de cálculo.

Todo esto apunta a la nueva generación de redes que se basa en la interconexión de dispositivos embebidos alimentados por la tecnología del chip en el propio sistema. Ethernet puede convertirse en la red dominante para la interconexión de dispositivos embebidos, como ya lo es en instalaciones de redes de área local también denominadas LAN.