

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE MONITOREO Y CONTROL DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN A TRAVÉS DE LA INTERNET.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**HECTOR FERNANDO SAMANIEGO PALACIOS**  
**hfsamaniego@gmail.com**

**DIRECTOR: ING. OSWALDO EFRAÍN BUITRÓN BUITRÓN**  
**Oswaldo.buitron@epn.edu.ec**

**Quito, Abril de 2013**

## DECLARACIÓN

Yo Héctor Fernando Samaniego Palacios declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Héctor Fernando Samaniego Palacios

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Héctor Fernando Samaniego Palacios bajo mi supervisión.

---

Ing. Oswaldo Efraín Buitrón Buitrón

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento especial a mi familia, a mi madre y mis cuatro hermanos por haber estado a mi lado durante toda mi vida, quienes han sido el soporte moral y espiritual de todos los retos que la vida me ha puesto

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Laura Samaniego, mi madre, amiga y maestra quien ha sido el pilar fundamental de mi vida y por quien he llegado a convertirme en la persona que soy. Por su incansable amor, comprensión y paciencia para conmigo, por sembrar valores y principios que ahora rigen mi vida

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1

#### ASPECTOS GENERALES

<b>1.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.2</b>	<b>CALEFACCION</b> .....	2
<b>1.3</b>	<b>SISTEMAS DE CALEFACCION</b> .....	3
<b>1.3.1</b>	<b>TIPOS DE SISTEMAS DE CALEFACCION</b> .....	3
1.3.1.1	Calefacción Según su Extensión .....	3
<b>1.4</b>	<b>SISTEMAS EMBEBIDOS O EMPOTRADOS</b> .....	6
<b>1.4.1</b>	<b>COMPONENTES DE UN SISTEMA EMBEBIDO</b> .....	7
<b>1.4.2</b>	<b>CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA EMBEBIDO</b> .....	8
<b>1.4.3</b>	<b>HARDWARE DE SISTEMAS EMBEBIDOS</b> .....	9
<b>1.4.4</b>	<b>SOFTWARE DE SISTEMAS EMBEBIDOS</b> .....	12
<b>1.4.5</b>	<b>SISTEMAS OPERATIVOS DE SISTEMAS EMBEBIDOS</b> .....	12
<b>1.5</b>	<b>SERVIDOR WEB</b> .....	13
1.5.1	<b>FUNCIONAMIENTO</b> .....	14
<b>1.6</b>	<b>MODULO WEB SERVER</b> .....	14
<b>1.6.1</b>	<b>HARDWARE DEL MODULO WEB SERVER</b> .....	15
<b>1.6.2</b>	<b>CARACTERISTICAS DEL MODULO WEB SERVER</b> .....	16
<b>1.7</b>	<b>RTD'S</b> .....	17
<b>1.7.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPIO OPERATIVO</b> .....	18
<b>1.7.2</b>	<b>MATERIALES EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RTD</b> .....	19
<b>1.7.3</b>	<b>VENTAJAS DE LOS RTD</b> .....	20

### CAPÍTULO 2

#### DISEÑO DEL MODULO DE MONITOREO Y CONTROL WEB SERVER

<b>2.1</b>	<b>DISEÑO DEL MODULO DE MONITOREO Y CONTROL WEB SERVER</b> .....	22
2.1.1	DESCRIPCION DEL MODULO .....	22
2.1.2	DIAGRAMA DE BLOQUES .....	23
2.1.3	SISTEMA MICROCONTROLADOR .....	24
2.1.4	DISEÑO DE LA ETAPA DE MONITOREO.....	25
2.1.5	DISEÑO DE LA ETAPA DE CONTROL .....	30
2.1.5.1	Optoacoplador .....	30
2.1.5.2	Teclado.....	31
2.1.6	DISEÑO DEL CIRCUITO WEB SERVER .....	32
2.1.6.1	Descripción de Pines.....	32
2.1.6.2	Conexión entre el Web Server y el Microcontrolador.....	33

### CAPÍTULO 3

#### CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL WEB SERVER

<b>3.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	36
<b>3.2</b>	<b>CIRCUITO DEL PROTOTIPO DISEÑADO</b> .....	36
<b>3.3</b>	<b>CIRCUITO DEL MÓDULO WEB SERVER</b> .....	37

<b>3.4 DISEÑO DE SOFTWARE</b> .....	38
3.4.1 COMUNICACIÓN SERIAL.....	39
3.4.2 APERTURA Y CIERRE DE PUERTOS .....	41
3.4.3 CONVERTIDOR ANÁLOGO - DIGITAL .....	41
<b>3.5 ALGORITMO DEL SISTEMA MICROCONTROLADO</b> .....	44
<b>3.6 DISEÑO DE LA PÁGINA WEB</b> .....	48
3.6.1 DESCARGA DE FICHERO Y PÁGINA WEB.....	50
<b>3.7 OBTENCIÓN DE RESULTADOS DEL MÓDULO DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN</b> .....	52
3.7.1 MONITOREO Y CONTROL MANUAL DEL MÓDULO DE CALEFACCIÓN.....	53
3.7.1.1 Monitoreo .....	53
3.7.1.2 Control manual a través del interfaz web .....	53
3.7.2 MONITOREO Y CONTROL AUTOMATICO DEL MODULO DE CALEFACCION A TRAVEZ DE LA INTERFAZ WEB .....	54
3.7.2.1 Control Automático .....	54
3.7.2.2 Monitoreo a través del Sistema Web .....	55
<b>3.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÓDULO DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE CALEFACCION</b> .....	57
3.8.1 VENTAJAS.....	57
<b>3.9 APLICACIONES DEL MÓDULO DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN</b> .....	58
<b>3.10 PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b> .....	59

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

<b>4.1 CONCLUSIONES</b> .....	62
<b>4.2 RECOMENDACIONES</b> .....	63

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

ANEXO1 HOJA DE DATOS DEL ATMEGA 16

ANEXO 2 HOJAS DE DATOS DEL RTD

ANEXO 3 HOJAS DE DATOS DEL RELOJ DS1307

ANEXO 4 HOJAS DE DATOS DEL INDICADOR LCD

ANEXO 5 HOJAS DE DATOS DEL WEB SERVER

ANEXO 6 HOJAS DE DATOS DEL FILTRO LF1S022

ANEXO 7 CODIGO FUENTE DEL PROGRAMA

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO 1

Figura 1.1 Componentes de un Sistema Embebido .....	8
Figura 1.2 Módulo Web Server .....	15
Figura 1.3 Símbolo RTD.....	17

### CAPITULO 2

Figura 2.1 Módulo de Monitoreo y Control .....	23
Figura 2.2 Diagrama de bloques del módulo del sistema de monitoreo y control de calefacción.....	23
Figura 2.3 Diagrama de Pines del Atmega 16.....	25
Figura 2.4 Circuito acondicionador para termorresistencia de platino. ....	26
Figura 2.5 Asignación de pines del DS1307.....	27
Figura 2.6 Esquema de operación típico. ....	28
Figura 2.7 Conexión entre el LCD y Atmega 16.....	30
Figura 2.8 Conexión del Optoacoplador .....	31
Figura 2.9 Esquema del Teclado.....	31
Figura 2.10 Conexión entre el SitePlayer y el LF1022 .....	33
Figura 2.11 Conexión entre el Web Server y el Microcontrolador.....	34
Figura 2.12 Esquemático del Módulo de Monitoreo y Control del Sistema de Calefacción....	35

### CAPITULO 3

Figura 3. 1 a) Placa Madre b) Placa del Teclado.....	37
Figura 3. 2 Placa del circuito Web a) Posterior b) Frontal.....	38
Figura 3. 3 Funcionamiento del Módulo de Monitoreo y Control .....	39
Figura 3. 4 Algoritmo del Sistema de Calefacción .....	47
Figura 3. 5 Página de monitoreo de estado, del sistema de calefacción y temperatura del ambiente a monitorear.....	48
Figura 3. 6 Autenticación para acceder a la página de control.....	49
Figura 3. 7 Confirmación de ingreso exitoso a la página de control.....	49
Figura 3. 8 Página de control del módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción. ....	50
Figura 3. 9 Apertura del módulo para descargar el programa .....	50
Figura 3. 10 Selección del fichero SPD. ....	51
Figura 3. 11 Transformación el fichero anterior a hexadecimal y confirmación que la extensión no excede los 41kbytes de memoria. ....	51
Figura 3. 12 Confirmación del tamaño del fichero disposición final para inicio de descarga..	52
Figura 3. 13 Descarga exitosa en el Web Server .....	52

Figura 3. 14 Opciones de operación del Módulo.....	53
Figura 3. 15 Modo Manual .....	53
Figura 3. 16 Modo Automático.....	54
Figura 3. 17 a) y b) Selección de la Temperatura.....	54
Figura 3. 18 Módulo del monitoreo y control del sistema de calefacción. ....	55
Figura 3. 19 Funcionamiento de los relés.....	56
Figura 3. 20 Temperatura ambiente que se muestra en el LCD y la página Web.....	57
Figura 3. 21 Encendido y Apagado del módulo desde el sistema de calefacción .....	57

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO 1

Tabla 1.1 Precisión de Termorresistencias en función del material y temperatura a la que trabajan .....	20
---	----

### CAPITULO 2

Tabla 2. 1 Descripción de pines del LCD.....	29
Tabla 2. 2 Descripción de Pines del SitePlayer .....	32

### CAPITULO 3

Tabla 3. 1 Costo del Proyecto.....	61
------------------------------------	----

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema para controlar y monitorear un sistema de la calefacción a través de la Internet.

El módulo cuenta con un microcontrolador ATMEGA 16 y un Web Server que serán los encargados del monitoreo y control del sistema de calefacción, a través de una página Web donde el usuario podrá interactuar con el módulo.

El proyecto constituye una alternativa para diferentes usuarios que necesiten monitorear y controlar diferentes tipos de ambientes, y que el control de los mismos se lo tenga que hacer de manera remota ya sea porque en muchos casos el acceso físico hacia los mismos es difícil o por comodidad de quien use el módulo.

Las pruebas realizadas con el módulo demostraron la estabilidad y confiabilidad del sistema en diferentes ambientes en los que se trabajó.

## PRESENTACIÓN

El módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción a través de la Internet controla y monitorea un calefactor que permite establecer una temperatura de confort dentro de un ambiente determinado todo esto a través de una página Web que es la interfaz con el usuario.

Este trabajo se divide en cuatro capítulos además de anexos que detallan características de los elementos utilizados en el desarrollo del presente proyecto.

En el capítulo 1 se explica los conceptos generales asociados a diferentes tipos de calefacción así como el funcionamiento y componentes del Web Server y demás elementos utilizados en el módulo.

En el capítulo 2 se muestra el diseño del módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción y las características de los diversos elementos utilizados en la implementación.

En el capítulo 3 se describe los detalles de Hardware considerados para la construcción del módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción y la programación utilizada para la realización del módulo.

En el capítulo 4 se presenta las pruebas realizadas, resultados obtenidos, aplicaciones del módulo y para finalizar las conclusiones y recomendaciones del módulo.

# CAPÍTULO 1

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La tecnología en nuestros días es una herramienta que permite cubrir muchas de las necesidades que individuos o grupos sociales poseen, además de volver las tareas cotidianas que se realizan de una manera más fácil y cómoda. Los sistemas remotos de monitoreo y control son, con el avance de la ciencia, un campo en el que es importante implementar nuevas técnicas, que permitan una comunicación globalizada a un costo reducido y con prestaciones versátiles.

Dentro del estudio y desarrollo de sistemas de monitoreo y control, se hace necesario satisfacer las necesidades de la industria, las mismas que requieren dispositivos que automaticen labores y realicen controles autónomos, ayudando a un desarrollo más rápido y óptimo de tareas.

Estos sistemas requieren de dispositivos que permitan acceder a la automatización de las labores de una manera remota para que no exista la necesidad de encontrarse en un lugar de forma física, así se usará la infraestructura de comunicación que posee la Internet, por medio de una interface remota global, tal como es, la otorgada por los protocolos TCP/IP.

Es de ésta manera que el trabajo realizado está destinado a coadyuvar en dicha función, vale decir, la automatización de sistemas de monitoreo y control orientados no sólo a grandes clientes, sino, implementando una solución asequible para cualquier tipo de persona.

Además, es muy necesario que, cuando un sistema de control que está destinado a atender a varios usuarios exista algún modo práctico de determinar

el usuario que está siendo atendido en el momento y la manera en que se le pueda otorgar un mejor servicio personal.

Es en éstas tareas donde el control y la automatización de carácter electrónico, entran en funcionamiento, realizando la toma de datos y según éstos, la activación cíclica ante determinadas variables cumplidas. Para realizar el control de dichas tareas automatizadas, se usa en frecuentes ocasiones las capacidades y versatilidad de un computador, que puede ser de características industriales, o incluso un computador personal, para que realice las veces de inspector de control y precautele el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo a las especificaciones dadas.

Normalmente la interface, entre el sistema electrónico y el computador, se realiza mediante otro subsistema microprocesado.

En el ámbito real, más aun en el campo industrial, el manejo de altos voltajes analógicos es muy común, por ser la mayoría de las cargas y equipos de la industria manejados con altas corrientes; de ahí nace la necesidad del desarrollo de sistemas de control, para éste tipo de voltajes, pero basados en sistemas microprocesados, los cuales funcionan con voltajes DC a bajos niveles.

## **1.2 CALEFACCION.<sup>1</sup>**

La Calefacción es una forma de climatización que consiste en satisfacer el equilibrio térmico cuando existe una pérdida corporal de calor, disipada hacia el ambiente, mediante un aporte calórico que permite una temperatura ambiente confortable.

---

<sup>1</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Calefacci%C3%B3n>

## **1.3 SISTEMAS DE CALEFACCION.<sup>2</sup>**

Los sistemas de calefacción están destinados a climatizar distintos tipos de ambientes interiores en edificios o casas permitiendo elevar la temperatura de determinado espacio en relación con la temperatura ambiental exterior para generar condiciones cómodas para la habitación de los seres humanos.

Los ambientes interiores necesitan resguardarse del frío, en especial aquellos que están situados en regiones en donde las temperaturas suelen ser extremas, con este objetivo esencial de combatir el frío y permitir un grado elevado de calidad de vida se han desarrollado diversos sistemas de calefacción, pero antes de optar por uno, hay factores que debemos tener en cuenta como son : La zona geográfica donde está ubicado el espacio donde se va instalar el sistema de calefacción o la zona climática en la que nos encontramos y así invertir correctamente en un calefactor que pueda satisfacer nuestras necesidades.

### **1.3.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CALEFACCION**

Existen distintas opciones a la hora de escoger un sistema de calefacción, en la mayoría de la ocasiones dependerá de nuestras necesidades y de la infraestructura donde se requiera su instalación. Los sistemas de calefacción se dividen según su extensión, según la forma de calentar.

#### **1.3.1.1 Calefacción Según su Extensión**

##### ***1.3.1.1.1 Calefacción Centralizada<sup>3</sup>***

La Calefacción centralizada es un sistema de climatización que sirve a varios locales sean o no de una vivienda. Si todos los locales son de una única unidad de consumo, se llamaría calefacción individual; si pertenecen a varias unidades de consumo se llama calefacción colectiva.

---

<sup>2</sup><http://www.sistemascalefaccion.com/>

<sup>3</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Calefacci%C3%B3n\\_centralizada](http://es.wikipedia.org/wiki/Calefacci%C3%B3n_centralizada)

Las principales ventajas son mayor eficiencia y que la mayoría de individuos que la usan no deben preocuparse por el mantenimiento de los generadores, también, en muchos casos, los grandes consumidores tienen precios mejores para la energía utilizada, lo que produce un ahorro económico que puede ser importante.

El sistema de calefacción centralizada más común es el de agua caliente que emplea una caldera donde se calienta el agua y emisores del tipo radiador o de suelo radiante en los locales habitados, llevando el agua caliente por medio de una red de tuberías.

#### ***1.3.1.1.2 Calefacción Urbana***

La Calefacción urbana es aquella en que el calor (la energía térmica) se distribuye por una red urbana, del mismo modo en que se hace con el gas o el agua.

Desde una central de producción de calor, se distribuye agua caliente, por medio de conducciones aisladas térmicamente, hacia las subcentrales del edificio donde, con un intercambiador, se prepara el agua con las características propias de la instalación del edificio (presión y temperatura). Este tipo de calefacción se basa en que los sistemas productores de calor de gran tamaño, tienen rendimientos mucho mayores que los pequeños, de modo que se aprovecha mejor el combustible de manera que las emisiones de la central son más limpias que las de calderas más pequeñas de un edificio o una casa.

#### **1.3.1.2 Calefacción Según la Forma de Calentar**

##### ***1.3.1.2.1 Calefacción por Agua<sup>4</sup>***

Se trata de un sistema de calefacción en el que el calor se produce en una caldera situada en un local específico y se distribuye por medio de un caloportador (generalmente agua) a unos elementos terminales, generalmente radiadores o suelos radiantes, que emiten el calor a los ambientes que lo requieren.

La elección del agua como caloportador se debe a que es una sustancia barata, común en todas las edificaciones y sobre todo su calor específico es el mayor entre

---

<sup>4</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Calefacci%C3%B3n\\_por\\_agua\\_caliente](http://es.wikipedia.org/wiki/Calefacci%C3%B3n_por_agua_caliente)

todas las sustancias conocidas, por lo que requiere un caudal menor que cualquier otra sustancia para transportar la misma cantidad de calor.

En este sistema, al estar la caldera situada en otro local, a menudo específicamente destinado a ella, puede oírse libremente sin problemas para los locales que reciben la calefacción.

La caldera puede servir a un solo usuario (calefacción centralizada individual), a todo un edificio (calefacción centralizada colectiva) o a una barriada e incluso a una ciudad (calefacción urbana).

#### ***1.3.1.2.2 Calefacción por Vapor***

Es una variante de los sistemas de calefacción en el que el caloportador es agua en fase de vapor en lugar de agua en fase líquida. Fue muy utilizado antiguamente pero con el tiempo se está abandonando, aunque aún hay muchas instalaciones en funcionamiento en muchos países.

Su constitución es semejante a los sistemas de calefacción por agua caliente: la caldera lleva el agua a la temperatura de evaporación y el vapor recorre los emisores sin necesidad de bomba u otro artificio mecánico. Al enfriarse vuelve a la fase líquida y, condensado, el caloportador vuelve a la caldera por gravedad, para lo que la red de tuberías debe tener pendientes hacia ella. Por la misma razón las tuberías de ida suelen ser más gruesas que las de retorno. En los radiadores, en vez de purgar aire de su parte superior debe purgarse el agua condensada en su parte inferior.

#### ***1.3.1.2.3 Calefacción por Gas***

Ocupa un puesto predominante entre los combustibles más empleados en la actualidad. El gas natural es limpio, no contamina y es eficaz. Además, su costo de instalación queda rápidamente amortizado por el ahorro que ofrece. Se caracteriza por ser un combustible cómodo pues el usuario no debe preocuparse ni de su aprovisionamiento, almacenamiento o distribución. Una vez instalado, puede ser utilizado tanto como calefacción, como para la producción de agua caliente y para la

cocina. La calefacción mediante gas natural permite una fácil regulación del calor en cada estancia.

### **1.3.1.3 Calefacción por Suelo Radiante<sup>5</sup>**

Se trata de tubos colocados en el suelo de la vivienda. Su principal ventaja es el ahorro, ya que basta calentar el agua a unos 40 grados centígrados para que el sistema funcione. Su desventaja es que tarda mucho tiempo en calentar la casa a la temperatura deseada. El sistema consiste en la instalación en el forjado del hormigón de cables, tubos, láminas o paneles calefactores, que desprenden calor a la vivienda sin ser visibles, por lo tanto no ocupan espacio y están preinstalados en la vivienda. Pueden ser calentados por la electricidad por paneles solares.

## **1.4 SISTEMAS EMBEBIDOS O EMPOTRADOS<sup>6</sup>**

Un sistema embebido es una combinación de hardware y software de computadora, sumado tal vez a algunas piezas mecánicas o de otro tipo, diseñado para tener una función específica.

A pesar de lo común que resulta el uso de estos dispositivos, pocos se dan cuenta que hay un procesador y un programa ejecutándose que les permite funcionar.

En contraste con la computadora personal, que si bien también está formada por una combinación de hardware y software, no es diseñada para un uso específico, y es posible darle muchos usos diferentes. De hecho se suelen considerar como dispositivos de propósito general.

Los sistemas embebidos al ser diseñados para una función específica, suelen usar un procesador relativamente pequeño y una memoria pequeña para reducir los costos.

Esta combinación de software y hardware puede ser reemplazada en muchos casos por un circuito integrado que realice la misma tarea. Pero una de las ventajas de los

---

<sup>5</sup><http://www.allstudies.com/tipos-de-calefaccion.html>

<sup>6</sup><http://sistemasembebidosarquitectura./sistemas-embebidos.html>

sistemas embebidos es su flexibilidad. Ya que a la hora de realizar alguna modificación resulta mucho más sencillo modificar algunas líneas de código al software del sistema embebido que reemplazar todo un circuito integrado.

#### **1.4.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA EMBEBIDO<sup>7</sup>**

Un sistema embebido posee hardware de computador junto con software embebido como uno de sus componentes más importantes. Es un sistema computacional dedicado para aplicaciones o productos. Puede ser un sistema independiente o parte de un sistema mayor, y dado que usualmente su software está embebido en ROM (*ReadOnlyMemory*) no necesita memoria secundaria como un computador. Un sistema embebido tiene tres componentes principales:

- Hardware.
- Un software primario o aplicación principal. Este software o aplicación lleva a cabo una tarea en particular, o en algunas ocasiones una serie de tareas.
- Un sistema operativo que permite supervisar la(s) aplicación(es), además de proveer los mecanismos para la ejecución de procesos. En muchos sistemas embebidos es requerido que el sistema operativo posea características de tiempo real.

Es importante resaltar que el software que se ejecuta en un sistema embebido es diseñado bajo algunas restricciones importantes:

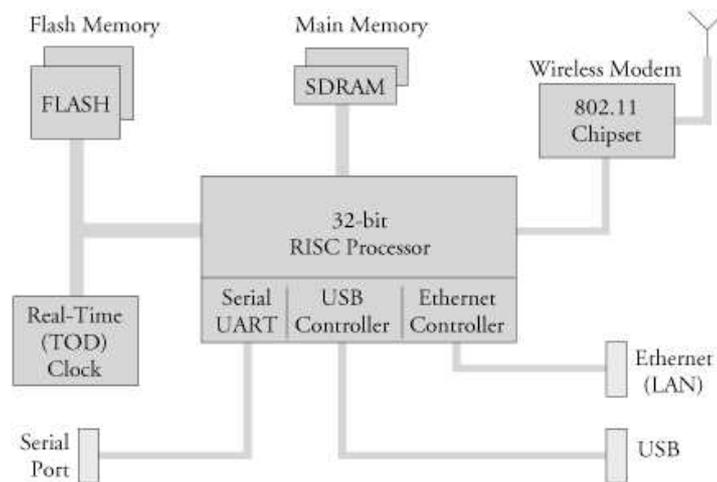
- Capacidad de memoria pequeña, generalmente en el orden de los Kbyte.
- Capacidades limitadas de procesamiento, generalmente los procesadores poseen velocidades que no superan los MHz
- La necesidad de limitar el consumo de energía en cualquier instante, bien sea en estado de ejecución o no.

---

<sup>7</sup>[www.ciens.ucv.ve/escueladecomputacion/documentos/archivo/88](http://www.ciens.ucv.ve/escueladecomputacion/documentos/archivo/88)

En la Figura 1.1 se muestra la arquitectura básica de un sistema embebido típico. Este diagrama muestra la arquitectura de hardware a alto nivel de un punto de acceso inalámbrico. Básicamente el sistema se centra en un procesador RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) de 32 bits. La memoria FLASH es utilizada para almacenamiento de datos y programas. La memoria principal es donde se almacenan valores temporales para la ejecución de programas.

También se observa una interfaz Ethernet y una USB, un puerto serial y un chip que contiene la implementación del estándar IEEE 802.11.



**Figura 1.1** Componentes de un Sistema Embebido

#### 1.4.2 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EMBEBIDO

Los sistemas embebidos poseen ciertas características que los distinguen de otros sistemas que funcionan sobre la base de un microprocesador, las mismas que se mencionan a continuación:

- **Funcionamiento específico.** Un sistema embebido usualmente ejecuta un programa específico de forma repetitiva. En contraste, un sistema de escritorio ejecuta una amplia variedad de programas, como hojas de cálculo, juegos,

etc.; además nuevos programas son añadidos frecuentemente. Por supuesto pueden haber excepciones, podría ocurrir que el programa del sistema embebido fuese actualizado a una nueva versión. Por ejemplo, un teléfono celular podría actualizarse de alguna manera.

- **Limitaciones.** Todos los sistemas de computación poseen limitaciones en sus métricas de diseño, pero en los sistemas embebidos son mayores. Una métrica de diseño es una medida de algunas características de implementación, como: costo, tamaño, desempeño, y consumo de energía. Los sistemas embebidos generalmente deben ser de bajo costo, poseer un tamaño reducido, tener un buen desempeño para procesar datos en tiempo real, y además consumir un mínimo de energía para extender el tiempo de vida de las baterías o prevenir la necesidad de elementos adicionales de enfriamiento.
- **Tiempo real.** Muchos sistemas embebidos deben ser reactivos o reaccionar ante cambios en el ambiente, además de realizar algunos cálculos en tiempo real sin ningún retraso, es decir, se deben tener resultados en tiempos fijos ante cualquier eventualidad. Por ejemplo, el módulo de control de viaje de un automóvil continuamente monitorea la velocidad y los sensores de frenos, reaccionando ante cualquier eventualidad. Ante un estímulo anormal, el módulo de control debe realizar los cálculos de forma precisa y acelerada para garantizar la entrega de los resultados dentro de un tiempo límite, una alteración en este tiempo podría ocasionar la pérdida del control del automóvil. En contraste, un sistema de escritorio se enfoca en realizar cálculos con una frecuencia no determinada y la demora de los mismos no producen fallas en el sistema.

### 1.4.3 HARDWARE DE SISTEMAS EMBEBIDOS

El término hardware en cualquier sistema se refiere a los componentes físicos que lo forman o constituyen; estos componentes permiten realizar un conjunto de tareas al ejecutar programas o software.

Los componentes físicos de un sistema embebido por lo general difieren en algunos aspectos de los que conforman un sistema de propósito general, como un computador de escritorio en: tamaño, capacidad de cómputo, requerimientos de energía, etc. Por esta razón es de gran importancia conocer el funcionamiento del hardware para poder desarrollar sistemas embebidos y las aplicaciones que se ejecutarán en él.

#### **1.4.3.1 Microprocesadores**

El microprocesador o procesador es un circuito integrado constituido por millones de componentes electrónicos agrupados en un paquete. Constituye la unidad central de procesamiento (*CPU*) de un computador.

Realiza toda operación aritmético-lógica, de control y de comunicación con el resto de los componentes integrados que conforman un computador. También es el principal encargado de ejecutar los programas, sean de usuario o de sistema; sólo ejecuta instrucciones programadas a muy bajo nivel, realizando operaciones elementales, básicamente, las aritméticas y lógicas, tales como sumar, restar, multiplicar, dividir, las lógicas binarias y accesos a memoria.

##### ***1.4.3.1.1 Procesadores de propósito general***

Un procesador de propósito general o microprocesador es un dispositivo programable adaptable a una gran variedad de aplicaciones. Una característica de ellos es que poseen memoria para la ejecución de programas, este componente es necesario ya que no se conoce a priori cual programa será ejecutado. Otra característica es que poseen un camino de datos genérico, conformado por varios registros y una o varias ALUs (Unidad Lógica Aritmética). Todo esto hace posible la ejecución de aplicaciones de diversos propósitos.

##### ***1.4.3.1.2 Procesadores de propósito específico***

Un procesador de propósito específico es un circuito digital diseñado para ejecutar exactamente un programa. Por ejemplo un codificador/decodificador JPEG, el cual ejecuta un programa que comprime y descomprime marcos de video. Un sistema embebido frecuentemente utiliza este tipo de procesadores, ya que se ajusta

completamente a las funcionalidades requeridas. A menudo este tipo de procesadores es denominado coprocesador, acelerador y/o periférico.

#### ***1.4.3.1.3 Procesadores específicos de aplicación***

Un procesador específico de aplicación (*ASIP – Application Specific Instruction set Processor*) es un compromiso entre las opciones anteriores. Un ASIP es un procesador programable optimizado para una clase particular de aplicaciones que comparten características comunes, tales como procesamiento de señales digitales o telecomunicaciones. De este modo es posible optimizar el camino de datos para una clase de aplicaciones en particular, al agregar unidades funcionales especiales para aplicaciones comunes y eliminar otras de poco uso.

#### **1.4.3.2 Microcontrolador**

Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene toda la estructura (arquitectura) de un microcomputador es decir tiene CPU, memoria RAM, ROM y circuitos de entrada y salida pero no incluye ningún dispositivo de comunicación con las personas (monitor, teclado, etc.).

Algunos microcontroladores más especializados poseen además convertidores análogo digital, temporizadores, contadores y un sistemas para permitir la comunicación en serie y en paralelo.

Los microcontroladores son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. Estas aplicaciones típicamente monitorean y fijan numerosas señales de control de un único bit, pero no realizan cálculos exhaustivos.

#### **1.4.3.3 Memoria**

Cualquiera de las funcionalidades de los sistemas embebidos están compuestas de tres aspectos: procesamiento, almacenamiento y comunicación. El procesamiento es la transformación de los datos, el almacenamiento es la retención de los datos para

su posterior uso, y la comunicación es la transferencia de los datos. Cada uno de estos aspectos debe ser implementado.

#### **1.4.4 SOFTWARE DE SISTEMAS EMBEBIDOS**

Existe una amplia gama de software para desarrollar sistemas embebidos, la gran mayoría del software de desarrollo para sistemas embebidos es propietario y cerrado, es decir son sistemas que permiten generar un código binario para ser cargado en estos sistemas y el desarrollador debe confiar en éste, ya que no existen manuales de como se está generando por dentro el código y si hay fallas en su generación, difícilmente se sabrá hasta que el sistema falle, además estas herramientas son de un costo relativamente alto de mantenimiento debido a su licenciamiento.

Sin embargo y afortunadamente, existen herramientas libres o de código abierto para hacer desarrollo de sistemas embebidos, lo que es un gran alivio, no sólo porque son abiertas y libres de licenciamiento, sino que además corren en plataformas libres como Unix/Linux, siendo una de sus importantes características el constante perfeccionamiento y mejora, generando además códigos de alta calidad técnica para los sistemas embebidos.

Los expertos al usar herramientas libres pueden examinar estas herramientas de desarrollo para averiguar cómo es generado el código binario que finalmente se grabará dentro de un sistema embebido, permitiéndole analizar cada línea de código si se desea, lo que proporciona una seguridad y confiabilidad importante.

#### **1.4.5 SISTEMAS OPERATIVOS DE SISTEMAS EMBEBIDOS<sup>8</sup>**

Un sistema operativo es un programa que se ejecuta continuamente en un dispositivo, brindando una capa de abstracción para los usuarios facilitándole el uso del dispositivo; además de ocultar el hardware del sistema y encargarse de la administración de sus recursos.

---

<sup>8</sup> <http://ocw.um.es/ingenierias/sistemas-embbedidos/material-de-clase-1>

Los sistemas operativos embebidos generalmente se ejecutan sobre dispositivos que difieren de un computador común. Usualmente tienen algunas características de sistemas de tiempo real, pero a la vez tienen restricciones de tamaño, memoria y energía que los hacen especiales.

Podemos decir además que no todos los sistemas embebidos usan o requieren un Sistema Operativo. Es importante tener esto claro porque en muchos casos es innecesario. Sin embargo hay otros sistemas embebidos que sí requieren un Sistema Operativo, este es el caso de las PDA's, algunos modelos de teléfonos móviles o celulares, algunos sistemas industriales.

Los sistemas operativos por su parte requieren de un cierto hardware mínimo para ser ejecutados lo que generalmente implica un mayor desarrollo de hardware, pero en general los sistemas operativos para sistemas embebidos necesitan un hardware menor a un PC normal y el sistema operativo es también más pequeño que en un Computador Personal.

En los Sistemas Operativos para Sistemas Embebidos existen los propietarios o comerciales y los sistemas abiertos, entre ellos existen diversas versiones de Linux y Unix para el desarrollo de sistemas embebidos, usando estos como base de desarrollo, además de estos existen Sistemas Operativos de Tiempo Real para sistemas embebidos lo que permite aplicarlos a la industria con altas prestaciones, generando soluciones que no tienen un paralelo comercial.

## **1.5 SERVIDOR WEB<sup>9</sup>**

---

<sup>9</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor\\_web](http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_web)

Un servidor Web es un equipo que ejecuta un software especial. Dicho software está diseñado para transferir hipertextos, páginas web o páginas HTML (*HyperTextMarkupLanguage*): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de música. El programa implementa el protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) que pertenece a la capa de aplicación del modelo OSI.

### **1.5.1. FUNCIONAMIENTO**

El Servidor web se ejecuta continuamente en un computador, manteniéndose a la espera de peticiones por parte de un cliente (un navegador web) y que responde a estas peticiones adecuadamente, mediante una página web que se exhibirá en el navegador o mostrando el respectivo mensaje si se detectó algún error. A modo de ejemplo, al teclear [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) en nuestro navegador, éste realiza una petición HTTP al servidor de dicha dirección. El servidor responde al cliente enviando el código HTML de la página; el cliente, una vez recibido el código, lo interpreta y lo exhibe en pantalla. Como vemos con este ejemplo, el cliente es el encargado de interpretar el código HTML, es decir, de mostrar las fuentes, los colores y la disposición de los textos y objetos de la página; el servidor tan sólo se limita a transferir el código de la página sin llevar a cabo ninguna interpretación de la misma.

Además de la transferencia de código HTML, los Servidores web pueden entregar aplicaciones web. Éstas son porciones de código que se ejecutan cuando se realizan ciertas peticiones o respuestas HTTP.

## **1.6 MODULO WEB SERVER<sup>10</sup>**

---

<sup>10</sup><http://www.genio.com/etiquetas/Sistema-empotrado>

El módulo Web Server es un módulo electrónico insertable (*plug-in module*) de reducidas dimensiones que actúa como un servidor web Ethernet. Ha sido diseñado para proporcionar de forma fácil y económica la conexión de un dispositivo basado en CPU a Internet. Esto significa que puede conectarse un microcontrolador a Internet con solo utilizar este circuito para controlar dispositivos. Un ejemplo de este módulo se muestra en la figura 1.2:

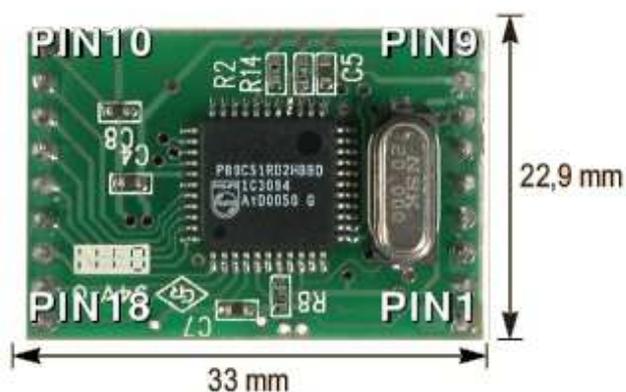


Figura 1.2 Módulo Web Server

### 1.6.1 HARDWARE DEL MODULO WEB SERVER

El módulo es uno de los servidores web Ethernet más pequeños del mundo que permite conectar cualquier dispositivo a Internet. Incluye un Microcontrolador de 8 bit CMOS avanzado basado en 80C51 (P89C51RD2HBB de Philips), un controlador Ethernet 10baseT (el Realtek RTL8019AS), 48 Kbytes de memoria flash para albergar páginas web, dentro del microcontrolador se encuentran las instrucciones necesarias para la gestión de los protocolos de comunicación, además dispone de 64 kbytes de memoria flash, donde 48 kbytes son destinados para almacenar las páginas Web creadas. Este microcontrolador dispone de una interfaz serial la cual puede usarse para el envío de datos hacia otro microprocesador mediante una comunicación asincrónica a 9600 bps, 8 puertos de entrada/salida y un puerto serie para comunicarse con un dispositivo.

Los puertos de E/S además de un control todo/nada, pueden utilizarse como DACs de 8 bits, generadores de frecuencia, o contadores de evento. Estas funciones también están disponibles para el dispositivo basado en microprocesador al que se conecte. Con todo esto, el módulo puede utilizarse de forma independiente y directa mediante los 8 puertos E/S que incluye, o bien conectarse a cualquier microcontrolador o microprocesador mediante el puerto serie.

Comparando el Módulo con un PC tenemos:

- El microcontrolador de *Philips* hace el trabajo que en el PC hacen el conjunto de placa base, CPU, memoria RAM.
- El controlador Ethernet Realtek RTL8019AS hace las veces de tarjeta de red, este controlador lo incorporan también muchas tarjetas de red para PC
- La memoria flash haría las veces de disco duro.

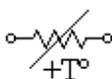
#### **1.6.2 CARACTERISTICAS DEL MODULO WEB SERVER**

- Servidor Web completo en sólo unos 750 mm<sup>2</sup>.
- Sistema Real Time para modificar los gráficos de las páginas web.
- La modalidad *Stand Alone* permite el control de relés, señales PWM (*Pulse Width Modulation*) de 8 bits, interruptores de entrada o contadores de eventos.
- Los datos pueden leerse en la Web a través de campos textuales, teclas gráficas y conexiones.
- Norma Ethernet 10BaseT con corrección automática de la polaridad por hardware.
- Posee 48 kbytes de memoria Flash para páginas Web.
- Soporta los protocolos ARP, ICMP, IP, UDP, TCP, DHCP.
- Su dirección IP puede ser estática, o dinámica obtenida de un Servidor DHCP.
- Consta de una puerta serie con una tasa de Baudios comprendida entre 300 y 115.200 bps, a utilizar como interfaz hacia un procesador.
- Posibilidad de escribir programas en JAVA, C, C++ y Visual Basic para el monitoreo y control remoto del *SitePlayer*.

- Posee 768 bytes para definir *SiteObjectsTM*, los cuales permiten su gestión dentro de la página Web, estos pueden asumir un formato de : bit, byte, integer, long, string y gráficos.
- Las páginas Web pueden desarrollarse con cualquier herramienta de desarrollo para código HTML.

## 1.7 RTD'S<sup>11</sup>

Los detectores de temperatura resistivos (*RTD – Resistive Temperature Detector*) son sensores de temperatura basados en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Su símbolo se muestra en la figura 1.3, en el que se indica una variación lineal con coeficiente de temperatura positivo.



**Figura 1.3** Símbolo RTD

Al calentarse un metal habrá una mayor agitación térmica, dispersándose más los electrones y reduciéndose su velocidad media, aumentando la resistencia. A mayor temperatura, mayor agitación, y mayor resistencia.

La variación de la resistencia puede ser expresada de manera polinómica como sigue a continuación. Por lo general, la variación es bastante lineal en márgenes amplios de temperatura.

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

donde:

---

<sup>11</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/RTD>

- $R_0$  es la resistencia a la temperatura de referencia  $T_0$
- $\Delta T$  es la desviación de temperatura respecto a  $T_0$  ( $\Delta T = T - T_0$ )
- $\alpha$  es el coeficiente de temperatura del conductor especificado a 0 °C, interesa que sea de gran valor y constante con la temperatura.

### 1.7.1 CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPIO OPERATIVO<sup>12</sup>

Los RTD son los sensores de temperatura más estables y precisos. Su rango de medida es menor que el del termopar, abarcando de -200 °C a 800 °C. Por ejemplo, el RTD de platino es el más estable y preciso detector de temperatura en el rango 0-500 °C. El material de fabricación hace variar el rango de medida respecto del anterior pero no de forma apreciable. En consecuencia, estos transductores se emplean en aplicaciones que requieren alta precisión y repetitividad, como control de calidad de alimentos y aplicaciones farmacéuticas.

La precisión suele expresarse como un porcentaje de la resistencia nominal a una temperatura dada. Por ejemplo, la IEC1 especifica un RTD de clase B como  $100 \Omega \pm 0,12 \%$  a 0 °C. Sin embargo, la calibración debe llevarse a cabo a dos temperaturas suficientemente espaciadas en el rango de operación del sensor.

El principio operativo del RTD consiste en que la resistencia de la mayoría de los metales aumenta con la temperatura. Un metal apto para aplicaciones con el RTD debería poseer las siguientes características:

- Cambio en la resistividad con la temperatura adecuado a la resolución deseada, y lineal para simplificar el mecanismo de conversión.
- Propiedades mecánicas que hacen el dispositivo fiable.
- Alto coeficiente de temperatura de la resistencia, ya que de este modo el instrumento de medida será muy sensible.

<sup>12</sup> <http://proton.ucting.udg.mx/dpto/maestros/mateos/clase/teoria/temperatura>

- Alta resistividad, ya que cuanto mayor sea la resistencia a una temperatura dada, mayor será la variación por grado; mayor sensibilidad.
- Relación lineal resistencia-temperatura.
- Rigidez y ductilidad, lo que permite realizar los procesos de fabricación de estirado y arrollamiento del conductor en las bobinas de la sonda a fin de obtener tamaños pequeños (rapidez de respuesta).

### **1.7.2 MATERIALES EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RTD**

Las termorresistencias de uso más común se fabrican de alambres finos soportados por un material aislante y luego encapsulados. El elemento encapsulado se inserta luego dentro de una vaina o tubo metálico cerrado en un extremo que se llena con un polvo aislante y se sella con cemento para impedir que absorba humedad.<sup>13</sup>

El platino encuentra aplicación dentro de un amplio rango de temperaturas y es el material más estable y exacto. En efecto, la relación resistencia temperatura correspondiente al alambre de platino es tan reproducible que la termorresistencia de platino se utiliza como estándar internacional de temperatura desde - 260 °C hasta 630 °C .

Además del hecho de que la termorresistencia de platino está siendo utilizada como estándar internacional, el alambre de platino es el material elegido con más frecuencia para las termorresistencias de uso industrial. Las termorresistencias de platino pueden medir el rango más amplio de temperaturas son las más exactas y estables por no ser fácilmente contaminadas por el medio en que se encuentran, y su relación resistencia -temperatura es más lineal que la de cualquier otro material con la excepción del cobre.

---

<sup>13</sup>[http://www.sapiensman.com/medicion\\_de\\_temperatura/termorresistencias.htm](http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/termorresistencias.htm)

Las termorresistencias de cobre presentan la más lineal relación resistencia - temperatura entre todas las termorresistencias pero también tienen las desventajas de un rango estrecho de temperatura entre  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una baja resistividad.

Este tipo de sensores tiene una ventaja fundamental; son sumamente precisos y producen medidas altamente reproducibles, un resumen su comportamiento de acuerdo con el tipo de material se muestra en la tabla 1.1:

METAL	RANGO DE OPERACIÓN ( $^{\circ}$ Celsius)	PRECISIÓN (grados )
Platino	-200 a 950	0.01
Níquel	-150 a 300	0.50
Cobre	-200 a 120	0.10

**Tabla 1.1** Precisión de Termorresistencias en función del material y temperatura a la que trabajan

### 1.7.3 VENTAJAS DE LOS RTD

- Margen de temperatura bastante amplio.
- Proporciona las medidas de temperatura con mayor exactitud y repetitividad.
- El valor de resistencia del sensor RTD puede ser ajustado con gran exactitud por el fabricante (trimming), de manera que su tolerancia sea mínima. Además, éste será bastante estable con el tiempo.
- Los sensores RTD son los más estables con el tiempo, presentando variaciones en la medida del orden de  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ .

- La relación entre la temperatura y la resistencia es la más lineal.
- Los sensores RTD tienen una sensibilidad mayor que los termopares. La tensión debida a cambios de temperatura puede ser unas diez veces mayor.
- La existencia de curvas de calibración estándar para los distintos tipos de sensores RTD (según el material conductor,  $R_0$  y  $\alpha$ ), facilita la posibilidad de intercambiar sensores entre distintos fabricantes.
- A diferencia de los termopares, no son necesarios cables de interconexión especiales ni compensación de la unión de referencia.

## **CAPÍTULO 2**

### **DISEÑO DEL MODULO DE MONITOREO Y CONTROL WEB SERVER**

En este capítulo se describe el diseño del circuito y los módulos que constituyen el sistema de monitoreo y control del sistema de calefacción así como las especificaciones técnicas de los elementos que se usan en el mismo.

#### **2.1 DISEÑO DEL MODULO DE MONITOREO Y CONTROL WEB SERVER**

Un sistema de calefacción que puede ser controlado y monitoreado por la internet busca ser una solución para proporcionar un entorno de clima controlado en el caso en que una persona no pueda estar físicamente en el sitio donde se encuentra el sistema de calefacción, de esta manera se consigue realizar todo el proceso y ajustes necesarios al sistema de calefacción desde cualquier parte que se encuentre.

##### **2.1.1 DESCRIPCION DEL MODULO**

El módulo monitoreará y controlará a través de la internet el sistema de calefacción, para lo cual sensará por medio de dos RTDs la temperatura de la habitación y la temperatura del calefactor y dependiendo de los valores que obtenga tomará las decisiones para proveer calefacción a la habitación y de esta manera obtener un clima controlado ajustándose a las necesidades que se presenten en los distintos ambientes en los que se trabaje. De esta manera si la temperatura ambiente es menor que 18 grados activará el calefón el cual se prenderá hasta alcanzar una temperatura máxima de 80 grados, con esto lograremos mantener la temperatura deseada. Todo esto se lo hace en tiempo real por lo que el módulo contará con un reloj en tiempo real. En la Figura 2.1, se presenta una idea general de la solución que se propone con el presente trabajo.

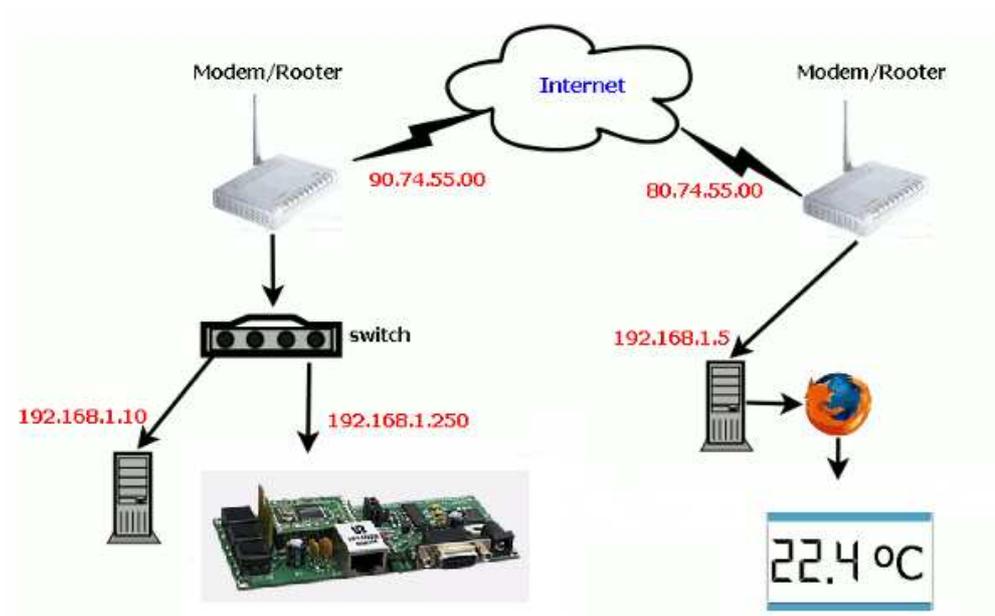


Figura 2.1 Módulo de Monitoreo y Control

### 2.1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

En la Figura 2.2 se presenta el diagrama de bloques donde se muestra las partes que constituyen el sistema de monitoreo y control del sistema de calefacción y el número de líneas que conectan los diferentes dispositivos con el microcontrolador.

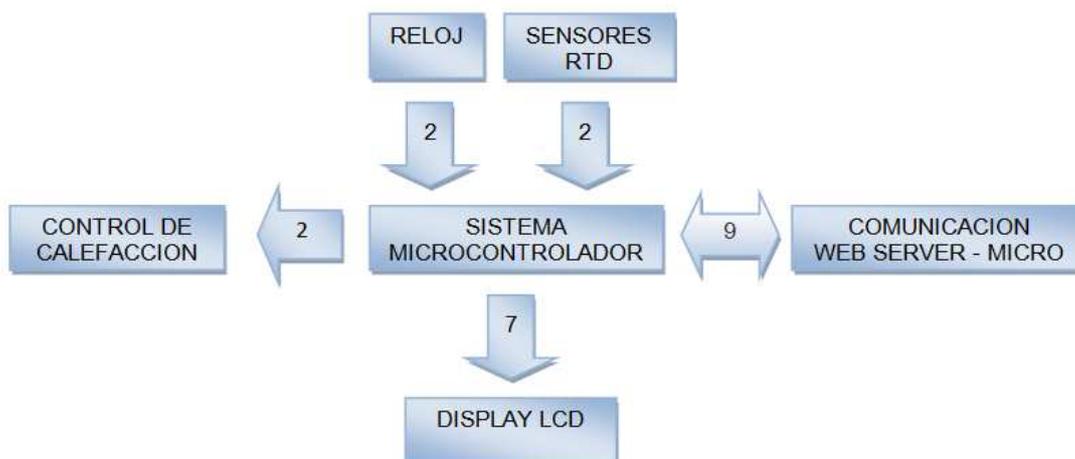


Figura 2.2 Diagrama de bloques del módulo del sistema de monitoreo y control de calefacción.

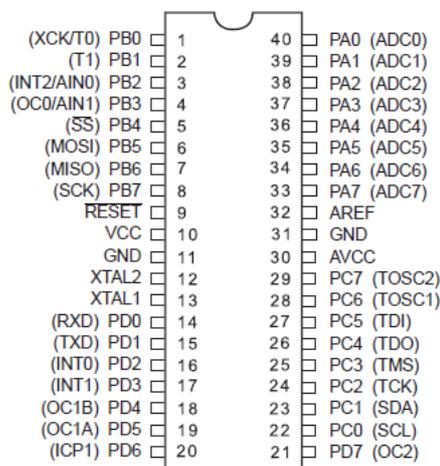
### 2.1.3 SISTEMA MICROCONTROLADOR

El microcontrolador utilizado en el presente proyecto es un Atmega 16 el mismo que presenta las siguientes características:

- Microcontrolador AVR de 8 bit de alto rendimiento y bajo consumo.
- Instrucciones de un simple ciclo de clock de ejecución.
- Dos Temporizadores/Contadores de 8 bits con prescaler separado y modo comparación.
- Un Temporizador/Contador de 16 bits con prescaler separado, modo comparación y modo de captura.
- Comparador analógico On-Chip.
- Interface serie SPI maestro/esclavo.
- Contador en tiempo real con oscilador separado.
- ADC de 10 bit y 8 canales.
- Oscilador RC interno calibrado.
- Fuentes de interrupción externas e internas.
- 32 líneas de I/O programables.

El ATMEGA 16 dispone de los terminales (pines) necesarios para el suministro de energía (VCC, GND, AVCC y AREF), una base de tiempo externo (XTAL1 y XTAL2), pines de entrada a la unidad de sus relojes, un pin RESET para restablecer el procesador y cuatro puertos de 8 bits (PA0-PA7, PC0-PC7, PB0-PB7 y PD0-PD7), que se utilizan para interactuar con el mundo exterior. Estos puertos se pueden utilizar con propósitos generales tanto de entrada como de salida dependiendo de los requerimientos que se tenga en una determinada aplicación (E/S) o pueden ser utilizados para funciones suplementarias a través de un bus, también contiene un subsistema de contador de tiempo, un convertidor analógico digital (ADC), un subsistema de interrupción, componentes de memoria y un subsistema de comunicación, lo cual que se encuentra detallado en el Anexo 1.

En la Figura 2.3 se muestra la distribución de pines que tiene el ATMEGA



**Figura 2.3** Diagrama de Pines del Atmega 16

## 2.1.4 DISEÑO DE LA ETAPA DE MONITOREO

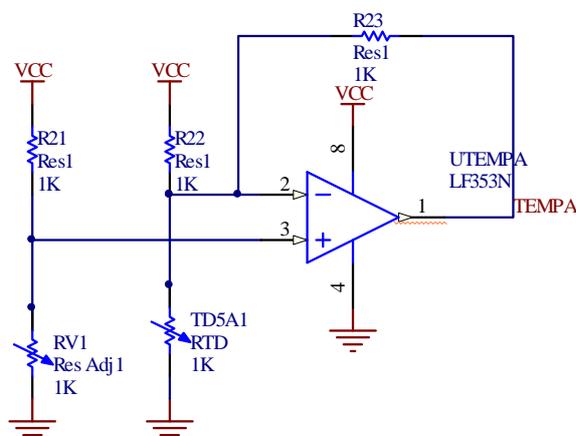
Para la etapa de monitoreo se usarán sensores de temperatura RTD's, un reloj de tiempo real, y un indicador LCD.

### 2.1.4.1 Sensores RTD

En la Figura 2.4 se muestra el circuito que se emplea en el diseño del módulo, las características del sensor se presentan en el Anexo 2.

Para el caso de la termoresistencia, RTD, para su correcto funcionamiento requiere de una fuente de corriente constante que va a producir una caída de voltaje en la termoresistencia de acuerdo a como la temperatura varíe. El emplear las fuentes de corriente constantes permite reducir el error en la medición debido a caídas de voltaje durante el trayecto de la señal entre transductor y fuente, pudiéndose colocar a distancias considerables el transductor.

El circuito integrado LF353 proporciona la referencia de corriente. Debido a que el amplificador operacional opera con ganancia negativa, el voltaje a través del transductor es extremadamente bajo, lo cual elimina errores por auto calentamiento.



**Figura 2.4** Circuito acondicionador para termorresistencia de platino.

### 2.1.4.2 Reloj en Tiempo Real

Para el proyecto se utilizará el DS1307 *Real-Time-Clock* Serie, es un dispositivo de bajo consumo de energía, con información decimal codificada en binario (BCD), reloj/calendario más 56 bytes de NV SRAM cuyas características se detallan en el Anexo 3. Dirección y datos son transferidos a través de 2 hilos serie, bus bi-direccional. El reloj/calendario provee información de: segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año. El final de fecha de mes se ajusta automáticamente durante meses menores de 31 días, incluyendo correcciones para el año bisiesto. El reloj funciona en cualquiera formato de 24 horas o en 12 horas con indicador AM/PM. El DS1307 tiene incorporado un circuito de control de la fuente de polarización que detecta fallas de energía y conmuta automáticamente al suministro de batería de respaldo.

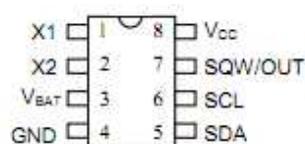
#### 2.1.4.2.1 Características Generales del DS1307

- Reloj de tiempo real que cuenta los segundos, los minutos, las horas, la fecha, el mes, el día de la semana, y el año, con compensación de años bisiestos, válido hasta el año 2100
- Formato de 12 Horas con indicador AM/PM ó de 24 horas
- Protocolo I2C
- 56 bytes de RAM no volátil, para almacenamiento de datos

- Señal de onda cuadrada programable
- Circuitos internos de respaldo para la alimentación de funcionamiento.
- Bajo consumo de potencia: menor a 500nA en modo respaldo, a 25 °C.
- Circuito integrado de 8 pines

#### 2.1.4.2.2 Descripción de los Pines

En la Figura 2.5 muestra la asignación de los pines del DS1307:



**Figura 2.5**Asignación de pines del DS1307

**VCC, GND:** La alimentación DC es proporcionada a este circuito a través de estos pines. VCC es la entrada de +5VDC, mientras que GND es la referencia.

**VBAT:** Entrada de alimentación de una pila estándar de litio de 3 Voltios. El voltaje debe estar entre 2.5 y 3.5 voltios para una operación apropiada.

**SCL:** Entrada de reloj para sincronizar la transferencia de datos en la interfaz serial.

**SDA:** Entrada/salida de datos para la interfaz I2C. Este pin es de drenaje abierto, por lo que requiere de una resistencia de pull-up externa.

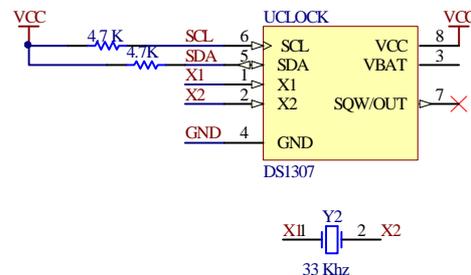
**X1, X2:** Conexiones para un cristal de cuarzo estándar de 32.768 Hz.

**SQW/OUT:** Salida para generar una de cuatro posibles frecuencias de salida: 1Hz, 4KHz, 8KHz ó 32KHz. Este pin también es de drenaje abierto, por lo que requiere de una resistencia de pull-up externa.

#### 2.1.4.2.3 Circuito de Aplicación

La figura 2.5 muestra el diagrama esquemático de una aplicación típica para este circuito recomendada por el fabricante. Se observan las resistencia pull-up en los pines SDA, SCL y SQW/OUT que normalmente son de 4.7 KOhm. Usa un cristal de

cuarzo estándar de 32.768Hz. La alimentación es normalmente 5 voltios DC y utiliza una pila de litio de 3V para el respaldo de la alimentación.



**Figura 2.6** Esquema de operación típico.

### 2.1.4.3 LCD 16X2

Se puede visualizar en el LCD del sistema de calefacción el estado del sistema, es decir la temperatura a la que se encuentra y el correcto funcionamiento del mismo.

La pantalla de cristal liquido o LCD (*LiquidCrystalDisplay*) es un dispositivo microcontrolado de visualización gráfica para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos (en algunos modelos), las características funcionales se observan en el Anexo 4, en este caso dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una y cada carácter dispone de una matriz de 5x7 puntos (píxeles), aunque los hay de otro número de filas y caracteres. Este dispositivo está gobernado internamente por un microcontrolador y regula todos los parámetros de presentación, este modelo es el más comúnmente usado y esta información se basará en el manejo de este u otro LCD compatible.

#### 2.1.4.3.1 Características principales:

- Consumo muy reducido, del orden de 7.5mW
- Pantalla de caracteres ASCII.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del carácter.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.

- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits

#### 2.1.4.3.2 Descripción de Pines

La tabla 2.1 muestra la distribución de pines del LCD:

PIN	rol y	NIVEL	DESCRIPCION
1	VSS	L	Tierra
2	VDD	H	Alimentación
3	VEE	L	Voltaje para manejo del Panel LCD
4	RS	H/L	Seleccionar Registro
5	R/W	H/L	Seleccionar Leer/Escribir
6	E	H/L	Habilitar Leer/Escribir
7	DB0	H/L	Bus de Datos
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	A	H	Led +
16	K	L	Led -

**Tabla 2. 1** Descripción de pines del LCD

#### 2.1.4.3.3 Circuito de Aplicación

La Figura 2.7 muestra la conexión del LCD al microcontrolador donde se observa un transistor que sirve para prender y apagar el *backlight* del LCD, la resistencia de  $15\Omega$  es usada para darle intensidad al LCD que estamos usando y el potenciómetro controla el contraste con el que se muestran las letras que aparecen en el LCD.

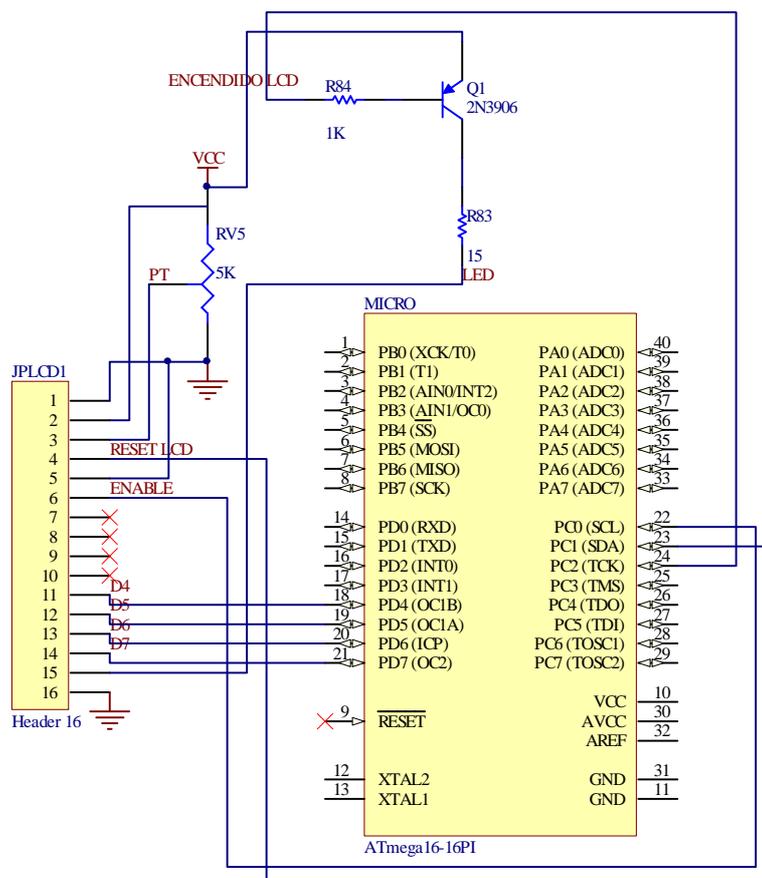


Figura 2.7 Conexión entre el LCD y Atmega 16

## 2.1.5 DISEÑO DE LA ETAPA DE CONTROL

### 2.1.5.1 Optoacoplador

Este dispositivo basa su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica. La gran ventaja de un optoacoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida de un microcontrolador, con lo que se consigue que se separe la parte de potencia de la de control dentro del circuito, protegiendo de esta forma al microcontrolador de un voltaje potencialmente peligroso o de corrientes parasitas presentes en el entorno.

De este modo, el microcontrolador y los componentes adicionales están completamente protegidos del ruido o de voltajes que podrían dañar al circuito que

son las causas más frecuentes de destrucción, daño y funcionamiento inestable de los dispositivos electrónicos, en la Figura 2.8, se presenta el circuito que incluye el optoacoplador referido, donde se muestra que la resistencia de  $330\Omega$  limita el paso de corriente entregada al led sugerida por el fabricante.

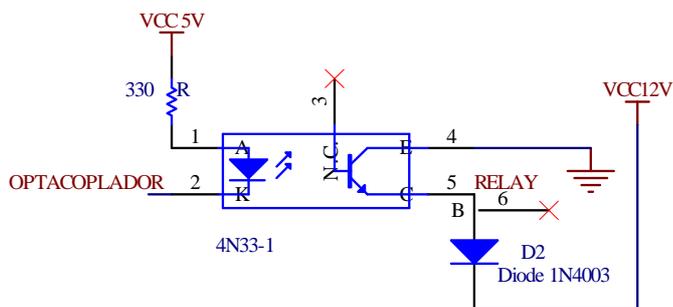


Figura 2.8 Conexión del Optoacoplador

### 2.1.5.2 Teclado

El teclado en el proyecto utiliza una sola entrada del microcontrolador, este teclado es un arreglo de resistencias en serie cuyo principio está basado en una diferencia de potencial al presionar una tecla de la tarjeta. El pin del microcontrolador asociado a esta tarjeta es una entrada análogo digital el cual al sensor la diferencia de potencial a la entrada éste asocia dentro del programa a un valor decimal, previamente establecido, en la Figura 2.9, se presenta el circuito para el teclado.

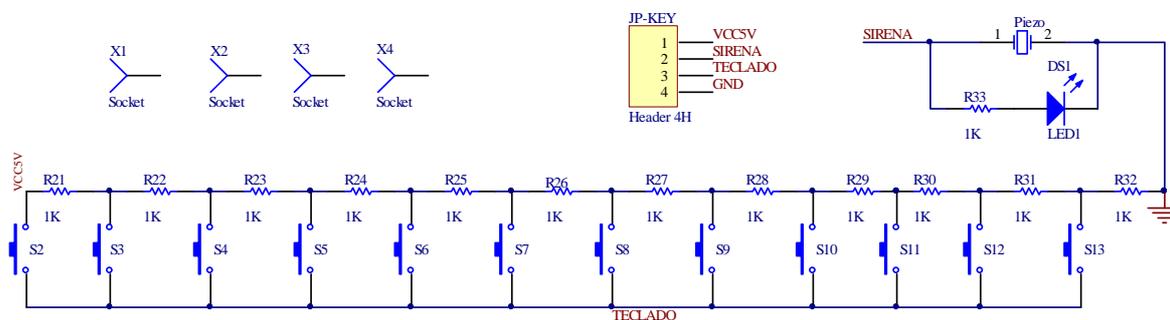


Figura 2.9 Esquema del Teclado

### 2.1.6 DISEÑO DEL CIRCUITO WEB SERVER

En el diseño del circuito Web Server se utilizara el *Siteplayer* SP1, las características funcionales del *Siteplayer* se muestran en el Anexo 5, el mismo que es un servidor web donde se puede cargar una página web escrita en HTML, cuyo interfaz gráfico con el usuario es cualquier navegador de Internet. El acceso a la página a diseñar se la puede hacer a través del Internet desde cualquier parte del mundo y así controlar y monitorear el sistema de calefacción en tiempo real, ya que el *Siteplayer* retiene la información que recibe desde el sistema principal la interpreta y la muestra en la página web.

#### 2.1.6.1 Descripción de Pines

En la tabla 2.2 se describe cada uno de los pines del *Siteplayer*

PIN	SIMBOLO	DESCRIPCION
1	Led de estado de enlace	Pin que se activa en bajo cuando se establece la conexión.
2	RX+	Pin positivo del receptor 10BaseT
3	RX-	Pin negativo del receptor 10BaseT
4	TX-	Pin negativo del transmisor 10BaseT
5	TX+	Pin positivo del transmisor 10BaseT
6	VSS	Tierra
7	RXD	Pin de recepción de datos UART
8	TXD	Pin de transmisión de datos UART
9	VCC	Alimentación
10	Reset	Pin para reset, se activa en alto
11-18	I/O	Pines de entrada y salida

**Tabla 2. 2** Descripción de Pines del SitePlayer

## 2.1.6.2 Conexión entre el Web Server y el Microcontrolador

### 2.1.6.2.1 Adaptador LF1S022

La conexión entre el microcontrolador y el *SitePlayer* requiere de un conector RJ45 que tiene un adaptador LF1S022 que permite una conexión Ethernet y de esta forma la conexión a la Internet.

Los detalles del adaptador LF1S022 se muestran en el Anexo 6. La conexión recomendada por el fabricante se muestra en la Figura 2.10.

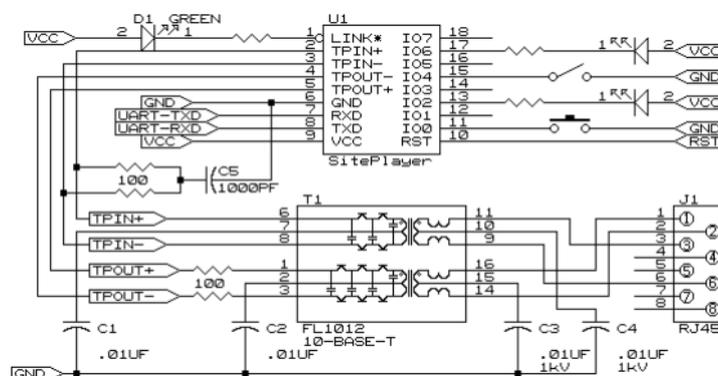


Figura 2.10 Conexión entre el SitePlayer y el LF1022

La comunicación entre el microcontrolador y el web server es paralela para lo que se usará 8 líneas de transmisión, mientras que la comunicación entre el Web Server y el microcontrolador se usará una línea de transmisión que es una interrupción serial que indica cuando el Web server tiene datos para transmitir.

La figura 2.11 muestra la conexión entre el Web Server y el microcontrolador que utiliza 8 pines del microcontrolador para la conexión.

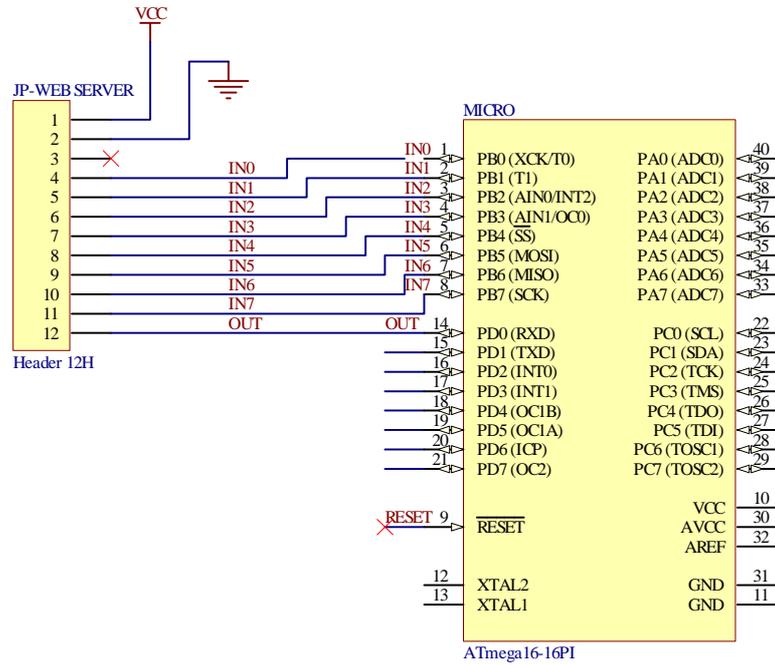


Figura 2.11 Conexión entre el Web Server y el Microcontrolador.

Una vez que se ha presentado cada una de las partes que se usará en la construcción del hardware del Módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción, a continuación en la Figura 2.12 se muestra el esquemático del módulo de monitoreo y control el mismo que fue desarrollado en el programa Proteus.



## CAPÍTULO 3

### CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL WEB SERVER

#### 3.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se presenta el hardware a nivel de placas y construcción que se utilizará en el prototipo del módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción, así como el diseño del software del microcontrolador y del Web Server.

#### 3.2 CIRCUITO DEL PROTOTIPO DISEÑADO

En la Figura 3.1 a) y b) se muestra el hardware implementado en el prototipo del módulo de calefacción, donde se puede apreciar los elementos utilizados en el diseño y que fueron descritos en el capítulo anterior. El circuito esquemático y el PCB (*PrintedCircuitBoard* - placa de circuito impreso) se fueron realizados en el programa PROTEL XP 2004 tanto para la placa madre como para el teclado



a)

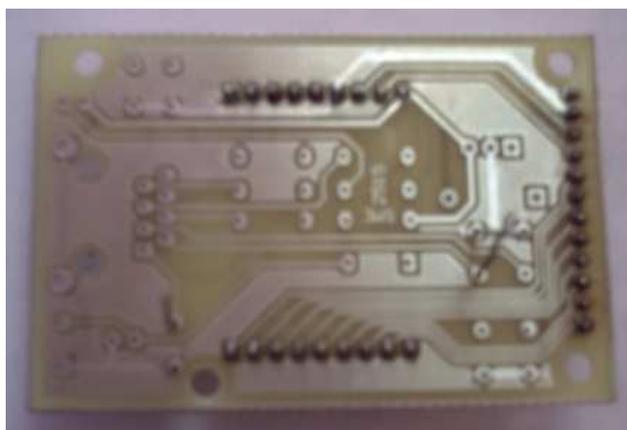


b)

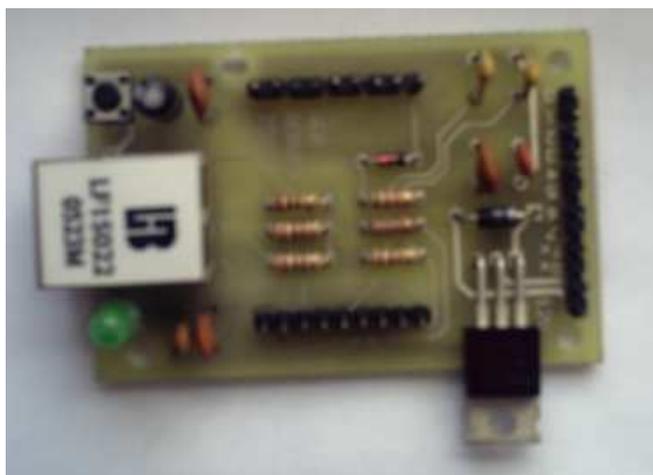
Figura 3. 1a) Placa Madre b) Placa del Teclado

### 3.3 CIRCUITO DEL MÓDULO WEB SERVER

El módulo web server a ser construido es el que recomienda el fabricante con los respectivos componentes descritos en el capítulo anterior. La figura 3.2 muestra el módulo del Web Server que será incorporado a la placa madre del módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción.



a)



b)

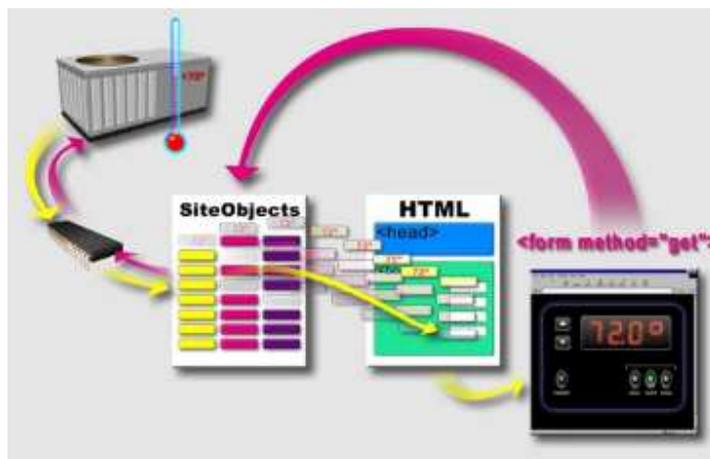
**Figura 3. 2**Placa del circuito Web a) Posterior b) Frontal

### 3.4 DISEÑO DE SOFTWARE

En el diseño del software se utilizó el lenguaje de programación BASCOM-AVR, así como el software propietario del módulo Web Server.

En la figura 3.3 se presenta el funcionamiento del módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción, donde el sistema de calefacción basándose en información obtenida de la temperatura ambiente y dado un punto de referencia de temperatura usa esta información, la misma que se escribe en el Web Server a través del puerto paralelo. Cuando el Web Server solicite las páginas web, proporcionará la información a su navegador web a través del puerto Ethernet.

Los cambios son enviados de nuevo al Web Server a través del puerto Ethernet que se reflejará nuevamente en el navegador de Internet.



**Figura 3. 3**Funcionamiento del Módulo de Monitoreo y Control

Para la programación del software se utilizara 3 subrutinas del Bascom:

### 3.4.1 COMUNICACIÓN SERIAL

A continuación se detalla las líneas principales que comandan la comunicación serial entre el Web Server y el microcontrolador de la tarjeta madre.

#### 3.4.1.1 Programa principal en espera de recepción

`$regfile = "m16def.dat";` este comando define la librería que comanda el Atmega16

`$baud = 19200;` define la velocidad de transmisión.

`$crystal = 8000000;` define el cristal con el que se va a trabajar sea interno o externo.

El cristal interno maneja 1, 4 y 8 megas

El cristal que se usa en el proyecto es de 11.582y es un cristal externo, para mayor velocidad y mayor exactitud

`ConstCmaxchar = 20;` define el total de caracteres máximos que va a transmitir de forma serial y que se almacenarán en el buffer.

`Dim B As Bit;` define una bandera para señalización del carácter recibido.

DimBcAs Byte; contador de byte

Dim BufAs String \* Cmaxchar; buffer serial

Dim D As Byte

Bc = 0; constante de conteo con este vamos a contar hasta 20

OnUrxRec\_isr ; define el nombre de la subrutina de transmisión serial

EnableUrx; habilita la interrupción serial

Do

If B = 1 Then	recibeundato
Disable Serial	
Print "{" ;Buf ; "}"	imprime los valores del buffer
Print "BC:" ;Bc	imprime el contador de caracteres

Revisamos el estado del buffer

IfBc = CmaxcharThen	el buffer está lleno
Buf = ""	limpiar el buffer
Bc = 0	reiniciar el contador de caracteres
EndIf	

Reset B	reiniciar la bandera recibida
Enable Serial	
End If	
Loop	

### 3.4.1.2 Interrupción Serial

Rec\_isr:

D = Udr	lee una solo vez el UDR
---------	-------------------------

Print ""	muestra lo que se almacenar
----------	-----------------------------

```

If Bc < Cmaxchar Then
  Incr Bc          incrementa el contador del buffer
If D = 13 Then
  Buf = Buf + Chr(0)
  Bc = Cmaxchar          ir al final
Else
  Buf = Buf + Chr(d)      sumar al buffer
End If
Return

```

### 3.4.2 APERTURA Y CIERRE DE PUERTOS

```

ConfigPortd = Output;    escribe el dato en el latch y luego escribe en el puerto

Set PortA.0;             escribe 1 lógico en el pin A.0

Reset PortA.0;          escribe un 0 lógico en el pin A.0

PortA=0 10;             escribe el número 10 en todo el puerto A lo que implica
                        colocar el numero binario 1010 en todo el puerto A

```

### 3.4.3 CONVERTIDOR ANALÓGICO - DIGITAL

```

ConfigAdc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Internal; Se configura el puerto en
modo ADC de 10 bits
StartAdc; inicia el puerto adc
Cal = Getadc(3); guarda el dato del puerto ADC03 en la variable

```

En las siguientes líneas se indican los rangos de datos decimales que están trabajando hasta el momento la entrada ADC, que posteriormente se complementarán con una ecuación matemática, la misma que relaciona los datos ADC con los de la temperatura que se desea medir.

```

Cal = Cal + 100
If Cal > 100 And Cal =< 809 Then

```

```

Ext = Cal
Call Calculo_ext
Cal_s = Ext_s
Y = Str(cal_s)
If Cal_s > 0 And Cal_s < 95 Then
Y = Fusing(cal_s , "#.#")
Locate 2 , 10
Lcd "C" ; Chr(1) ; Fusing(cal_s , "#.#") ; Chr(0) ; "  "
Else
If Cal_s =< 0 Then
Locate 2 , 10
Lcd "C < 0 " ; Chr(0)
Else
If Cal_s > 95 Then
Locate 2 , 10
Lcd "C > 95" ; Chr(0)
End If
End If
End If
Else
Locate 2 , 10
Lcd "C=Error"
End If
End Sub

```

### **3.4.3.1 Subrutina que relaciona la temperatura con los datos ADC.**

```

Sub Calculo_ext()
Ext_s = Ext

If Ext > 100 And Ext =< 148 Then

```

Ext\_s = -ext\_s

Ext\_s = Ext\_s \* 0.5

Ext\_s = Ext\_s + 156

Else

If Ext > 148 And Ext =< 280 Then

Ext\_s = -ext\_s

Ext\_s = Ext\_s \* 0.16

Ext\_s = Ext\_s + 105.55

Else

If Ext > 280 And Ext =< 506 Then

Ext\_s = -ext\_s

Ext\_s = Ext\_s \* 0.11

Ext\_s = Ext\_s + 91.97

Else

If Ext > 506 And Ext =< 770 Then

Ext\_s = -ext\_s

Ext\_s = Ext\_s \* 0.08

Ext\_s = Ext\_s + 78.17

Else

If Ext > 770 And Ext =< 809 Then

Ext\_s = -ext\_s

Ext\_s = Ext\_s \* 0.33

Ext\_s = Ext\_s + 270.67

End If

End If

End If

End If

Endlf

End Sub

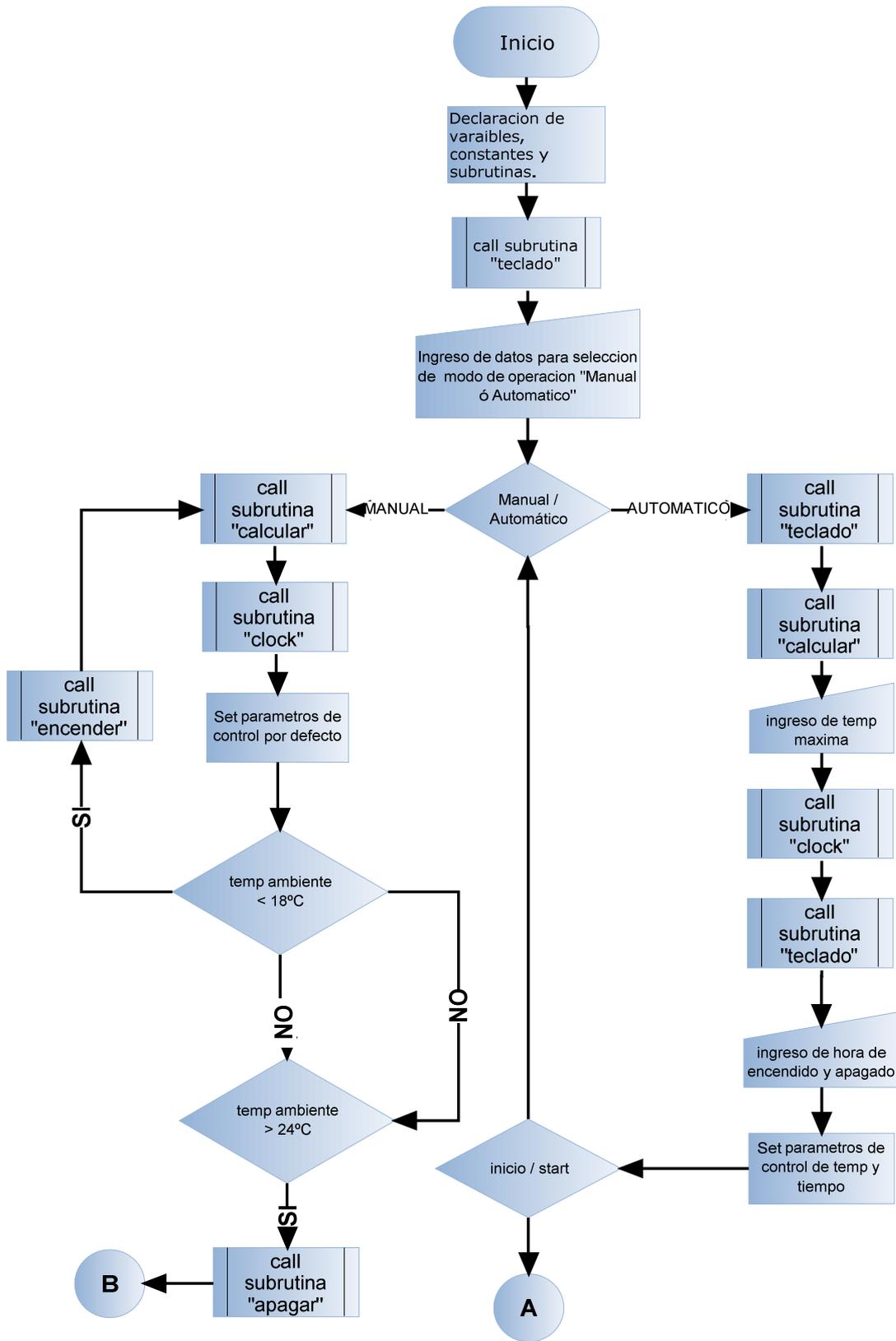
### **3.5 ALGORITMO DEL SISTEMA MICROCONTROLADO**

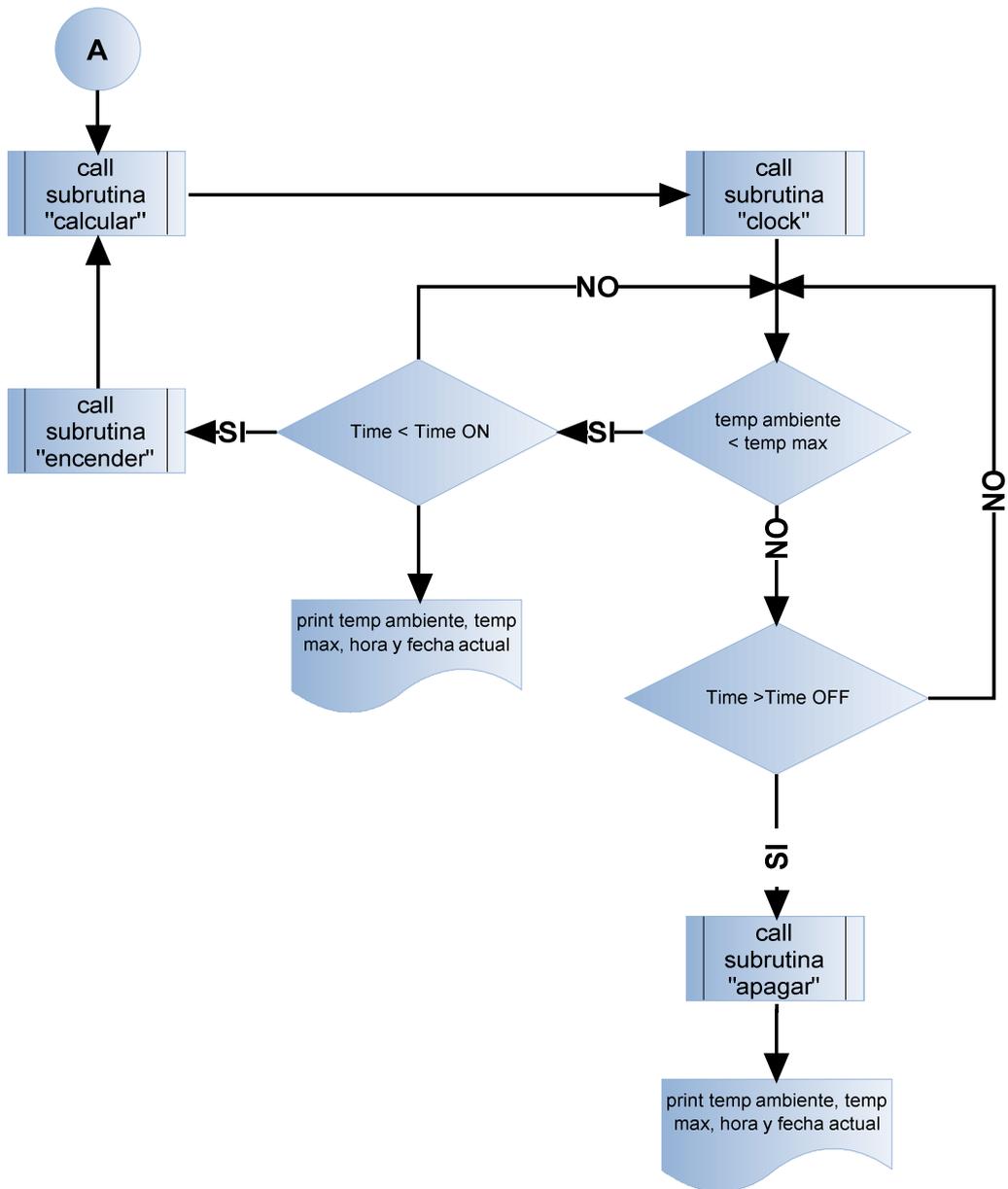
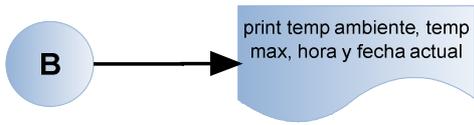
La lógica utilizada en la programación se describe en la figura 3.4.

Al iniciar el programa se declaran las variables, constantes y subrutinas que son utilizadas en el mismo, para después llamar a la subrutina teclado, la misma que nos permite ingresar el modo en el que queremos trabajar ya sea este automático o manual.

En el modo automático se llama a la subrutina calcular, la que nos permite establecer la temperatura ambiente. La subrutina clock determina la fecha y hora que se tiene en ese momento para después proceder a ingresar los parámetros a los que va a funcionar el sistema de calefacción; estos parámetros estarán dentro de un rango que es entre 18 grados centígrados y 24 grados centígrados, si la temperatura ambiente se encuentra menor a 18 grados centígrados el programa mandara a encender el radiador eléctrico y si la temperatura que sensa es mayor a 24 grados centígrados el programa mandara a apagar el radiador eléctrico, finalmente se puede visualizar el LCD la temperatura ambiente la hora y la fecha.

En el modo manual después de llamar a la subrutina calcular y clock, se ingresara la temperatura máxima del sistema de calefacción, después se llama a la subrutina teclado y clock para ingresar los parámetros de encendido y apagado a la hora que se desea que entre en funcionamiento el sistema de calefacción, dependiendo de las necesidades del usuario. Una vez ingresados todos los parámetros el programa empezara a comparar con la hora actual que se tiene para determinar si se enciende o se apaga el radiador eléctrico tomando en cuenta la temperatura que fue establecida previamente.





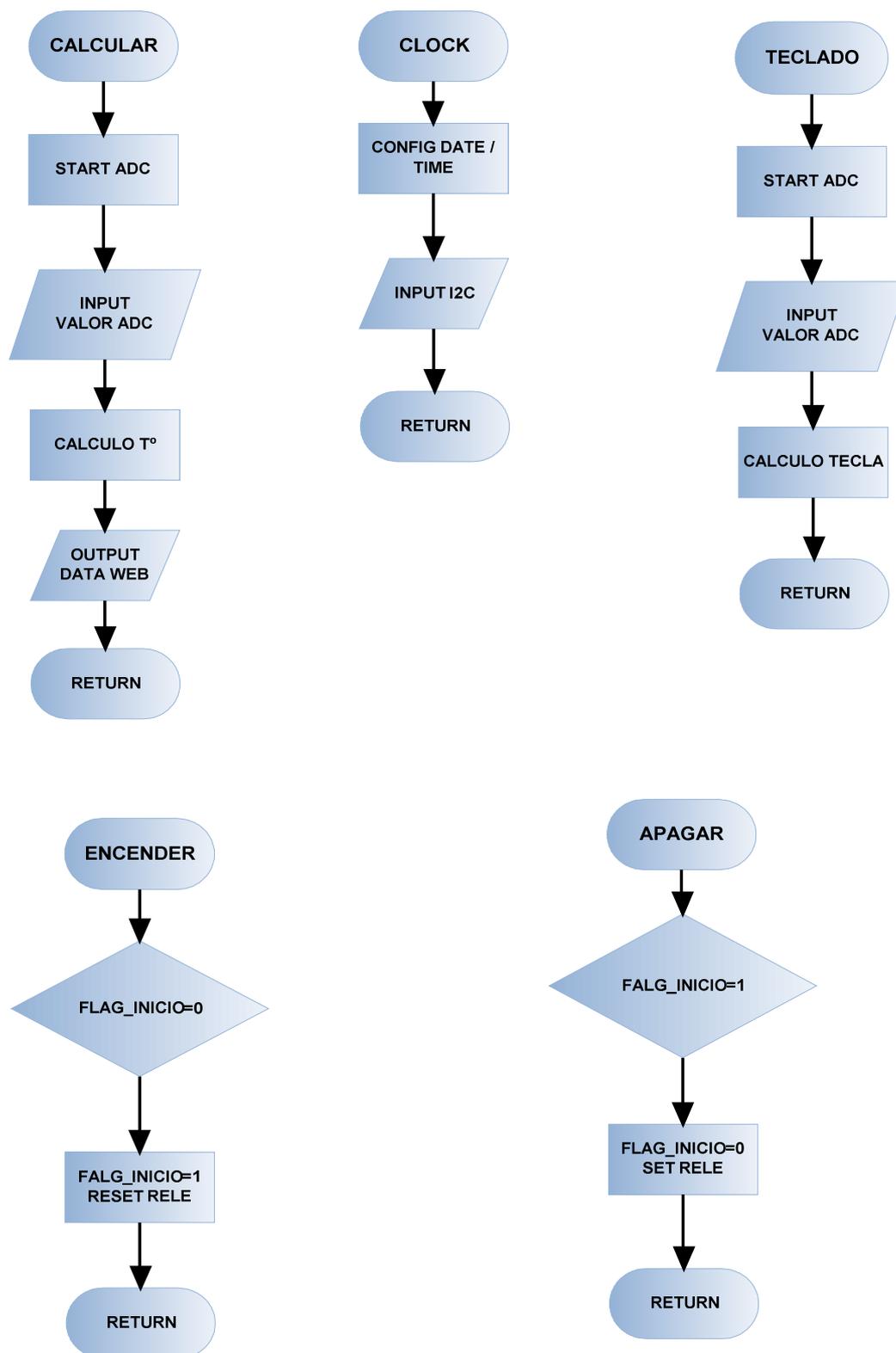
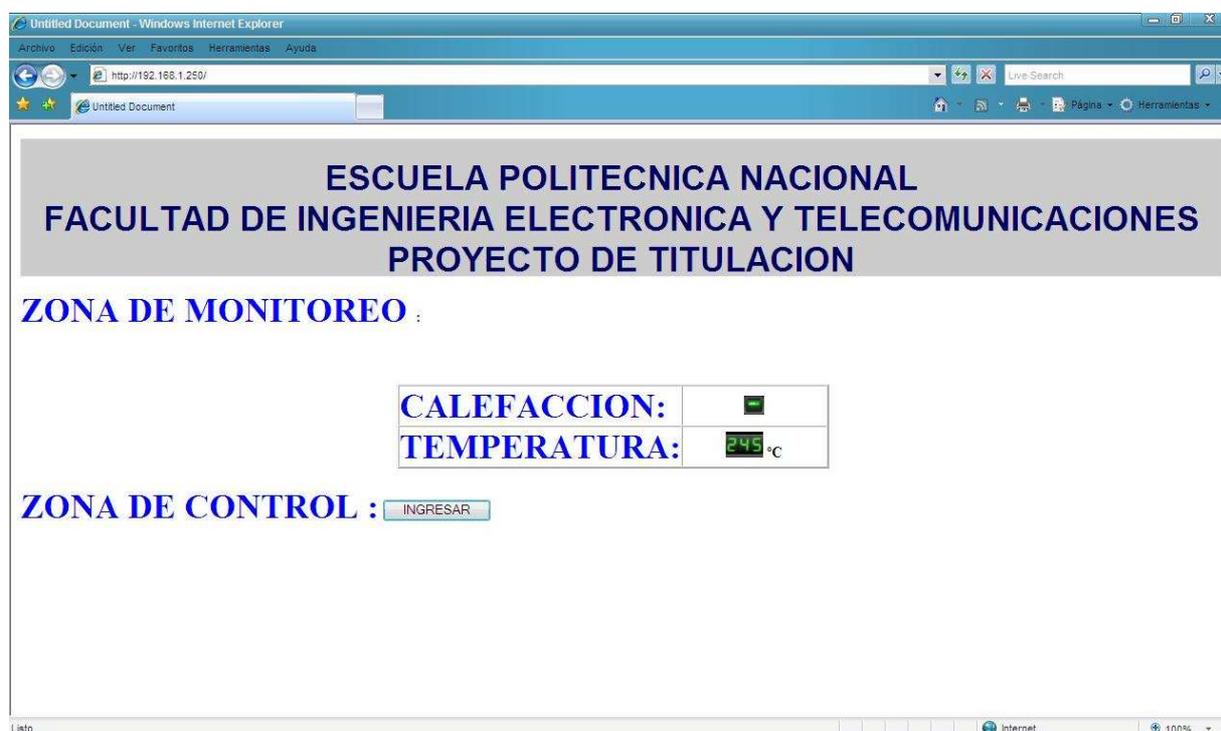


Figura 3. 4Algoritmo del Sistema de Calefacción

### 3.6 DISEÑO DE LA PÁGINA WEB

La página web a construir es la interfaz donde se visualizan de manera gráfica, los datos que toma y procesa el módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción por medio del Web Server a través del Internet. En las figura 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8 se muestra la página de inicio, autenticación y funcionamiento del sistema

En la construcción de la página Web se utiliza el programa AdobeDreamweaver CS5.5, que permite la utilización de lenguaje de programación HTML, y provee un fácil manejo de las herramientas además proporciona funciones visuales y a nivel de código para crear diseños basados en estándares que se aplican al Web Server.



**Figura 3. 5** Página de monitoreo de estado, del sistema de calefacción y temperatura del ambiente a monitorear.

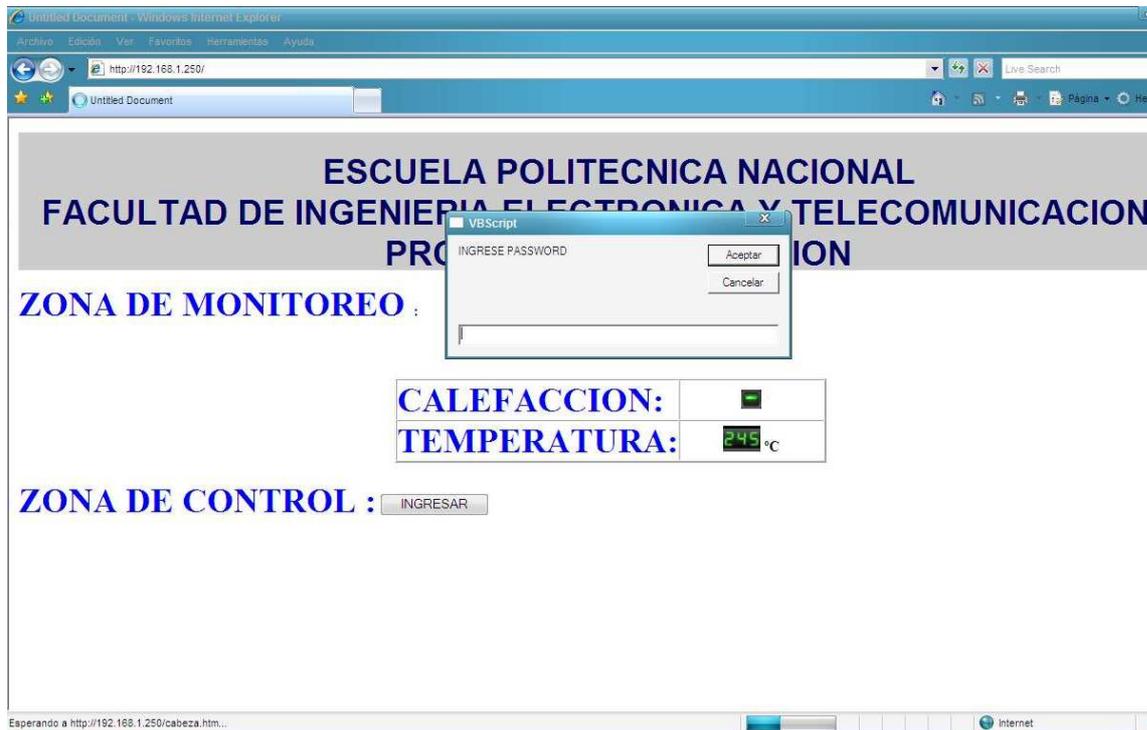


Figura 3. 6Autenticación para acceder a la página de control.

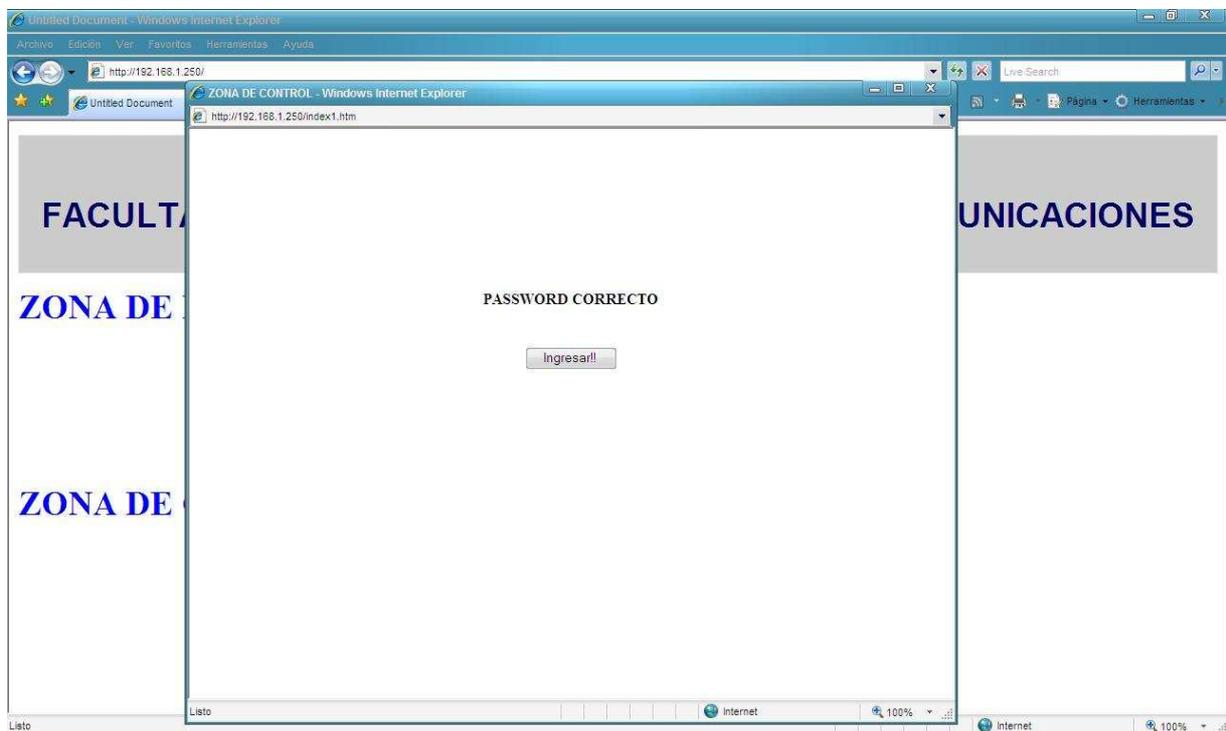


Figura 3. 7Confirmación de ingreso exitoso a la página de control



Figura 3. 8Página de control del módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción.

### 3.6.1 DESCARGA DE FICHERO Y PÁGINA WEB

El proceso a seguir para la descarga del fichero que contiene el archivo hexadecimal del contenido de la página desarrollada en HTML al web server se muestra en las figuras 3.10 a la 3.12:

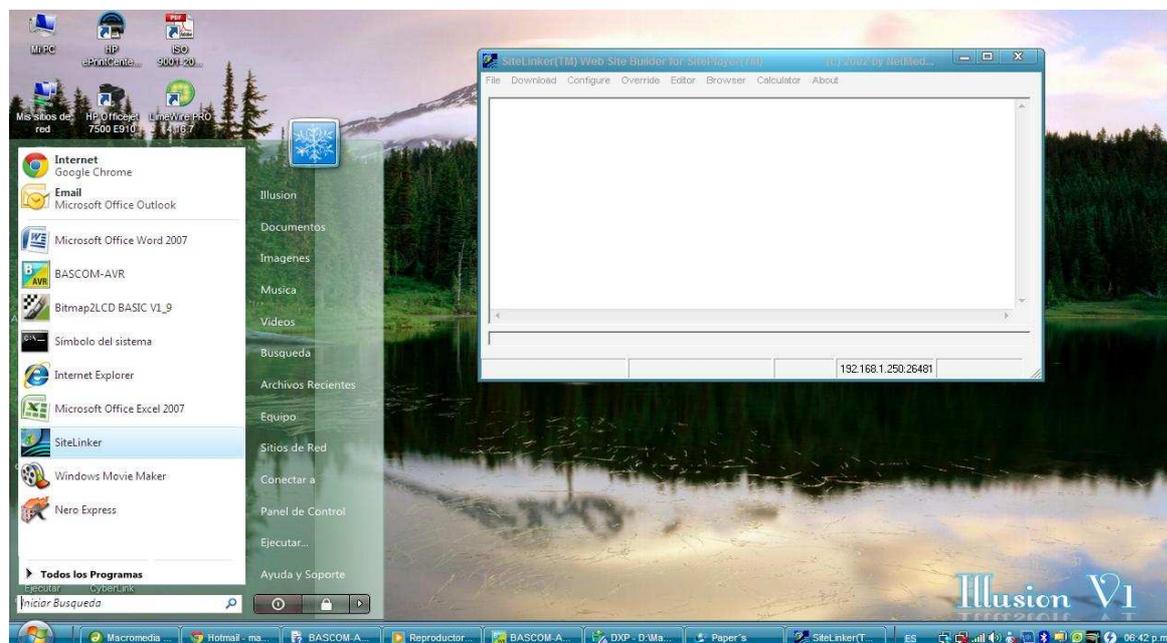
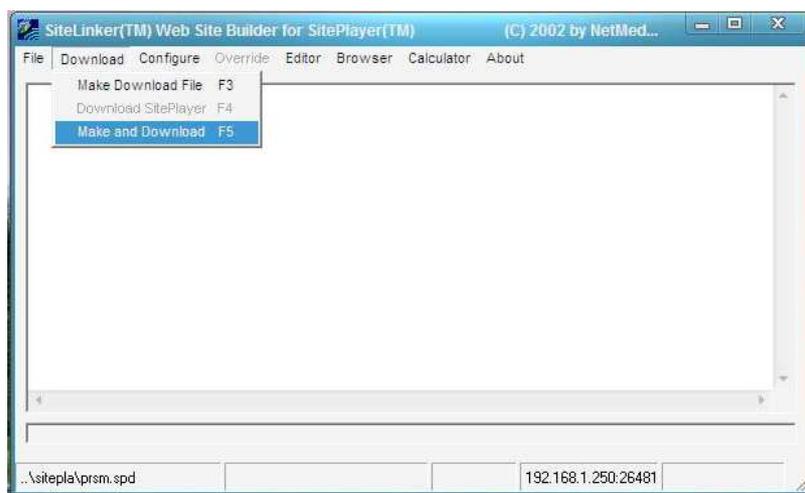


Figura 3. 9Apertura del módulo para descargar el programa



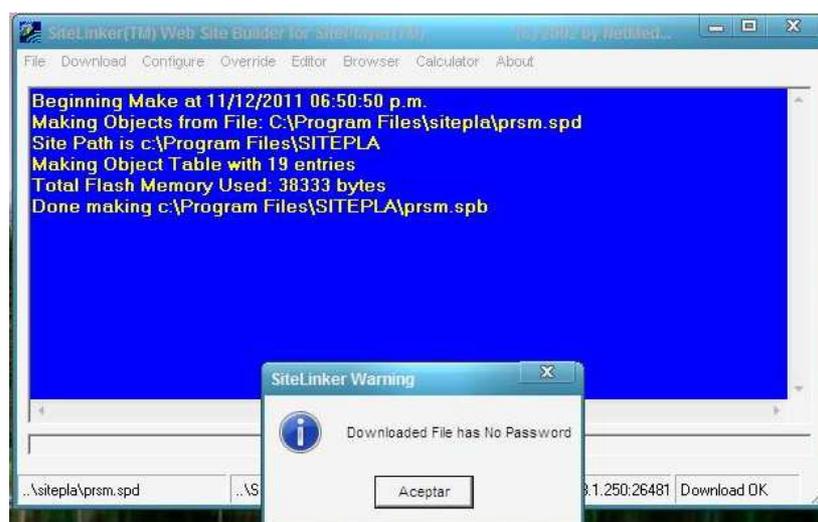
**Figura 3. 10** Selección del fichero SPD.



**Figura 3. 11** Transformación el fichero anterior a hexadecimal y confirmación que la extensión no excede los 41kbytes de memoria.



**Figura 3. 12** Confirmación del tamaño del fichero disposición final para inicio de descarga



**Figura 3. 13** Descarga exitosa en el Web Server

### **3.7 OBTENCIÓN DE RESULTADOS DEL MÓDULO DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN**

En este capítulo se muestra el prototipo terminado y las pruebas que se realizaron sobre el mismo, así como se describen los costos del proyecto.

Las pruebas realizadas tienen como propósito mostrar el correcto funcionamiento del módulo, para este efecto se puede ver en el LCD la temperatura presente que existe en el ambiente que se está monitoreando así como el control automático y manual que se realiza a través de la internet utilizando la página Web.

### 3.7.1 MONITOREO Y CONTROL MANUAL DEL MÓDULO DE CALEFACCIÓN

#### 3.7.1.1 Monitoreo

Al iniciar el funcionamiento del sistema en el prototipo existen 2 opciones manual y automático como se puede observar en la figura 3.14, en la primera opción el sistema tiene la única funcionalidad de monitorear la temperatura ambiente siendo la perilla del radiador el único control al que el usuario puede tener acceso, es decir el módulo se convierte en un instrumento de monitoreo de temperatura.



Figura 3. 14Opciones de operación del Módulo

#### 3.7.1.2 Control manual a través del interfaz web

En el interfaz web existe la opción de prender o apagar remotamente el radiador utilizando el modo manual como se muestra a continuación en la Figura 3.15



Figura 3. 15Modo Manual

Cuando el cambio es manual en la página Web este cambia de la misma manera en el módulo así pues se establece la temperatura del ambiente que se desea controlar.

### 3.7.2 MONITOREO Y CONTROL AUTOMATICO DEL MODULO DE CALEFACCION A TRAVEZ DE LA INTERFAZ WEB

#### 3.7.2.1 Control Automático

Al inicio de la operación del prototipo se dispone de dos opciones manual y automático en la segunda alternativa el sistema funciona como un módulo de automatización del sistema de calefacción, como se muestra en la Figura 3.16. Es decir se tiene la alternativa de ingreso de la temperatura ambiente máxima a la cual se desea tener la habitación o ambiente físico donde se va implementar el dispositivo, como se muestra en la Figura 3.17, de igual manera la hora de encendido y apagado automático. Existe un tercer parámetro de comparación, el cual funciona como control de la temperatura máxima a la cual puede llegar el radiador, el objetivo de esta opción es salvaguardar la integridad del usuario. Este parámetro está configurado a 70 °C y solamente puede ser ingresado a través de la programación y no a través del teclado del módulo.



Figura 3. 16Modo Automático



a)



b)

Figura 3. 17a) y b) Selección de la Temperatura

Se debe tener en consideración que las mediciones de temperatura que el prototipo posee es netamente temperatura de confort y no de precisión, es decir que la temperatura de medición tiene un más menos 1 °C a la temperatura real que se puede poseer, ya que el cuerpo humano no siente la diferencia de 1 °C en el ambiente.

### 3.7.2.2 Monitoreo a través del Sistema Web

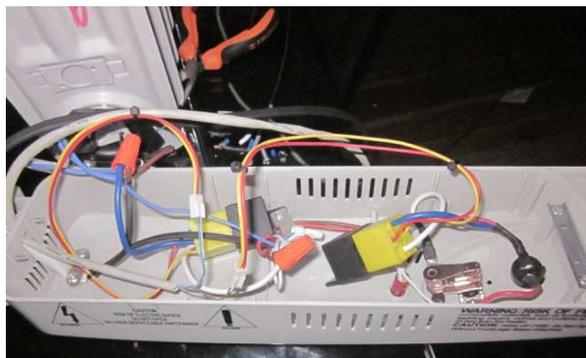
La interfaz web posee una página en la cual se muestra el estado de encendido o apagado del radiador y la temperatura ambiente a la cual se encuentra.

En la figura 3.18 se muestra el módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción funcionando en conjunto con el calefactor que se usó para la construcción del proyecto.



**Figura 3. 18**Módulo del monitoreo y control del sistema de calefacción.

Al momento de realizar el prendido y apagado del calefactor por medio de la página Web se observa que actúan los relés que se incorporaron dentro del calefactor para poder realizar el control manual y el control automático dependiendo de lo que se necesite, como se observa en la figura 3.19 a), b) y c)



a) Relés instalados en el calefactor.



b) Selección del control manual o automático.



c) Selección del control manual

Figura 3. 19Funcionamiento de los relés

En la figura 3.20 se presenta la temperatura que se mide en el ambiente y se muestra en el LCD es la misma que se muestra en la página Web.



**Figura 3. 20** Temperatura ambiente que se muestra en el LCD y la página Web.

En la figura 3.21 se muestra como al realizar el encendido o apagado del sistema de calefacción este lo ejecuta y se visualiza en el LCD así como la temperatura que en ese momento se encuentre en el ambiente que se esté monitoreando.



**Figura 3. 21** Encendido y Apagado del módulo desde el sistema de calefacción

## **3.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÓDULO DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE CALEFACCION**

### **3.8.1 VENTAJAS**

El control y monitoreo del módulo de calefacción presenta como ventaja el hecho de ser controlado desde cualquier punto que se tenga acceso a la Internet a través de la página web que se encuentra dentro del web server.

El módulo al tener un control automático permite mantener la temperatura del radiador dentro de un rango lo que precautela la seguridad de alguna persona que pudiera encontrarse cerca del radiador y tener algún accidente de quemaduras.

El módulo al ser de tamaño compacto no requiere de mucho espacio por lo que se puede colocar en casi cualquier sitio a vista de los usuarios que necesiten tener acceso al mismo.

Al utilizar la internet como plataforma para el envío de datos se ahorra en costos debido a que no necesitamos enlaces dedicados como punto a punto para poder acceder al módulo de forma remota.

### **3.8.2 DESVENTAJAS**

Las aplicaciones que pueden ser presentadas dentro de la interfaz Web del módulo se ven limitadas por el espacio de memoria que posee el Web Server.

Cualquier cambio que se requiera en el módulo se lo debe hacer por medio de cable de consola ya que la comunicación que utiliza la plataforma de la Internet usa el protocolo IP el mismo que no tiene una confiabilidad del 100% al momento de entregar la información que se desea entregar, siendo esto un problema si se produce un corte durante los cambios que se realicen dentro del software del módulo.

## **3.9 APLICACIONES DEL MÓDULO DE MONITOREO Y CONTROL DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN**

El módulo puede ser usado en diferentes ambientes que necesiten un control de temperatura dependiendo del tipo de necesidades que se presenten, pudiendo ser estos:

- Cuartos de servidores donde el sistema de calefacción es fundamental para mantenerlos operando dentro de los rangos de temperatura especificados por los fabricantes, y que en ciertos casos el acceso a los mismos es complicado siendo el control a distancia una solución eficaz.
- Cuartos de hospitales donde la temperatura para los pacientes debe ser en muchos casos diferenciada como es el caso de una sala de recién nacidos.

- Acuarios debido a que la temperatura es diferente para diversas especies marinas, motivo por el cual se necesita un control y monitoreo de los diversos estanques donde se tiene a la fauna marina.
- Industrias que trabajan las 24 horas del día donde se cumple turnos nocturnos y de madrugada y se necesita de un ambiente de confort establecido para el personal que se encuentra laborando dentro de ese periodo de tiempo.

### 3.10 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El proyecto en su construcción utilizó los elementos que se presentan a continuación en la tabla 3.1 muchos de los cuales se los encontró en el mercado local y otros tuvieron que ser importados del exterior, en dicha tabla además se presenta el costo de cada uno de ellos.

Cabe indicar que al referirse al costo del proyecto, se presenta en la tabla referida exclusivamente el valor que involucró la adquisición de los componentes; es decir, no se ha considerado los costos que involucra su desarrollo en cuanto a la ingeniería del mismo.

<b>Módulo de Monitoreo y Control del Sistema de Calefacción</b>			
Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Total
Circuito Impreso 1 (Placa madre)	1	40	40
Circuito Impreso 2 (Web Server)	1	25	25
Circuito Impreso 3 (Teclado)	1	25	25
Microcontrolador ATMEGA 16	1	8	8

Indicador de Cristal Líquido (LCD)	1	8	8
LM353	2	1	2
DS1307 (Reloj en tiempo real )	1	3	3
Opto Transistor	2	0.80	1.60
Resistencias	33	0.03	0.99
Diodo Led	3	0.25	0.75
Diodo 1N4148	2	0.10	0.20
Diodo Silicon	3	0.12	0.36
Resistencias de Precisión	4	0.40	1.60
Capacitores	8	0.10	0.80
Oscilador de Cristal	2	0.90	1.80
Transistor	1	0.15	0.15
Relé Simple	2	4	8
Regulador de Voltaje	2	0.55	1.10
Pulsador	13	0.25	3.25
Conector de 40 Pines	1	2	2
Conector de 16 Pines	2	1.20	2.40
Conector de 12 Pines	1	1	1
Conector de 6 Pines	1	0.70	0.70
Conector de 4 Pines	2	0.60	1.20
Conector de 2 Pines	2	0.40	0.80
Zócalo de 40 Pines	1	0.40	0.40
Zócalo de 8 Pines	2	0.12	0.24

Zócalo de 6 Pines	2	0.12	0.24
Módulo Web Server	1	70	70
Adaptador LF1S022	1	30	30
Calefactor de Aceite	1	60	60
Caja Plástica	1	8	8
Fuente de Alimentación	1	20	20
Cable de Consola	1	10	10
Cable de 16 hilos	1	2.80	2.80
Cable de Audio	1	1.80	1.80
Cable Espagueti	1	1.20	1.20
Pila	1	1	1
PortaPila	1	0.75	0.75
Rollo de suelda	1	3.33	3.33
TOTAL			348.46

**Tabla 3. 1**Costo del Proyecto

## **CAPÍTULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

El módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción constituye una herramienta que puede ser utilizada por cualquier empresa o persona que necesite monitorear y controlar la temperatura de un ambiente específico de forma remota mediante la internet utilizando una página Web.

El módulo permite un ahorro de energía debido a la automatización y control que al tener una temperatura dentro de un rango determinado, determina que el calefactor, sólo funcione dentro de intervalos de tiempo establecidos.

El módulo de monitoreo y control del sistema de calefacción está enfocado a temperaturas de confort por tanto para donde se encuentran seres vivos, y no para ambientes donde se pueda necesitar una precisión de temperatura, como pueden ser procesos de manufactura de medicinas.

La página Web creada como interfaz del módulo con el usuario se ve limitada en su diseño debido a las características que presenta el web server que no permite exceder 45 kbytes de memoria.

La página Web permite interactuar al usuario en tiempo real para esto se cuenta con el reloj DS1307 que se encuentra en la placa madre de acuerdo con los datos del fabricante el mismo garantiza una confiabilidad a largo plazo preparado para ofrecer la hora hasta el año 2100.

El módulo para ser monitoreado a través de la internet necesita poseer una IP pública que permita la conexión con el web server, esta IP pública será asignada por el

proveedor de servicios de internet, sin embargo para acceder al módulo se le puede configurar una IP privada y de esta forma tener acceso desde una red local.

El web server al ser orientado a una función específica dentro de un determinado prototipo constituye un ahorro al momento de realizar una producción a gran escala de este prototipo, debido a que no necesita tener la infraestructura que un web server normal requeriría.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

Es recomendable al momento de realizar las placas donde se incorporan los elementos que constituyen un prototipo realizarlas en doble lado, para que las pistas tengan mayor superficie y de tal manera evitar las corrientes parasitas que se puedan generar; huecos metalizados, para evitar hacer puentes con pedazos de cables que puedan generar algún tipo de cortocircuito y antisolder que es una película que se distribuye sobre la superficie de la placa y que es de mucha utilidad al momento de realizar la suelda de los elementos para evitar que residuos de estaño caigan sobre pistas adyacentes y generen problemas.

Se recomienda el uso de seguridades como un firewall en el caso de que el prototipo se encuentre formando parte de un sistema inteligente para evitar acceso a usuarios que no tengan los permisos necesarios.

Se recomienda que para un uso comercial del prototipo se utilice un web server con mayor capacidad de memoria para que de esta manera poder brindar más aplicaciones a las que se puedan acceder desde la página Web.

El módulo puede ser empleado dentro del campo de la domótica siendo parte de un sistema inteligente que permita la gestión de la calefacción de una casa inteligente para el uso de personas de una forma cómoda.

Se recomienda que para acceder al programa que se encuentra en el microprocesador del módulo y se requiera actualizar el firmware, se lo haga vía consola por medio del puerto Ethernet ya que si se lo realiza por medio de la internet de forma remota podría

sufrir un corte en el envío de la información lo que generaría que el programa no se descargue con los nuevos cambios, quedando inhabilitado o con su funcionamiento erróneo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. [http://www.ingenieriahexar.com.ar/?page\\_id=424](http://www.ingenieriahexar.com.ar/?page_id=424)
2. <http://www.ivica-novakovic.from.hr/KeyLock-eng.htm>
3. [http://www.superrobotica.com/download/S310255/SPK1\\_Quick\\_Start\\_Guide.pdf](http://www.superrobotica.com/download/S310255/SPK1_Quick_Start_Guide.pdf)
4. <http://todoelectronica.com/siteplayer-server-servidor-ethernet-p-4055.html>
5. [http://www.superrobotica.com/download/S310255/SitePlayer\\_SP1.pdf](http://www.superrobotica.com/download/S310255/SitePlayer_SP1.pdf)
6. [http://nethome.blogspot.com/2005\\_07\\_01\\_archive.html](http://nethome.blogspot.com/2005_07_01_archive.html)
7. <http://netmedia.com/siteplayer/webserver/documents.html>
8. [http://www.ringolake.com/pic\\_proj/Siteplayer/SP\\_index.html](http://www.ringolake.com/pic_proj/Siteplayer/SP_index.html)
9. [http://www.datasheetcatalog.org/datasheets2/11/118577\\_1.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheets2/11/118577_1.pdf)
10. <http://es.wikipedia.org/wiki/Microprocesadores>
11. [http://www.mikroingenieria.uni.cc/Microcontrolador\\_ATMEGA8\\_3.html](http://www.mikroingenieria.uni.cc/Microcontrolador_ATMEGA8_3.html)
12. <http://www.neoteo.com/ds1307-reloj-en-tiempo-real-con-18f2550>