



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD CULHUACAN

## **“SISTEMA REMOTO DE MONITOREO Y CONTROL EN CASA HABITACIÓN”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

PRESENTA:

**CÉSAR DANIEL VACA SÁNCHEZ**

ASESORES:

ING. FERMÍN VALENCIA FIGUEROA

M. EN C. MARIO PONCE FLORES



MEXICO D.F.,

JULIO 2014



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD CULHUACAN**

**TESIS INDIVIDUAL**

Que como prueba escrita de su Examen Profesional para obtener el Título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, deberá desarrollar el C.:

**CÉSAR DANIEL VACA SÁNCHEZ**

**“SISTEMA REMOTO DE MONITOREO Y CONTROL EN CASA HABITACIÓN”**

En la actualidad las personas que viven en zonas urbanas, sobre todo aquellas con un alto índice de población, llevan un ritmo de vida acelerado, situación que tiende a generar descuidos en las actividades realizadas y en especial a comprometer la seguridad de sus pertenencias debido a los altos niveles de delincuencia. Lo que conlleva a un aumento de los niveles de estrés propiciando así la falta de concentración en el desarrollo de sus actividades cotidianas. En este sentido, es importante la aplicación de herramientas tecnológicas, que puedan aportar a disminuir este efecto. Por ello, se pretende diseñar un sistema domótico de bajo costo, enfocado a la vigilancia del hogar mediante el monitoreo de parámetros de acceso y el control de luces vía internet, para la simulación de presencia y ahorro de energía. Finalmente el sistema busca evitar la necesidad de contratación de sistemas de monitoreo sofisticados y de costo elevado, otorgando al usuario un control del sistema sin intermediarios y de esta forma brindar la capacidad de vigilancia de sus pertenencias sin la intervención de personas ajenas y sin la obligación del pago de una renta periódica.

**CAPITULADO**

Capítulo 1 Antecedentes de los sistemas domóticos  
Capítulo 2 Elementos fundamentales de un sistema remoto vía internet  
Capítulo 3 Diseño y construcción del sistema de monitoreo y control  
Capítulo 4 Pruebas y resultados del sistema

México D. F., a 29 de mayo del 2014

**PRIMER ASESOR:**

**SEGUNDO ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
ING. FERMÍN VALENCIA FIGUEROA

**Vo. Bo.**

\_\_\_\_\_  
M. en C. MARIO PONCE FLORES

**APROBADO**

\_\_\_\_\_  
M. en C. ANTONIO ROMERO ROJANO  
JEFE DE LA CARRERA DE I.C.E.

\_\_\_\_\_  
M. en C. HECTOR BECERRIL MENDOZA  
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



## DEDICATORIA

A ustedes que han hecho todo en la vida para que pudiera alcanzar mis sueños, por motivarme y alentarme en los momentos en que la inseguridad y el miedo se apoderaban de mí, a ustedes por siempre, mi amor.

**Mamá y Papá:**

**María del Carmen Sánchez Moya y Jesús Vaca Sánchez**

Para las personas que han significado el mejor ejemplo de vida, mi deseo y mi fuerza.

**Abuela y Abuelo:**

**Yolanda Moya Rojas y José Arturo Sánchez Navarrete**



# **AGRADECIMIENTOS**

## **A Dios...**

Por darme la sabiduría y fuerza para alcanzar este logro

## **Al IPN...**

Por brindarme un camino hacia el éxito y el gozo intelectual

## **A la ESIME...**

Por brindarme un lugar donde volver los sueños realidad

## **A mis Asesores...**

Por su guía, paciencia, entrega y todos esos invaluable consejos a lo largo de este arduo trabajo

## **A mi Familia...**

Por su apoyo incondicional para seguir adelante y hacer posible la culminación de este sueño



# ÍNDICE

<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>I</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>III</b>
<b>Capítulo 1 Antecedentes de los Sistemas Domóticos</b>	<b>1</b>
<hr/>	
1.1. Introducción	1
1.2. Historia	1
1.3. Sensores	3
1.4. Internet	4
1.4.1. Origen	4
1.4.2. Impacto mundial de Internet	5
1.4.3. Impacto de Internet en sistemas de seguridad	6
1.5. Domótica	7
1.5.1 Bases tecnológicas	8
1.5.2 Evolución mundial de la domótica	9
1.5.3 La domótica en sistemas de seguridad	10
1.6. Sistemas de seguridad vía internet (Actuales)	10
1.6.1. Alarmas System Safety México (SSM)	11
1.6.2 Telesentinel	13
1.6.3 Electrónica y Alarmas de Seguridad Integral	14
1.6.4 Seguridad Global	15
1.6.5. Infinitum Videocam	16
1.6.6 Trabajos en Desarrollo	17
<b>Capítulo 2 Elementos Fundamentales de un Sistema Remoto Vía Internet</b>	<b>19</b>
<hr/>	
2.1. Introducción	19
2.1.1 Descripción general del sistema	20
2.2 Ethernet	20
2.2.1 Tarjeta De Red Ethernet	21
2.3 Protocolos de comunicación de red	22
2.3.1 Protocolo TCP/IP	22
2.3.3 Direcciones IP	26
2.3.4 Asignación IP	27

2.4	Microcontrolador	28
2.4.1	I2C (Inter-Integrated Circuit)	29
2.4.2	SCI (Serial Communication Interface)	29
2.4.3	SPI (Serial Peripheral Interface)	30
2.5	Lenguajes de programación	31
2.5.1	Lenguaje C	31
2.5.2	AJAX	32
2.5.3	HTML	34
2.5.4	JavaScript	34
2.6	Monitoreo y Control	35
2.6.1	Sensores y Actuadores	35
2.6.2	Acoplamiento de Señales	36
<b>Capítulo 3 Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control</b>		<b>39</b>
3.1.	Introducción	39
3.1.1	Descripción general del sistema	39
3.1.2	Diagrama a bloques del sistema	41
3.2.	Diseño del Sistema	45
3.3	Primer Bloque: Interfaz Gráfica	50
3.3.1	Funciones Principales JAVASCRIPT	51
3.3.2	Estructura HTML	57
3.3.3	Conversión de la interfaz	60
3.4	Segundo Bloque: Etapa De Control	61
3.4.1	Descripción de la Tarjeta PICDEM.net 2	62
3.4.2	Diseño del proyecto de programación	65
3.4.3	Programación del sistema	69
3.4.4	Conexión del sistema a la red	70
3.4.5	Configuración IP	72
3.4.6	Proceso de comunicación red LAN	75
3.4.7	Configuración red WAN	76
3.4.8	Cámara IP	77
3.4.9	Configuración de acceso al sistema	78
3.5	Tercer bloque: Etapa de Sensado	79
3.5.1	Monitoreo de posición	79
3.5.2	Monitoreo de luz	81
3.6	Cuarto bloque: Etapa de Potencia	86
3.6.1	Diseño del circuito accionador	86

<b>Capítulo 4 Pruebas y Resultados del Sistema</b>	<b>91</b>
4.1. Introducción	91
4.2. Pruebas de Funcionamiento	91
4.2.1 Circuitos Actuadores	91
4.2.2 Circuitos de Monitoreo	93
4.3. Pruebas de Programación	96
4.3.1 Interfaz Gráfica	97
4.3.2 Microcontrolador	99
4.4. Pruebas de Comunicación	100
4.5. Pruebas de Funcionamiento General	101
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>107</b>



# ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## Tablas

---

Tabla 2.1 “Clases de direcciones IPv4”	27
Tabla 3.1 “Microcontroladores con capacidad de comunicación Ethernet”	45
Tabla 3.2 “Controladores Ethernet”	47
Tabla 3.3 “Características de demanda elementos de potencia”	86
Tabla 4.1 “Comparativo datos medidos - calculados”	92
Tabla 4.2 “Resultados obtenidos por cada función de la interfaz gráfica”	97
Tabla 4.3 “Características de las señales captadas y generadas por el microcontrolador”	100
Tabla 4.4 “Resultados obtenidos de la prueba de comunicación de red”	101

## Figuras

---

Figura 1.1 “Nivel de usuarios de los años 2011 y 2012 según sus edades”	5
Figura 1.2 “Principales usos de internet”	6
Figura 1.3 “Logotipo y presentación de SSM”	11
Figura 1.4 “Diagrama del funcionamiento y elementos de las alarmas ofrecidas por SSM”	13
Figura 1.5 “Logotipo e Imagen de Telesentinel”	14
Figura 1.6 “Logotipo y eslogan de la compañía Electrónica y Alarmas”	15
Figura 1.7 “Logotipo de la empresa Seguridad Global”	16
Figura 1.8 “Logotipo de infinitum videocam”	16
Figura 2.1 “Diagrama general de un sistema remoto de monitoreo y control”	19
Figura 2.2 “Características de Ethernet”	21
Figura 2.3 “Semejanza entre capas del modelo TCP/IP y OSI”	23
Figura 2.4 “Trama de datos comunicación SCI”	30
Figura 2.5 “Bus de comunicación SPI”	30
Figura 2.6 “Partes principales de un programa en C”	32
Figura 2.7 “Logotipo lenguaje AJAX”	33
Figura 2.8 “Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX”	33
Figura 2.9 “A.O Configuración Seguidor de Voltaje”	36
Figura 2.10 “Amplificador en configuración: Comparador”	37
Figura 3.1 “Diagrama a Bloques”	42
Figura 3.2 “Interfaz de comunicación controlador ENC28J60”	47

Figura 3.3 “Conexión para comunicación Ethernet de la tarjeta PICDEM.net 2 ”	48
Figura 3.4 “Diagrama de Flujo del Sistema”	50
Figura 3.5 “Página web precargada de fábrica”	51
Figura 3.6 “Función de seguridad contenida en un archivo Jason”	55
Figura 3.7 “Diseño base de la página web”	57
Figura 3.8 “Comportamiento de la Interfaz Gráfica; diseño final”	58
Figura 3.9 “Panel de Acceso”	59
Figura 3.10 “Panel General de Control”	59
Figura 3.11 “Símbolo del sistema, ejecución del MPFS.exe”	60
Figura 3.12 “Proceso de conversión de la página web a un archivo C”	61
Figura 3.13 “Tarjeta PICDEM.net 2	62
Figura 3.14 Elementos del PICDEM.net 2	63
Figura 3.15 “Software y proyecto de programación usado”	65
Figura 3.16 “Definición del nombre de la página principal del sistema”	67
Figura 3.17 “Programación de la acción de los actuadores del sistema”	67
Figura 3.18 “Definición del pin destinado para cada variable del sistema”	68
Figura 3.19 “Mensaje de compilación correcta del proyecto”	68
Figura 3.20 “PICkit 2 de Microchip”	69
Figura 3.21 “Pines de conexión del PICKIT 2”	69
Figura 3.22 “Conexión directa a la red”	70
Figura 3.23 “Conexión a través de un sistema anfitrión”	71
Figura 3.24 “Dirección para ingresar a la configuración del router”	72
Figura 3.25 “Configuración de asignación IP en el router”	72
Figura 3.26 “Configuración IP del sistema anfitrión”	73
Figura 3.27 “Respuesta a la asignación de una IP fija”	74
Figura 3.28 “Menú de configuración del PICDEM.net 2 con el Hyperterminal”	75
Figura 3.29 “Proceso de comunicación del sistema en una red LAN”	76
Figura 3.30 “Configuración del redireccionamiento del puerto 80”	77
Figura 3.31 “Ingreso al sistema mediante la dirección IP del router”	77
Figura 3.32 “Cámara Axis 1004W”	77
Figura 3.33 “Configuración de IP mediante el programa IP Utility”	78
Figura 3.34 “Configuración de dominio servicio NO-IP”	79
Figura 3.35 “Esquema de un interruptor magnético normalmente abierto”	80
Figura 3.36 “Circuito de monitoreo de posición de puerta y ventana”	80
Figura 3.37 “Diseño de PCB del circuito de monitoreo de puerta y ventana”	81
Figura 3.38 “Esquema Fototransistor con o sin terminal de base”	82
Figura 3.39 “Circuito de monitoreo de luz”	83
Figura 3.40 “Circuito de monitoreo de luz (etapa de comparación)”	84
Figura 3.41 “Circuito de monitoreo de luz”	85
Figura 3.42 “Diseño de PCB circuito de monitoreo de luz”	85

Figura 3.43 “Etapa elevadora de corriente”	87
Figura 3.44 “Etapa relevadora de energía”	88
Figura 3.45 “Circuito de potencia, control luz y puerta”	89
Figura 3.46 “Especificaciones de dimensión del relevador”	89
Figura 3.47 “Diseño del relevador en ARES”	90
Figura 3.48 “Diseño del PCB de los circuitos accionadores”	90
Figura 4.1 “Circuito actuador para lámpara y puerta”	92
Figura 4.2 “Circuito de monitoreo de posición”	93
Figura 4.3 “Prueba básica sensor de posición”	93
Figura 4.4 “Voltaje de salida con sensor en conducción”	94
Figura 4.5 “Voltaje de salida con sensor abierto”	94
Figura 4.6 “Circuito básico de prueba del fototransistor”	95
Figura 4.7 “ Fototransistores para luz infrarroja (negro) y para luz visible (transparente)”	96
Figura 4.8 “Circuito de monitoreo de luz”	96
Figura 4.9 “Mensaje de error en el acceso al sistema”	97
Figura 4.10 “Mensajes de bienvenida a los usuarios”	98
Figura 4.11 “Vínculos incluidos en la interfaz gráfica”	98
Figura 4.12 “Mensaje de tiempo de sesión agotado”	99
Figura 4.13 “Mensaje de cierre de sesión”	99
Figura 4.14 “Panel general al momento de cerrar sesión”	99
Figura 4.15 “Conexión a la tarjeta de los circuitos actuadores y de sensado”	101
Figura 4.16 “Conexión del Sistema Remoto completo”	102



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tomando como punto de partida la época actual y analizando a ciudades muy pobladas, encontramos a la Ciudad de México, en donde estudios han revelado que el nivel de estrés en las personas aumenta<sup>[1]</sup> debido a la inseguridad del ambiente en el que se desenvuelven. Este fenómeno hace que se adopte un ritmo de vida acelerado, lo cual conlleva inevitablemente a un aumento en sus niveles de estrés (principalmente en el ámbito laboral y escolar), reduciendo su nivel de concentración y afectando considerablemente su calidad de vida.

Este estilo de vida acelerado tiene un impacto muy negativo en el hogar y en las actividades cotidianas que ahí se desarrollan, haciendo muy común que por la prisa, las personas olviden apagar una luz, cerrar una ventana, o en ocasiones hasta cerrar correctamente la entrada principal de su hogar. Dichos factores ponen en riesgo la integridad del hogar y aunado a esto, un consumo innecesario de energía el cual repercute seriamente en la economía del usuario, así como en el grave problema mundial que es el calentamiento global.

Es aquí donde encontramos que para la mayoría de las personas es una prioridad mantener seguro su hogar y dado el alto índice de delincuencia que existe en el Distrito Federal y zonas conurbadas, se vean forzados a contratar sistemas de seguridad o en el peor de los casos dejar el hogar desprotegido ante cualquier amenaza.

Los sistemas de seguridad comerciales además de ser muy sofisticados, son extremadamente costosos tanto en instalación como en mantenimiento, sin mencionar, que estos sistemas no poseen una amplia área de cobertura en cuanto a comunicación, y es que la mayoría de ellos solo monitorean y alertan en el área donde son implementados, de modo que solo sirven como un sistema local y de alerta inmediata, lo cual hace al sistema muy reducido. Por dichas desventajas es común que no resulten útiles al 100% para muchos usuarios y consecuentemente no puedan tener la satisfacción deseada, trayendo como resultado que el usuario no esté completamente tranquilo al respecto, agravando sus problemas de estrés y concentración, además de la impotencia que esta les pueda representar.

---

[1] Vargas Ivonne, Enero 2011, Artículo: "La Inseguridad Eleva el estrés en México", Revista Virtual CNN

# JUSTIFICACIÓN

Las posibilidades tecnológicas actuales proveen miles de herramientas cuyo fin es satisfacer una necesidad o hacer de las tareas diarias una actividad menos complicada, siendo en sociedad donde estos recursos adquieren mayor importancia por el impacto que tiene en ella, ya sea positiva o negativa.

Pensando en un impacto positivo y tratando de unir elementos esenciales, se realizará un sistema remoto (sistema local de trabajo conectado a cualquier tipo de red física utilizando comunicación TCP/IP<sup>[2]</sup>) de monitoreo y control de los principales parámetros de seguridad en casa habitación: posición de puerta, ventana y el control de una luz.

Dicho sistema estará conectado permanentemente a internet de tal modo que se tendrá la capacidad de estar monitoreando el hogar en tiempo real mediante una interfaz gráfica, la cual consistirá en botones virtuales y un panel de monitoreo, el cual brindara al operador con la capacidad de interactuar con dicho sistema, controlando a voluntad los parámetros de seguridad.

La interfaz será desarrollada por medio de una página web, pensando en la característica de universalidad, la cual es un medio que no limita el uso del sistema de vigilancia a un perímetro determinado, ni a una sola aplicación o sistema operativo exclusivo de un dispositivo móvil, sino que ofrece la capacidad de usarlo desde cualquier lugar, mediante cualquier aparato capaz de acceder a esta red.

Finalmente, recordando que la seguridad del hogar siempre será una prioridad, este sistema será apto para reducir los niveles de estrés, aumentando la concentración y tranquilidad en el usuario, siendo fundamentado por la posibilidad de que con tan solo un clic se puedan accionar los dispositivos de seguridad requeridos, o en otro sentido, tener la oportunidad de accionar una alarma silenciosa que dé aviso a las autoridades o a alguien que pueda auxiliar el hogar en caso de que algún intruso amenace la integridad de éste. Factor que se complementa con la capacidad de ahorro de energía eléctrica, el cual se logra mediante el control de luminarias en el sistema, logrando con ello no incurrir en un gasto excesivo de luz, apoyando la economía del usuario y ayudando a combatir el grave problema del calentamiento global.

---

[2] ORACLE, «Oracle,» “Guía de administración de un sistema remoto”, Agosto 2011, pág. 619

# OBJETIVOS

El presente trabajo busca la solución del problema planteado anteriormente, mediante el uso de herramientas tecnológicas que además de resultar útil al usuario, logren en este una sensación de tranquilidad que le permita un mejor desarrollo personal. En este sentido el objetivo general de este trabajo es:

Diseñar e implementar un sistema remoto de monitoreo y control de luces, ventanas y cerradura eléctrica de una casa habitación por comunicación vía internet, usando redes LAN y WAN.

El cual a su vez se describe en los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar los circuitos electrónicos de sensado, encargados de monitorear las luces y el estado de puertas y ventanas
- Diseñar los sistemas de potencia, para la manipulación de la cerradura eléctrica y luminarias.
- Comunicar la tarjeta Ethernet con el microcontrolador
- Programar y diseñar la interfaz gráfica mediante una página web
- Encriptar la página web como medio de seguridad (Agregar usuario y contraseña)
- Realizar la traducción de lenguaje HTML a lenguaje C de la página web para cargarla a la tarjeta PICDEM.net 2
- Realizar la programación de un microcontrolador para el monitoreo y control de los parámetros de vigilancia
- Configurar el acceso para red LAN y red WAN
- Conectar una fuente auxiliar de energía como medio de protección ante algún corte en el suministro.



# Capítulo 1

## ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS

### 1.1. Introducción

Los sistemas de seguridad actuales han sufrido una increíble evolución con respecto a su origen, mucho de esto debido a su característica de conjuntar distintos dispositivos tecnológicos. Los cuales de manera independiente, pero fundamental, han influido para lograr la evolución mencionada y la aceptación actual de estos mismos. Es así que en este capítulo se describen brevemente sus orígenes, los principales factores que los conforman y las herramientas actuales con las que interactúan.

### 1.2. Historia

Desde sus orígenes el hombre siempre ha tenido la necesidad de protección, ya sea que se hable de su propia integridad, tal y como lo plantea Maslow en el segundo nivel de su pirámide, o la de sus pertenencias. Esta necesidad ha llevado a ser de la seguridad una importante prioridad en su vida y de ahí que ésta haya sufrido tantos cambios a lo largo del tiempo.

El origen de los primeros sistemas de seguridad se remonta a la aparición de los primeros homínidos hace 2.5 millones de años (Homo Habilis) durante el periodo de tiempo denominado "Prehistoria". Sistemas basados en la protección mutua que se daba entre los miembros de una manada. Sin embargo, la primera evolución de los sistemas de

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

seguridad sucedió hasta que el hombre se convirtió en un ser sedentario (periodo formativo del 4000 a.C al 500 a.C), siendo el punto exacto en que las técnicas aplicadas ya no solo se orientaban a la seguridad de los miembros, sino que ahora se enfocaban a vigilar la integridad de sus pertenencias.

Aun con este cambio los sistemas de seguridad no sufrieron una gran modificación debido a que consistían en simples personas que fungían como guardias, y en quienes caía la responsabilidad de la integridad de las pertenencias. Sin embargo, la evolución exponencial del hombre y su capacidad de socialización trajo consigo su refinación y con ello las primeras civilizaciones (Civilización Mesopotámica 6000 a.C). Civilizaciones dentro de las cuales estos modelos tan básicos de seguridad se convirtieron en complejos sistemas que sin perder su esencia (basados en personas), velarían por la seguridad de personas con altos estatus social, o de ciertas pertenencias guardadas en una habitación o bodega. El desarrollo de civilizaciones fue la época que introdujo como medio de seguridad los primeros elementos físicos de alarma (campanas, antorchas, espejos), los cuales se entienden como una forma de comunicación mediante la transmisión de un sonido o de una luz a una cierta distancia.

Con la evolución social y con ella el de los conocimientos fue que surgieron los primeros sistemas mecánicos (Origen de la Rueda, 4800 a.C) capaces de sustituir a una persona como medio de vigilancia. Los sistemas mecánicos implementados en este campo tenían un rango muy amplio de aplicación y existían desde sistemas muy básicos basados en un hilo tensado conectado a una campana, hasta sistemas muy complejos con poleas y balanzas capaces de accionar grandes campanas o de encender una o varias antorchas. A pesar de la posibilidad de poder sustituir a las personas y hacer de los sistemas de seguridad un proceso semiautomático, los sistemas mecánicos no fueron el parámetro que trajo el mayor cambio en el ámbito de seguridad, sino que fue hasta la introducción de la electricidad, por medio de circuitos eléctricos cuando se logró automatizar por completo dichos sistemas, además de ampliar enormemente el campo de vigilancia ya que éstos no se limitaban a ciertos parámetros físicos ni a una distancia determinada.

La electricidad apareció por primera vez con Tales de Mileto por los años 600 a.C, pero no fue hasta después de la Revolución Industrial (siglo XVIII) cuando se logró su completa comprensión y aplicación.

Posteriormente el trabajo de grandes investigadores (cuyos inventos y desarrollos en el campo de la electricidad, han sido la base de la tecnología actual) permitió un cambio

significativo en los métodos de accionamiento de las alarmas así como en la forma en que alertaban a los usuarios. Es decir, con las características de la electricidad las antiguas antorchas se convirtieron en focos, las campanas pasaron a código morse, telégrafo, teléfono o hasta altavoces. Elementos que han sido la base fundamental de los sistemas de seguridad actuales, los cuales además de ser completamente automáticos han permitido ir ampliando los horizontes a los que éstos pueden llegar.

### 1.3. Sensores

**A** pesar de los beneficios brindados los sistemas de vigilancia con base en circuitos eléctricos no tenían un gran aceptación en sociedad (inicio siglo XX), esto debido a su gran tamaño y compleja instalación en ese tiempo. Estos factores permitieron que el hombre construyera dispositivos que hicieran de sus tareas algo más práctico y fácil, basándose en los principios de la electricidad pero ampliando la visión a campos nunca antes pensados. Fue así cuando nacieron las primeras máquinas y con ellas la aplicación de sensores en ellas, estos últimos según el autor Ulises Schmid<sup>[3]</sup>, se definen como: dispositivos capaces de producir una señal en respuesta a la detección o medida de una propiedad específica (variable de instrumentación), y que también se les conoce como transductores. Aunque los sensores tienen su origen desde nuestros días, debido a que el cuerpo humano posee varios de éstos, no fue hasta inicios del siglo XX, cuando estos dispositivos lograron captar una variable y de entregar una respuesta en función de la primera.

En este momento los sistemas de seguridad ya no solo estaban limitados a sistemas mecánicos ni eléctricos de accionamiento, sino que este tipo de dispositivos permitieron detectar cualquier otro tipo de variable como temperatura, humo, humedad, luz, etc., así como también su aplicación en grandes campos de la sociedad. Partiendo de esta característica pronto se logró que los sensores monitorearan cualquier tipo de variable, incluyendo parámetros mecánicos, convirtiéndose en sistemas muy sofisticados que lograron ser implementados no solo en sistemas de seguridad, un ejemplo claro de ello fue la primera cámara de televisión, realizada por Vladímir Kozmich Zvorykin en 1923, dispositivo en el cual ya se integraban distintos sensores y que también trajo una nueva visión en el campo de la seguridad, ya que posteriormente estas cámaras formarían los conocidos sistemas de seguridad de video de circuito cerrado (CCTV).

---

[3] S. Kalpakjian y S. R. Schmid, “Manufactura, ingeniería y tecnología”, México: Pearson, 2002, pág. 1051

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

Los sistemas de seguridad de circuito cerrado consisten en una o en toda una red de videocámaras enlazadas entre sí y conectadas a uno o más monitores los cuales reproducen las imágenes captadas. Estas cámaras eran posicionadas estratégicamente y su función era permitir a uno o más usuarios observar lo que sucedía en un lugar sin tener la necesidad de estar ahí. Un avance de estos sistemas fue la capacidad de almacenamiento de la información de modo que posteriormente se pudo grabar una cierta cantidad de tiempo con la finalidad de tener un registro de actividades.

### **1.4. Internet**

Internet es un acrónimo de INTERconected NETworks que significa redes interconectadas o también de INTERNational NET, que significa red internacional o mundial, y comúnmente se entiende como una "red de redes", es decir, una red que no sólo interconecta computadoras, sino que interconecta redes de computadoras entre sí.

#### **1.4.1. Origen**

Los inicios de Internet se remontan a los años 60. En plena guerra fría, Estados Unidos crea una red exclusivamente militar, con el objetivo de que se pudiera tener acceso a la información militar desde cualquier punto del país, fue así como se presenta ante la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados (ARPA) la red ARPANET (1968), como una red de conmutación de paquetes, lo cual originó que en 1973 ARPA cambiara su nombre por DARPA, agregando la D que representaba la defensa para la cual se había creado. Al inicio de este año todos los nodos y hosts de ARPANET se encontraban en territorio de los E.U.A, pero fue también en éstos cuando se crearon las primeras conexiones internacionales que llegan hasta Inglaterra y Noruega formando la red SATNET. Así mismo se crean las primeras redes Ethernet desarrolladas por la empresa Xerox y comienza el desarrollo de diferentes redes de computadoras que funcionan con tecnologías distintas lo que dificultó su intercomunicación.

Para dar solución al problema de intercomunicación entre equipos con diferentes tecnologías en el año de 1974 Vint Cerf y Bob Kahn publican una primera versión de lo que sería el Protocolo de Control de Transmisión (TCP, Transmission Control Protocol) llamada "Protocolo para Interconexión de Redes por paquetes", la cual 4 años después se separaría en dos, protocolo TCP e IP (Internet Protocol), lenguajes de comunicación que se

han establecido como normas y que garantizan la intercomunicación de los diferentes participantes, no importando la tecnología que utilicen. El protocolo TCP/IP comenzó su aplicación cuando la red ARPANET deja de funcionar por completo en 1980 debido a la propagación de un virus el día 27 de octubre. Siendo el año 1982, científicos de Noruega se conectaron a través de TCP/IP a un conjunto de redes a las que llamaron “Internets” por medio de SATNET, lo que de manera simultánea generó que ARPANET cambiara todos sus protocolos a TCP/IP, convirtiéndose con ello en la base de esta comunicación, siendo el 1 de enero de 1983 el día en que se terminó de migrar todas las redes al protocolo TCP/IP.

### 1.4.2. Impacto mundial de Internet

Internet básicamente se ha convertido en el medio de comunicación masiva más utilizado a nivel mundial. Simplemente en los estudios anuales, realizado por la World Internet Project México<sup>[4]</sup>, se muestra la importancia y el auge que ha ido tomando internet actualmente, por ejemplo en el estudio del año 2012 se observa que el número de usuarios y el área que presentó un mayor incremento del año 2011 al 2012 se encuentran entre las edades de 12 a 18 años como se aprecia en la Figura 1.1, edades que comprenden la etapa de adolescencia y en donde internet funge un papel importantísimo en la generación de su futura personalidad y en la generación de estereotipos.



Figura 1.1 “Nivel de usuarios de los años 2011 y 2012 según sus edades<sup>[4]</sup>”

[4] World Internet Project, “Estudio 2012 de hábitos y percepciones de los mexicanos sobre Internet y diversas tecnologías asociadas”, México 2012

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Así mismo en el estudio del 2013<sup>[5]</sup> se observa la tendencia de uso de este medio de comunicación, donde se reafirma el gran impacto que tienen las redes sociales como medio de comunicación (Figura 1.2).

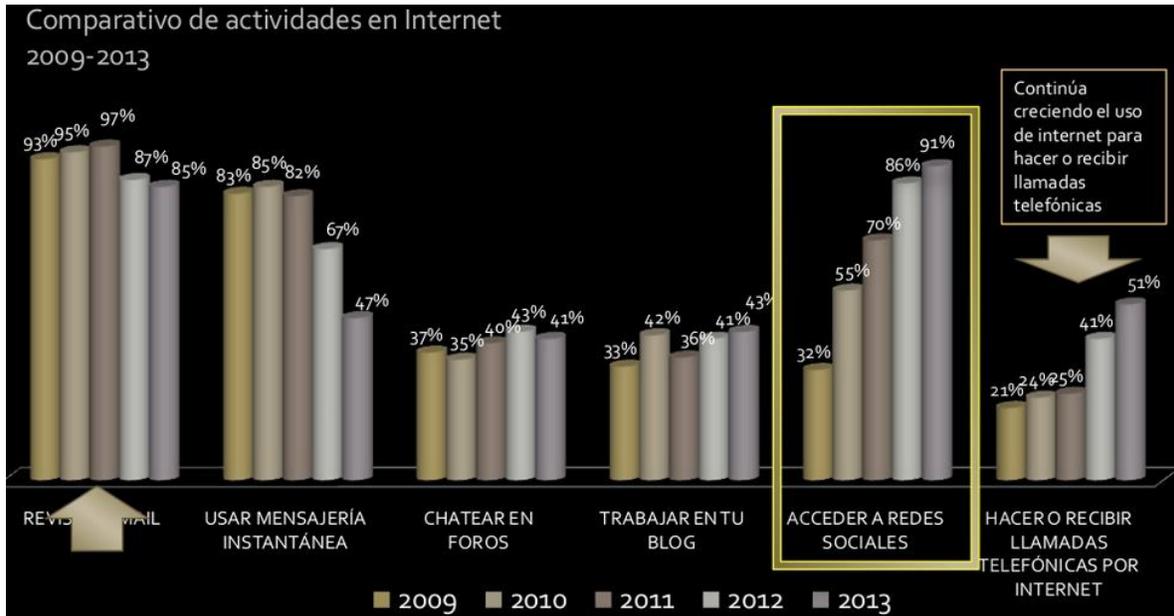


Figura 1.2 “Principales usos de internet<sup>[5]</sup>”

### 1.4.3. Impacto de Internet en sistemas de seguridad

La posible comunicación en tiempo real que permite Internet, se fundamenta en las aplicaciones actuales que tiene, como lo son las llamadas telefónicas vía internet, videoconferencias, mensajería instantánea, transmisión de archivos en tiempo real, monitoreo de sistemas a distancia, y un sin fin de aplicaciones existentes y por existir.

Esta característica de transmisión de datos en tiempo real así como la transmisión de datos a prueba de errores han permitido que su aplicación se extienda a procesos de monitoreo de variables, donde la comunicación ante cualquier variación sea indispensable para su buen funcionamiento o para los usuarios. Un ejemplo claro de ello, son los sistemas de seguridad, donde se logró que los datos correspondientes al monitoreo se transmitieran vía medios inalámbricos y a velocidades muy rápidas no importando la distancia a la que se encontraban.

[5] World Internet Project, “Estudio 2013 de hábitos y percepciones de los mexicanos sobre Internet y diversas tecnologías asociadas”, México 2013

El protocolo IEEE 802.3 o Ethernet, es el modo en que las computadoras se comunican a través de internet y es la principal responsable de la capacidad que tiene internet de lograr una comunicación en tiempo real. Ethernet es el método más popular de comunicación de redes de área local (LAN) porque permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación, los cuales combinados con la amplia aceptación en el mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a Ethernet la tecnología ideal para la comunicación en red.

Actualmente, gracias a los avances tecnológicos se han desarrollado tarjetas de red Ethernet (NICs) que no se aplican en computadoras, sino que permiten la transmisión y recepción de información por internet pero no para el uso de una computadora, de modo que cuando la tarjeta de red se utiliza en dispositivos integrados (microcontroladores) con una función específica se le denominan sistemas embebidos, y los cuales son el origen de una nueva rama de la ciencia llamada Domótica.

### 1.5. Domótica

La primera definición de este concepto nació en los años setenta en Francia con la palabra “domotique”, que hacía referencia al progreso conjunto que tres grandes áreas de la tecnología (informática, electrónica y telecomunicaciones) habían conseguido por aquel entonces. Según la Enciclopedia Larousse de 1988, la domótica era “el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía y comunicaciones”. Sin embargo, este concepto con los años se ha ido perfilando y concretando, hasta llegar a la denominación actual referida a las viviendas, por la que diversos productos tecnológicos de áreas como la electricidad, la electrónica, la informática, la robótica y las telecomunicaciones convergen y se integran en un sistema con objeto de proveer aplicaciones y servicios de utilidad para los habitantes del hogar.

La finalidad de la domótica es cubrir necesidades de los usuarios, tales como seguridad, confort, ahorro de energía y comunicaciones. Por lo que respecta a la “casa inteligente”, expresión muy usada en la época de los noventa para el termino domótica, podríamos definirla como aquel edificio que se basa en la automatización de las funciones, que cuenta con telecomunicaciones y finalmente que muestra flexibilidad al cambio para poder satisfacer las necesidades de los distintos usuarios que pueda albergar.

Aunque no existe una definición concreta sobre cuándo nació la domótica, a menudo se elige como fecha el año 1978, cuando salió al mercado el sistema X10, que se considera el primer sistema domótico. Este sistema permitía que varios electrodomésticos se comunicaran entre ellos, así como el control de las luces del hogar, aprovechando en todo momento la instalación eléctrica existente y sin necesidad de cables.

### **1.5.1 Bases tecnológicas**

La domótica tiene como base fundamental los sistemas embebidos, los cuales son circuitos especializados que se encargan de desarrollar una tarea específica y que comúnmente están en comunicación con otros. Circuitos que a lo largo del tiempo de existencia de esta rama se han ido perfeccionando de modo que actualmente son capaces de desarrollar tareas muy sofisticadas o incluso avisar de situaciones antes de poder ser detectadas por los usuarios.

El corazón de los sistemas embebidos comúnmente está basado en la conexión de un microcontrolador con cada uno de los sensores o actuadores por medio de los cuales realiza la función encomendada. Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria (ROM y RAM) y Unidades de entrada y salida, el cual es capaz de trabajar a frecuencia muy altas. Este circuito tiene la característica de ser programable y por ende ser capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria.

El primer microcontrolador fue el Intel 4004 de 4 bits, lanzado en 1971 por la compañía con el mismo nombre, seguido por el Intel 8008 el cual ya tenía más capacidades de memoria que el primero, aunque aún necesitaban de elementos externos para su buen funcionamiento. Posteriormente los ingenieros de Texas Instruments: Gary Boone y Michael Cochran lograron crear el primer microcontrolador capaz de usarse sin la necesidad de elementos externos, este microcontrolador fue el TMS 1000 (a fines del año 1971), dando paso al desarrollo de los sistemas embebidos.

Estos dispositivos pueden realizar funciones que a través de sus puertos de entrada y salida pueden manipular o controlar ciertos circuitos inferiores los cuales tienen como fin alguna actividad, estos circuitos inferiores pueden ser de acción o de sensado, es decir pueden ser tanto sensores que se encuentren realizando una medición o actuadores que se encarguen de modificar el estado de alguna variable como por ejemplo la acción de un ventilador para la disminución de la temperatura en una habitación, el cual fue accionado por un microcontrolador al recibir la información de un sensor de temperatura el cual detectó un incremento en este parámetro.

La importancia de los microcontroladores en los sistemas embebidos además de su capacidad de trabajar con un gran número de circuitos a la vez, es la transmisión y recepción de datos mediante comunicación serial, siendo el principal medio de comunicación entre dispositivos electrónicos con tarjetas de red para la transmisión de datos vía internet (protocolo SPI).

### 1.5.2 Evolución mundial de la domótica

Cada país desarrolló de forma distinta este campo, en base del potencial de sus industrias tecnológicas y de telecomunicaciones, así como de las necesidades específicas que quisiera cubrir con su desarrollo y de su ideología.

Estados Unidos fue uno de los primeros países en entrar en este sector de la tecnología, gracias a que los americanos controlaban el campo de la informática debido al enorme potencial económico de IBM. Logrando que en el año 1984, se lanzara el proyecto de la National Association of Home Builders, denominado Smart House. Dicho proyecto tenía como logro: un cableado unificado que reemplazaba el cableado tradicional de una casa y que como innovación, destacaba su sistema de control de circuito cerrado, que permitía controlar cualquier aparato por medio de una señal apropiada y conocer en todo momento lo que está ocurriendo dentro de la casa. Aunque no fue el único, este proyecto fue uno de los más importantes de la época y el primer paso de la poderosa industria estadounidense hacia un campo en el que actualmente es una de las líderes.

Japón fue otra de las potencias tecnológicas que se interesó por el desarrollo de esta nueva tecnología, de lo cual destaca los logros de la televisión a color, el cual llegó a una saturación de mercado (el 99% de los hogares japoneses ya poseía en 1986 un televisor en color), lo cual generó la acelerada búsqueda de innovaciones, llegando así a la televisión en alta definición; elemento que permitió un gran avance en la tecnología audiovisual, que forma parte también del concepto de Hogar Inteligente.

Por otro lado la Comunidad Europea (CE) contaba con una serie de programas de investigación tecnológica que hacían referencia en muchos casos a esta nueva tecnología para el hogar, y que tenía efectos a nivel económico gracias al presupuesto que la CE destinaba a las investigaciones. Ejemplos de investigaciones de este tipo fueron: Esprit (1987-1992), Euronet Diane, o Race (1987-1992), todos ellos destinados al desarrollo de tecnología y de telecomunicaciones. Pero el más conocido de todos ellos fue el Programa Eureka de 1985, que fijaba sus fines hacia productos comerciables de las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones, la robótica, los materiales, las técnicas de montaje, la biotecnología, la tecnología del medio marino, el láser, la protección del medio ambiente y la nueva generación de medios de transporte. Además, integraba el subproyecto específico llamado Integrated Home Systems, cuyos objetivos eran poner a punto una red doméstica y desarrollar productos compatibles con esta red. Este proyecto tuvo sucesores años más tarde, en los que participaron empresas de toda Europa tales como Siemens, British Telecom y Thomson.

### **1.5.3 La domótica en sistemas de seguridad**

Los sistemas domóticos como ya se había mencionado, son sistemas inteligentes capaces de controlar aspectos energéticos, de seguridad y de comunicación, los cuales siempre van implementados a un recinto con dimensiones específicas, característica que permitió la aplicación de estos sistemas a fines de vigilancia.

Los primeros sistemas domóticos surgidos en los años ochenta, controlaban el acceso mediante cerraduras eléctricas, la iluminación, y se comunicaban con el usuario por medio de pantallas muy sencillas, limitando el campo de aplicación de estos sistemas; sin embargo, el avance tecnológico ha traído como resultado la sofisticación y mejoramiento de los sistemas domóticos, permitiendo que los sistemas domóticos hasta el año 2011 fueran capaces de:

- ✓ Tener el control sobre el acceso del recinto mediante códigos de verificación o hasta por reconocimiento de parámetros físicos de los usuarios, como: voz, ojos y huella digital.
- ✓ Controlar luminarias mediante la interfaz con el usuario, por algoritmos de tiempo o detector de luz natural.
- ✓ Controlar parámetros como: agua, luz, gas, humedad.
- ✓ Contar con sistema de vigilancia de circuito cerrado de video
- ✓ Contar con sensores de vigilancia de parámetros de riesgo como: temperatura, humo, movimiento, presión, proximidad, etc.
- ✓ Simular la presencia de una persona para evitar robos
- ✓ Ante cualquier situación de riesgo cuentan con alarmas locales y una conexión a red para comunicar al usuario en tiempo real de lo sucedido (Vía internet o vía telefónica)

### **1.6. Sistemas de seguridad vía internet (Actuales)**

Los sistemas de seguridad como tal siempre han existido; sin embargo, debido al actual papel que tiene la comunicación por medio de internet, es que estos sistemas se han visto obligados a incluir este tipo de comunicación. Esta característica permite la aplicación de éstos no solo en un rango de comunicación específico, si no que el alcance se extiende al mismo tamaño de internet, en otras palabras; se convierte en mundial.

Los sistemas de seguridad que se encuentran hoy en el mercado ofrecen desde servicios básicos, los cuales consisten en la simple vigilancia de entradas y salidas, hasta aquéllos que ofrecen una gama de sensores especializados según las necesidades de los usuarios. Sin embargo, ninguno de ellos es un sistema de venta y uso independiente, sino que además de contar con un costo de compra e instalación, cuenta con una renta mensual. Esta renta es debido a que la compañía es la que se encarga de monitorear el hogar del usuario; es decir, el usuario no tiene libre acceso a la manipulación de los elementos en su hogar, sino que solo es un espectador, lo que delimita los alcances de estos sistemas.

Los sistemas con las características deseadas solo los podemos encontrar en trabajos que se encuentran en investigación y desarrollo, como los trabajos de Yuansheng Liu y Fulvio Corno, quienes actualmente se encuentran estudiando la conjunción de sistemas embebidos en los hogares (Sistemas Domóticos).

### 1.6.1. Alarmas System Safety México (SSM)

System Safety México (en adelante SSM) se fundó en el año de 1999, es una empresa comprometida con la tranquilidad del usuario (Figura 1.3) y dedicada a la integración en sistemas de alarmas de intrusión, control de acceso, circuito cerrado de televisión, detección de humo, y en general de sistemas de seguridad, usando alarmas vía GSM y GPRS.



Figura 1.3 “Logotipo y presentación de SSM”

SSM ofrece la opción de contratar distintos sistemas de vigilancia, desde los sistemas básicos de seguridad, los cuales ofrecen estar protegido las 24 horas los 365 días del año contra cualquier eventualidad: ya sea robo, incendio o emergencia médica, hasta los servicios más especializados encargados del monitoreo de parámetros específicos en base a las necesidades del cliente.

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

Su paquete básico incluye:

- Panel de control
- Batería de respaldo
- Transformador
- Sirena exterior de 30 watts
- Gabinete para panel de control
- Detector de movimiento infrarrojo
- Detección de fallos y monitoreo del sistema
- Gama de sensores especializados (costo adicional)
- Instalación y capacitación
- Monitoreo las 24 horas del día

Costo mensual del servicio:

- Paquete básico con los elementos descritos anteriormente: \$460
- Paquete inalámbrico ofrece lo mismo que el básico solo que con dispositivos inalámbricos (solo algunos, no específica que todos): \$550

Mientras que el paquete avanzado ofrece un sistema de alarma con interfaz vía celular/GPRS, para el cual se utiliza un equipo avanzado de doble tecnología: celular/GPRS y línea telefónica, en caso de interrupción en alguna de ellas la otra responde. El diagrama completo de cada paquete se puede observar en la Figura 1.4.

Sin embargo, el monitoreo del sistema no es una opción para uso personal, sino que ofrecen un servicio el cual les avisará si hay algún inconveniente es decir: alguien ajeno al usuario será quien estaría monitoreando su hogar, de modo que él sería el responsable de avisarnos ante cualquier riesgo en el hogar.

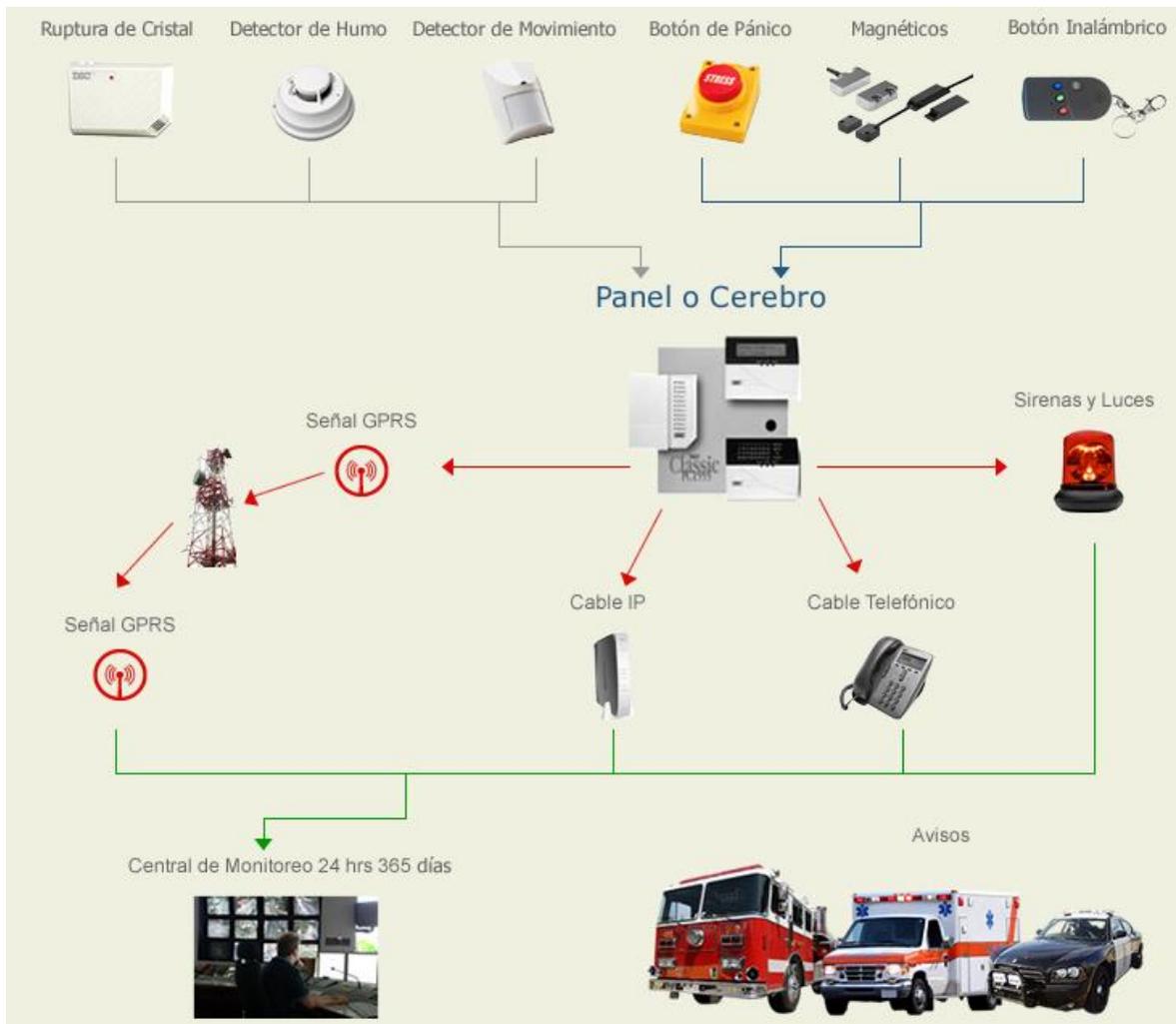


Figura 1.4 “Diagrama del funcionamiento y elementos de las alarmas ofrecidas por SSM”

### 1.6.2 Telesentinel

Telesentinel es una empresa líder en monitoreo de alarmas con miles de usuarios en sus sedes en México, Brasil y Colombia (Figura 1.5).

El servicio que ofrece esta empresa consiste en el monitoreo de alarmas en inmuebles utilizando una conexión a un Sistema de Alarma local con una Central de Monitoreo Telesentinel, manteniendo una alerta permanentemente durante 24 horas, todos los días del año. En caso de existir un intento de intrusión, la Central de Monitoreo automáticamente inicia las respectivas acciones, previamente coordinadas con el cliente, como: verificar la veracidad del evento, contactar al cliente o personas encargadas, enviar los equipos entrenados al lugar y, si es necesario, contactar a las autoridades competentes (policía, bomberos) o en su caso a un auxilio médico.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Telesentinel ofrece paquetes de monitoreo, envío de mensajes, instalación y garantía de equipos desde \$279 mensuales.



Figura 1.5 “Logotipo e Imagen de Telesentinel”

### 1.6.3 Electrónica y Alarmas de Seguridad Integral

El propósito principal de Electrónica y Alarmas de Seguridad Integral (Figura 1.6) es atender las necesidades de seguridad privada que se originan a través del desarrollo industrial y demográfico.

Esto se logra a través de una central de monitoreo, la cual genera los reportes de los eventos que se hayan generado durante el día, los cuales el cliente podrá estar revisando cada vez que lo requiera en la página de la compañía y accediendo a la Web Access con su usuario y contraseña.

- ✓ Monitoreo Vía Internet

El módulo Ethernet entra en la red de Internet y a través de él establece la conexión con el sistema, originando así un canal de comunicación entre el cliente monitoreado y la central de monitoreo, posibilitando la transmisión inmediata de todos los eventos generados por la central de alarmas. Toda la información transmitida por el módulo Ethernet es codificada garantizando así su máximo carácter confidencial.

Áreas de utilización:

- Clientes que no posean línea telefónica y deseen tener su alarma monitoreada.
- Clientes con conexión estable a Internet y que deseen tener su central de alarma monitoreada a través de ella.
- Clientes cuya central de alarma sea monitoreada vía línea telefónica y que deseen aumentar la confiabilidad del sistema a través del uso de una vía de comunicación online además que deseen eliminar los gastos con llamadas locales o larga distancia.

## Capítulo I “Antecedentes de los Sistemas Domóticos”

- Instalaciones de alta seguridad que necesiten un nivel de confiabilidad elevado y el menor tiempo posible en la detección de problemas (bancos, joyerías, transportadoras de valores, etc.).
- ✓ Monitoreo Vía GPRS

Los módulos GPRS funciona a través de la red de datos de la compañía celular, estableciendo una línea de comunicación entre la alarma y la compañía de monitoreo. Esta comunicación es verificada constantemente por el software, avisando en caso de que se pierda comunicación con cualquier módulo GPRS, haciéndolo un sistema muy seguro y confiable.

Puede utilizarse como comunicación de respaldo en caso de perderse la línea telefónica convencional, para agregar más seguridad a su sistema, o como única vía de comunicación en lugares que no se cuenta con servicio telefónico.

Áreas de Utilización:

- Clientes que no posean línea telefónica y deseen tener su alarma monitoreada.
- Clientes cuya central de alarma sea monitoreada vía línea telefónica y que deseen aumentar la confiabilidad del sistema a través del uso de una vía de comunicación inalámbrica.
- Clientes cuya central de alarma sea monitoreada vía línea telefónica y que deseen eliminar los gastos con llamadas locales.
- Instalaciones de alta seguridad que necesiten un nivel de confiabilidad elevado y el menor tiempo posible en la detección de problemas (bancos, joyerías, transportadoras de valores, etc.).



Figura 1.6 “Logotipo y eslogan de la compañía Electrónica y Alarmas”

### 1.6.4 Seguridad Global

Seguridad global (Figura 1.7) cuenta con equipos y dispositivos electrónicos capaces de monitorear y prevenir cualquier posible situación durante las 24 horas, los 365 días del

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

año, dando respuesta del evento: policíaco, urgencia médica y servicio de bomberos según sea el caso.

Este sistema es monitoreado por empleados de la misma empresa, altamente calificados en el uso y respuesta de dicho sistema de seguridad. Ofrece como uno de sus servicios la instalación de cámaras de seguridad, las cuales pueden ser vistas desde la casa o negocio a través de internet, los 365 días del año, las 24 horas vía PC, laptop, smart-phone, iphone, etc. y con notificaciones a su correo electrónico.



Figura 1.7 “Logotipo de la empresa Seguridad Global”

### 1.6.5. Infinitum Videocam

Infinitum Videocam (Figura 1.8) es el servicio que Telmex ofrece mediante cámaras IP, las cuales cuentan con la capacidad de conectarse a Internet, simplificando el proceso de estar vigilando de forma remota.

El servicio Infinitum Videocam está diseñado para Clientes Infinitum y ofrece la posibilidad de:

- Grabar video y almacenarlo de forma remota hasta por 72 horas
- Monitoreo remoto, desde cualquier dispositivo que cuente con acceso a Internet

Este servicio ofrece la posibilidad de contar con una cámara fija o con una cámara en movimiento, en cuestión de las necesidades de cada cliente. Su costo es de \$338 al mes, y varía según las dimensiones del sistema adquirido.



Figura 1.8 “Logotipo de infinitum videocam”

### 1.6.6 Trabajos en Desarrollo

Actualmente no es muy común encontrar sistemas domóticos en el mercado, ya que son sistemas que aún se encuentran en desarrollo, a niveles prototipo o no es posible su comercialización debido a sus altos costos de adquisición y mantenimiento.

Un ejemplo de ello es el trabajo: “Diseño de una Casa Inteligente basado en sistemas embebidos” de Yuansheng Liu de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Jiaotong de Beijing, China<sup>[6]</sup>. Su trabajo llamado Smart Home, consiste en una casa que utiliza la información apartir de la tecnología encargada de monitorear el ambiente, controlar la electricidad, y mediante la manipulación de aparatos es capaz de comunicarse con el mundo exterior. Esta casa inteligente es una tecnología compleja. La casa cuenta con un monitor y un sistema de control accesible al usuario. El sistema se basa en un sistema embebido y puede actuar como un guardia de seguridad de la casa, también puede controlar la temperatura, la humedad, la densidad de gas, la inmersión en agua de la casa y tienen sensores infrarrojos para garantizar la seguridad de la familia. El sistema también cuenta con conexión a red y de teléfono para recibir el mando del propietario y enviar las alertas necesarias.

El trabajo más reciente en cuestión de sistemas embebidos es el desarrollado por Fulvio Corno (Miembro de la IEEE) y Faisal Razzak (Estudiante miembro de la IEEE) denominado “Optimización inteligente de la energía para los objetivos de los usuario en entornos domésticos inteligentes”<sup>[7]</sup>. Este trabajo conjunta los tres elementos básicos de los sistemas domóticos los cuales son: comunicación, control y seguridad, pero dándole un mayor peso a la parte de control con la finalidad de obtener un eficiente consumo de energía.

La investigación no se centra en hacer que el consumidor sea más consciente de su consumo de energía eléctrica o de los métodos de reducción que proporcionan las compañías, sino que busca un enfoque más automatizado, donde el sistema garantice un consumo óptimo de energía y a la vez satisfaga las necesidades del usuario. Su diseño se basa en implementar una serie de algoritmos que mediante el control de aparatos o partes del hogar, por ejemplo luminarias artificiales y naturales propongan una serie de soluciones óptimas que logren un consumo mínimo de energía y una máxima satisfacción del usuario.

---

[6] Y. Liu, «"Design of the Smart Home based on embedded system",» Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design. CAIDCD '06. 7th International Conference On, 2006

[7] F. Corno y F. Razzak, «"Intelligent Energy Optimization for User Intelligible Goals in Smart Home Environments",» IEEE Journals and Magazines, vol. 3, pp. 2128-2135, Diciembre 2012

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

# Capítulo 2

## ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA REMOTO VÍA INTERNET

### 2.1. Introducción

En este capítulo se explican las bases teóricas de las partes fundamentales de un sistema remoto de monitoreo y control a través de internet, las cuales se muestran en la Figura 2.1. Estas bases se complementan con un análisis de los elementos, circuitos y dispositivos típicos que se suelen integrar en ellos, así como las distintas herramientas y protocolos de comunicación que permiten su óptimo funcionamiento.

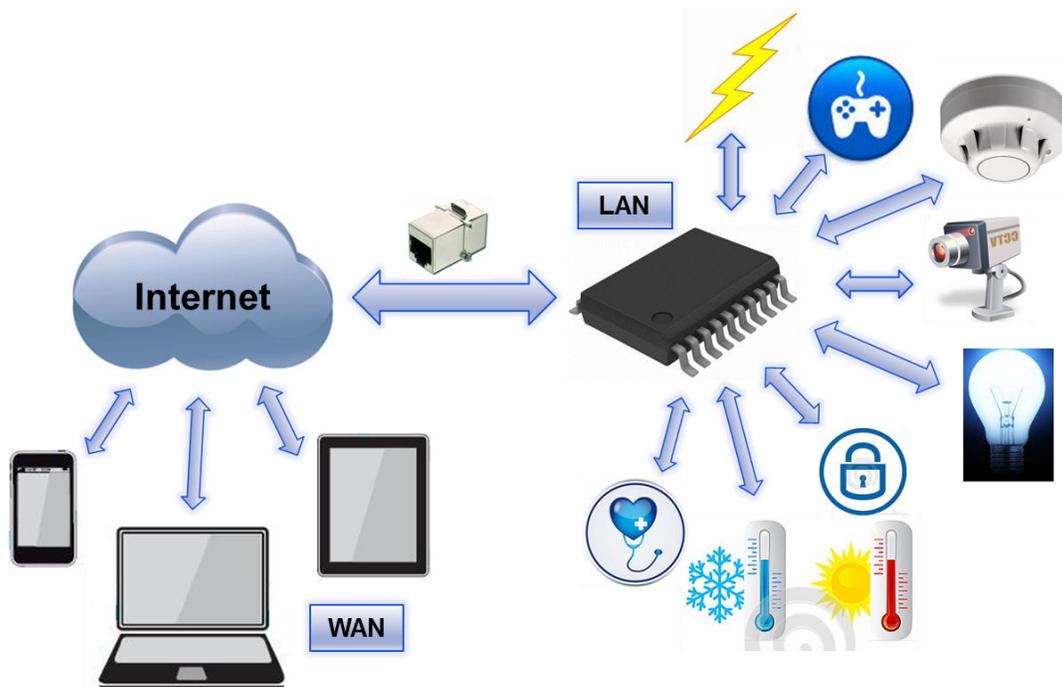


Figura 2.1 "Diagrama general de un sistema remoto de monitoreo y control"

### 2.1.1 Descripción general del sistema

El diagrama general de un sistema remoto consta de tres bloques funcionales: internet, la red de montaje del sistema o red local (LAN) y la red global (WAN). Cada bloque tiene un usuario final el cual ingresa a la red y se comunica con el microcontrolador quien mediante los protocolos TCP/IP y Ethernet transmite la información por este medio.

El bloque principal del sistema hace referencia al microcontrolador, sin embargo, el bloque incluye todos los dispositivos que lo complementan para poder monitorear, controlar y comunicarse con el usuario, incluyendo la interfaz gráfica con la que interactúa el usuario.

Los sistemas remotos básicamente cuentan con un microcontrolador, el cual sea capaz de usar algún protocolo de comunicación (generalmente SPI o I2C), una memoria externa que amplíe la capacidad de manejo y almacenamiento de información y finalmente una interfaz que sirva de medio para la comunicación con el usuario (Pagina Web, aplicación Android, programa en PC mediante interfaz USB o serial, etc.).

Como complemento para el funcionamiento del sistema estos cuentan con dispositivos (sensores y actuadores) capaces de monitorear o cambiar el estado de una variable específica dentro de éste, y los cuales pueden tener como fin la salud, comodidad, el mantenimiento, seguridad, entretenimiento, control de energía eléctrica, etc.

## 2.2 Ethernet

**E**thernet, al que también se conoce como IEEE 802.3, es el estándar más popular para las redes de área local (En adelante LAN), este método de transmisión de datos llamado Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD). Antes de que un nodo envíe algún dato a través de una red Ethernet, primero escucha y verifica si algún otro nodo está transfiriendo información; de no ser así, el nodo transferirá la información a través de la red. Todos los otros nodos escucharán y el nodo seleccionado recibirá la información. En caso de existir colisión en el sistema los equipos esperarán una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío.

Cada paquete enviado en una red Ethernet contiene la dirección del nodo destino, la dirección del nodo de envío y una secuencia variable de bits que representa el mensaje transmitido. El dato transmitido viaja a 10 millones de bits por segundo y el paquete varía en una longitud de 64 a 1518 bytes, así el tiempo de transmisión de un paquete en la red Ethernet está en un rango de 50 a 1200 microsegundos dependiendo de su longitud.

## Capítulo II “Elementos Fundamentales de un Sistema Remoto Vía Internet”

Las velocidades de envío de paquetes utilizando la tecnología Ethernet son de 10 Mbps (Ethernet estándar), 100 Mbps (Fast Ethernet – 100BASEX) y de 1000 Mbps (utilizando el Gigabit Ethernet, Figura 2.2).

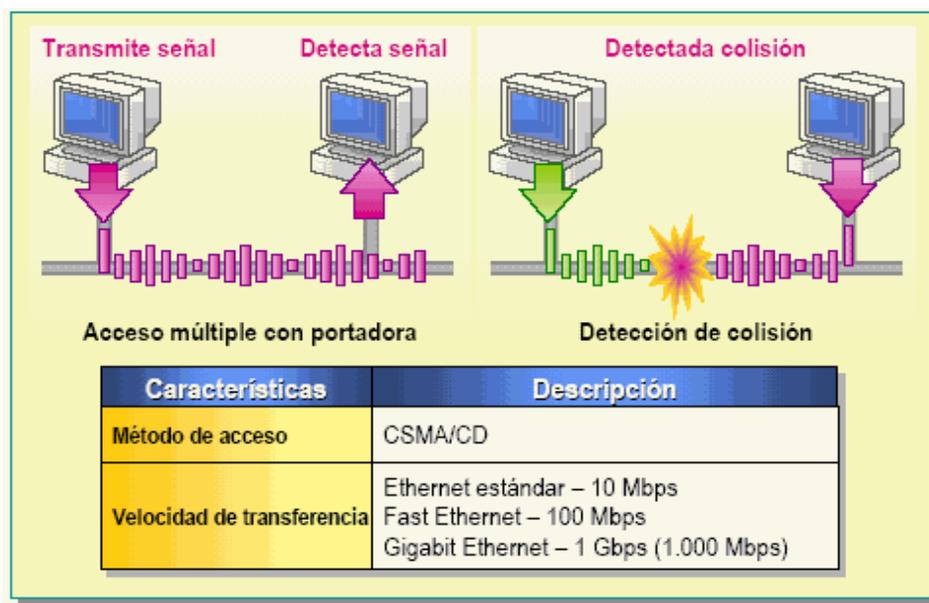


Figura 2.2 “Características de Ethernet”

Algunas características de Ethernet:

- Es pasivo, es decir, no requiere una fuente de alimentación propia, y por tanto, no falla a menos que el cable se corte físicamente o su terminación sea incorrecta.
- Se conecta utilizando una topología de bus en la que el cable está terminado en ambos extremos.
- Utiliza múltiples protocolos de comunicación y puede conectar entornos informáticos heterogéneos, incluyendo Netware, Unix, Windows y Macintosh.

### 2.2.1 Tarjeta De Red Ethernet

Una tarjeta de red Ethernet se usa para crear una red cuando se tiene más de una computadora y se requiere que se comuniquen entre ellos o incluso conectarse al mismo punto de acceso (proveedor de servicios de Internet). En una red de casa, las posibilidades son grandes ya que se puede aprovechar de las ventajas de una red de cableado de alta velocidad, contratando solo un acceso a Internet y compartiéndolo entre todos los equipos. Así se habrá creado una LAN rápida y fiable donde compartir archivos de cualquier tipo.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Desde hace décadas, Ethernet se ha convertido en la solución de red más barata y popular para negocios y empresas donde se requiere una red. La tecnología Ethernet permite a productos Ethernet (tarjetas y cables), unir computadoras, estaciones de trabajo, incluyendo servidores de cualquier marca y modelo.

### 2.3 Protocolos de comunicación de red

Un protocolo de comunicación es un método que se ha estandarizado de modo que permite la comunicación entre dispositivos de diferente diseño. Los protocolos están definidos por un conjunto de reglas y procedimientos que deben respetarse para el envío y la recepción de datos a través de una red.

#### 2.3.1 Protocolo TCP/IP

El nombre TCP/IP es un estándar de descripción de protocolos (formato de datos, direccionamiento, transmisión, enrutamiento, y recepción) de red que permiten que un equipo pueda comunicarse a través de internet.

El protocolo TCP/IP está compuesto por cuatro capas conceptuales<sup>[8]</sup> (Aplicación, Transporte, Red o Internet y Acceso a Red) a diferencia del modelo OSI que cuenta con 7 capas (Figura 2.3).

Capa de Aplicación:

Esta capa maneja protocolos de alto nivel, aspectos de representación, codificación y control de diálogo. El modelo TCP/IP combina todos los aspectos relacionados con las aplicaciones en una sola capa y asegura que estos datos estén correctamente empaquetados antes de que pasen a la capa siguiente. Entre los protocolos que maneja esta capa encontramos:

- FTP (Protocolo de transferencia de archivos)

Servicio utilizado para transferir archivos (binarios y de codificación ASCII) entre sistemas.

- TFTP (Protocolo trivial de transferencia de archivos)

Servicio no orientado a conexión que utiliza el Protocolo de datagrama de usuario (UDP). Es útil en algunas LAN porque opera más rápidamente que FTP en un entorno estable.

---

[8] P. M. Miller, "TCP/IP - The Ultimate Protocol Guide", vol. 1, Brown Walker Press, 2009, pág. 21-24

## Capítulo II “Elementos Fundamentales de un Sistema Remoto Vía Internet”

- NFS (Sistema de archivos de red)

Conjunto de protocolos para un sistema de archivos distribuido, que permiten el acceso a los archivos de un dispositivo de almacenamiento remoto, por ejemplo, un disco duro de estado sólido a través de una red.

- SMTP (Protocolo simple de transferencia de correo)

Administra la transmisión de correo electrónico a través de las redes informáticas.

- TELNET (Emulación de terminal)

Cuenta con la capacidad de acceder de forma remota a otro computador (Host remoto).

- SNMP (Protocolo simple de administración de red)

Provee una manera de monitorear y controlar los dispositivos de red y de administrar las configuraciones, la recolección de estadísticas, el desempeño y la seguridad.

- DNS (Sistema de denominación de dominio)

Convierte los nombres de los dominios y de sus nodos de red en direcciones IP (identificación de direcciones IP a través de direcciones de fácil acceso para el usuario, por ejemplo: www.sistemaDNS.com en lugar de 192.168.0.19).

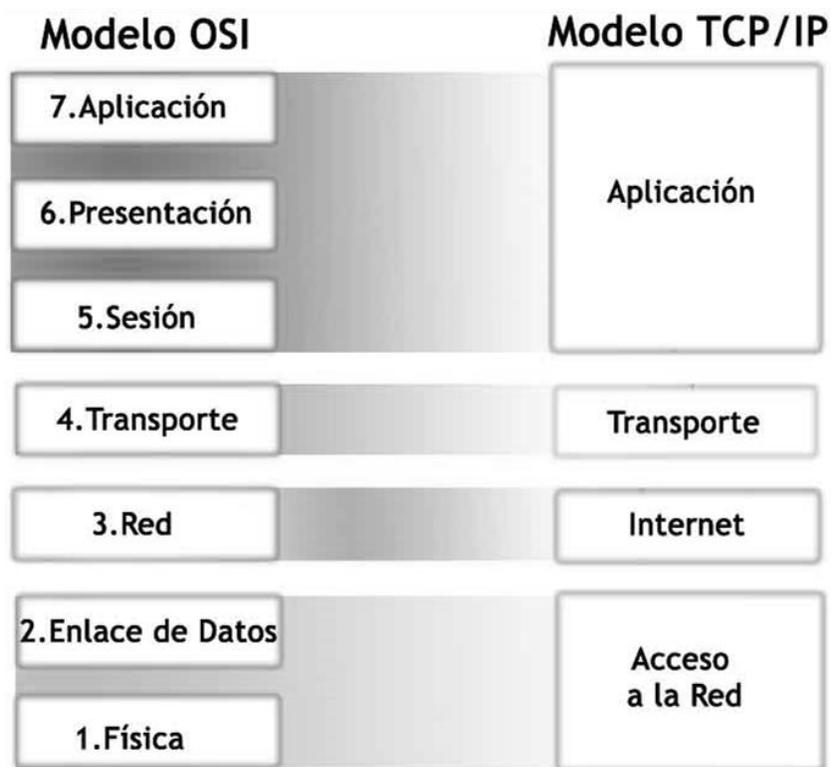


Figura 2.3 “Semejanza entre capas del modelo TCP/IP y OSI”

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Capa de Transporte:

La capa de transporte proporciona servicios de transporte desde el host origen hacia el host destino, estableciendo una conexión entre los puntos finales de la red. Los protocolos de transporte segmentan y reensamblan los datos mandados por las capas superiores en el mismo flujo de datos.

Los protocolos aplicados en esta capa son:

- UDP

El protocolo UDP (User Datagram Protocol) proporciona un método de transporte de datagramas sin que se haya establecido previamente una conexión, esto gracias a la información de direccionamiento que incorpora el datagrama en su cabecera. Este protocolo básicamente es una sencilla interfaz entre la capa de red y la de aplicación, aunque no cuenta con confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción.

El datagrama UDP contiene cuatro campos: Numero del Puerto Origen, Numero del Puerto Destino, Longitud del mensaje y Checksum (suma de verificación utilizada para detectar cambios accidentales en la transmisión de los mensajes).

- TCP

El protocolo TCP proporciona un transporte fiable de flujo de bits entre aplicaciones, el cual permite enviar grandes cantidades de información de forma segura y a diferencia de los programas que utilizan UDP, estos poseen un servicio de conexión entre el origen y el destino, chequeo de errores, control de flujo y capacidad de interrupción.

TCP usa el concepto de número de puerto para identificar a las aplicaciones emisoras y receptoras. Cada lado de la conexión TCP tiene asociado un número de puerto (de 16 bits sin signo, con lo que existen 65536 puertos posibles) asignado por la aplicación emisora o receptora. Los puertos son clasificados en tres categorías: conocidos, registrados y dinámicos/privados.

Los puertos conocidos son asignados por la Internet Assigned Numbers Authority (IANA), van del 0 al 1023 y son usados normalmente por el sistema o por procesos con privilegios. Las aplicaciones que usan este tipo de puertos son ejecutadas como servidores y se quedan a la escucha de conexiones. Algunos ejemplos son: FTP (21), SSH (22), Telnet (23), SMTP (25) y HTTP (80). Los puertos registrados son normalmente empleados por las aplicaciones de usuario de forma temporal cuando conectan con los servidores, pero también pueden representar servicios que hayan sido registrados por un tercero (rango de puertos registrados: 1024 al 49151). Los puertos dinámicos/privados también pueden ser usados por las aplicaciones de usuario, pero este caso es menos común. Los puertos

## Capítulo II “Elementos Fundamentales de un Sistema Remoto Vía Internet”

dinámicos/privados no tienen significado fuera de la conexión TCP en la que fueron usados (rango de puertos dinámicos/privados: 49152 al 65535).

Capa de Red:

Esta capa tiene como propósito seleccionar la mejor ruta para enviar paquetes por la red, siendo por lo general el Protocolo de Internet (IP) el encargado de seleccionar esta ruta, aunque se pueden usar los siguientes protocolos:

- ICMP (Protocolo de mensajes de control de Internet)
- ARP (Protocolo de resolución de direcciones)
- RARP (Protocolo de resolución inversa de direcciones)
- IP (Protocolo de Internet)

IP

Este protocolo es uno de los más importantes de Internet ya que permite el transporte de paquetes de datos mediante el uso de las cabeceras IP, cuya información indica las direcciones de las máquinas de origen y destino (direcciones IP) permitiendo establecer la ruta de red por la que se enviarán los paquetes.

Este protocolo consiste en un servicio de datagramas no fiable, ya que no garantiza la entrega de la información, esto porque no cuenta con ningún mecanismo para determinar si un paquete alcanza o no su destino y únicamente proporciona seguridad de sus cabeceras y no de los datos transmitidos. Situación que no tiene un gran impacto en su aplicación ya que dicha confirmación es proporcionada por los protocolos de la capa de transporte (protocolo TCP).

Capa de Acceso de Red:

Esta capa maneja todos los aspectos que un paquete IP requiere para efectuar un enlace físico real con los medios de la red.

Esta capa incluye los detalles de la tecnología LAN y WAN de la red en uso, los controladores para las aplicaciones de software, las tarjetas de módem y otros dispositivos que definen los procedimientos para tener acceso al medio de transmisión.

Este nivel se limita a recibir datagramas del nivel superior (nivel de red) y transmitirlo al hardware de la red. El software TCP/IP de nivel inferior consta de una capa de interfaz de red responsable de aceptar los datagramas IP y transmitirlos hacia una red específica. Esta interfaz de red puede consistir en un dispositivo controlador (red de área local) o un complejo subsistema que utiliza un protocolo de enlace de datos propios (red de conmutadores con HDLC).

### 2.3.3 Direcciones IP

Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz de un dispositivo, dentro de una red que utilice el protocolo IP. Actualmente la mayoría de los dispositivos manejan una dirección IPv4<sup>[9]</sup>, las cuales se expresan mediante un número binario de 32 bits (4 bytes), permitiendo un número de hasta 4,294,967,296 direcciones posibles ( $2^{32}$  posibilidades).

Las direcciones IP comúnmente se expresan como números de notación decimal al dividir su tamaño en cuatro octetos divididos por el carácter ".". El valor decimal de cada octeto está comprendido en el rango de 0 a 255.

Ejemplo de representación de dirección IPv4:            10.128.1.255

Una dirección IPv4 cuenta con una arquitectura de clases (classful network architecture), dentro de la cual existen tres clases de direcciones IP (Tabla 2.1):

- Red clase A:

En ésta, se asigna el primer octeto para identificar la red, reservando los tres últimos octetos a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts es:  $2^{24}-2$  (excluyendo la dirección reservada para broadcast (últimos octetos igual a 255) y la reservada para red (últimos octetos igual a 000)).

- Red clase B:

En ésta se asignan los dos primeros octetos para identificar la red, reservando los dos octetos finales para que sean asignados a los hosts, de modo que la cantidad máxima de host por cada red es:  $2^{16}-2$ .

- Red clase C:

En ésta se asignan los tres primeros octetos para identificar la red, reservando el octeto final (8 bits) para que sea asignado a los hosts, de modo que la cantidad máxima de hosts por cada red es:  $2^8 - 2$ .

---

[9] M. C. España Boquera, "Servicios Avanzados de Telecomunicación", Díaz de Santos, 2003, pág. 191

## Capítulo II “Elementos Fundamentales de un Sistema Remoto Vía Internet”

Tabla 2.1 “Clases de direcciones IPv4”

Clase	Rango	N° de Redes	N° de Host Por Red	Máscara de red
A	0.0.0.0 - 127.255.255.255	128	16 777 214	255.0.0.0
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16 384	65 534	255.255.0.0
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2 097 152	254	255.255.255.0

Cuando se realiza una asignación IP es importante considerar la existencia de la Máscara de Subred, la cual permite distinguir los bits que identifican la red y los que identifican el host de una dirección IP.

Por ejemplo para la dirección de clase A: 10.2.1.2 sabemos que pertenece a la red 10.0.0.0 y el host al que se refiere es el 2.1.2 dentro de la misma. Sin embargo, si no se conociera la clase de red que es, sería necesaria la existencia de una máscara que nos brindara esa información.

La máscara de subred se forma poniendo a 1 los bits que identifican la red y a 0 los bits que identifican el host. De esta forma una dirección de clase A tendrá como máscara: 255.0.0.0, una de clase B: 255.255.0.0 y una de clase C: 255.255.255.0.

### 2.3.4 Asignación IP

Las direcciones IP cuentan con distintos modos de asignación, los más comunes se muestran a continuación:

#### a) Asignación manual

La asignación se basa en la definición de una dirección IP por el usuario (información basada en las características de la red utilizada).

#### b) Asignación automática

El servidor DHCP asigna permanentemente una dirección IP libre a la computadora que la requiere. Esta IP se obtiene de un rango determinado por el administrador.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

### c) Asignación dinámica

Este método es el único que permite la reutilización dinámica de las direcciones IP. El administrador de la red determina un rango de direcciones IP y cada computadora conectado a la red solicitará su dirección IP al servidor cuando la tarjeta de interfaz de red se inicialice.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) es el protocolo de configuración dinámica de host, el cual permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente, básicamente se trata de un protocolo 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, recordando quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

Sin DHCP, cada dirección IP debe configurarse manualmente en cada computadora y, si la computadora se mueve a otro lugar en otra red, se debe de configurar otra dirección IP diferente. Esta característica de portabilidad es lo que hace tan factible la asignación dinámica de las direcciones IP.

## 2.4 Microcontrolador

**U**n microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos. Estos procesos o acciones son programados a nivel usuario mediante interfaces las cuales poseen un compilador quien se encarga de pasar las instrucciones de un nivel alto (nivel usuario) a un nivel bajo (lenguaje de máquina), el cual será capaz de ser interpretado por el microcontrolador al momento de ser introducido en este, a través de un programador.

Los microcontroladores están compuestos de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica, cada uno de ellos incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento (CPU), memoria (RAM, ROM, EPROM, EEPROM y FLASH) y periféricos de entrada/salida.

Los microcontroladores poseen estándares de comunicación los cuales permiten su comunicación con varios dispositivos a la vez o incluso generar una red de microcontroladores. Dentro de los protocolos de comunicación más utilizados en sistemas remotos encontramos: I2C, SCI y SPI.

### 2.4.1 I2C (Inter-Integrated Circuit)

El estándar I2C o “Inter-Circuitos Integrados”, es un bus de comunicaciones en serie el cual utiliza dos líneas para la transmisión de información: SDA (datos), SCL (reloj), las cuales son líneas con drenador abierto por lo que requieren de una resistencia de pull-up.

Los dispositivos conectados entre sí poseen una dirección única de reconocimiento, la cual permite reconocer si un dispositivo es esclavo o maestro, esto con la finalidad de conocer el dispositivo que inicia la comunicación (maestro) y quien será el dispositivo que reciba la información (esclavo). La posibilidad de cambiar de dispositivo maestro (multimaestro) hace muy útil al estándar I2C.

La trama de datos en este estándar consiste:

- 1) Inicio
- 2) 7 Bits de dirección de esclavo
- 3) 1 Bit de RW (0 es Leer y 1 Escribir)
- 4) 1 Bit de Acknowledge
- 5) Byte de dirección de memoria
- 6) 1 Bit de Acknowledge
- 7) Byte de datos (Escritura/Lectura)
- 8) 1 Bit de Acknowledge
- 9) Paro

La comunicación empieza con el bit de Inicio mandado por el dispositivo maestro (despierta a los dispositivos esclavos), seguido por la dirección exacta del esclavo junto con el bit que indica lectura o escritura. Una vez reconocida la solicitud, el esclavo manda un bit de respuesta permitiendo al maestro mandar la dirección del registro interno a modificar y los datos a transmitir. La comunicación se mantiene en constante monitoreo, ya que el esclavo manda un bit de confirmación por cada byte enviado o recibido por el maestro, terminando así con un bit de paro, el cual finaliza la comunicación y deja en reposo a los dispositivos esclavos.

### 2.4.2 SCI (Serial Communication Interface)

El estándar SCI o “Interfaz de comunicación serie”, es un estándar asíncrono de comunicaciones basado en dos líneas de datos, una de transmisión y la otra de recepción.

Este estándar de comunicación es asíncrono por lo que se necesita establecer la tasa de transmisión de datos (entre las más comunes tenemos 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 y 115200 baudios) y utilizar un bit de inicio, uno de paridad y otro de parada.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

El modo más común de comunicación serial es llamado 8N1, el cual establece una palabra de datos de 8 bits (8), ningún bit de paridad (N) y finalmente 1 bit de paro (el bit de inicio no se especifica, esto porque es un bit siempre utilizado), la trama de datos típica de comunicación SCI puede observarse en la Figura 2.4.

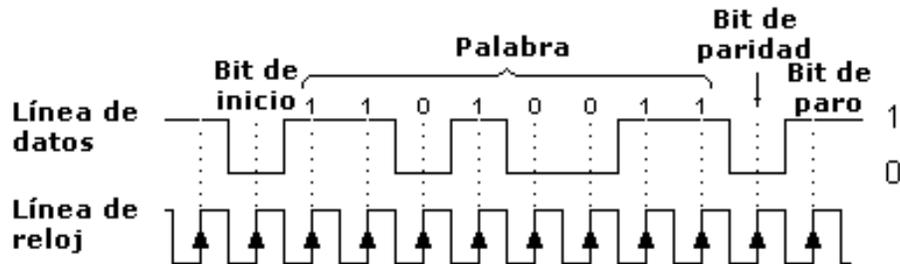


Figura 2.4 “Trama de datos comunicación SCI”

La comunicación síncrona es muy utilizada en la aplicación de dispositivos controlados vía puerto serie de la computadora gracias a su flexibilidad en cuanto a la variación de velocidades a las que puede funcionar cada dispositivo.

### 2.4.3 SPI (Serial Peripheral Interface)

El estándar SPI o “Interfaz periférica serie”, es un estándar síncrono de comunicaciones maestro-esclavo, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos. El bus de comunicación consiste en tres líneas sobre las cuales se transmiten paquetes de 8 bits en modo serie sincronizados por un reloj en común y una línea de activación para los dispositivos esclavos (Figura 2.5).

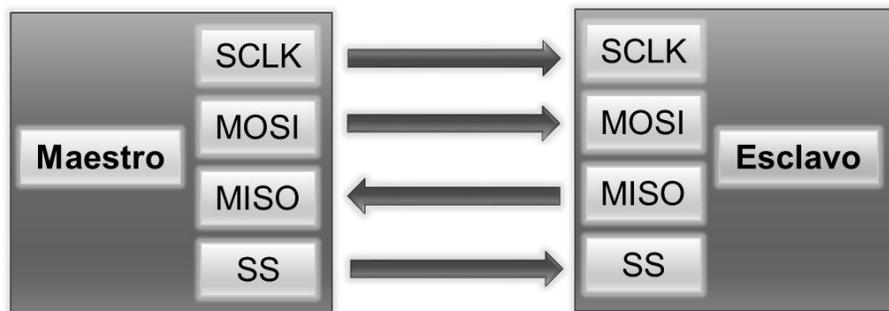


Figura 2.5 “Bus de comunicación SPI”

Las líneas antes mencionadas son:

- ✓ Reloj (SCLK)

Señal generada por el dispositivo maestro (servidor) y sincroniza la transferencia de datos entre maestro-esclavo

## Capítulo II “Elementos Fundamentales de un Sistema Remoto Vía Internet”

- ✓ MOSI(Master Out Slave In)

Transporta los datos del maestro hacia el esclavo

- ✓ MISO(Master In Slave Out)

Transporta los datos del esclavo hacia el maestro

- ✓ SS/SSTE (Select Slave)

Transporta los datos para la activación del dispositivo esclavo seleccionado

El estándar consiste en la transmisión de una cadena de bits sincronizada con una señal de reloj, teniendo un bit de datos por cada pulso de reloj. Los datos en cuestión son transmitidos por el dispositivo maestro hacia el dispositivo esclavo seleccionado, selección que consiste en mandar a cero la línea de selección de esclavo (cuyo estado en reposo es un nivel alto).

El estándar SPI es muy usado en sistemas remotos gracias a su aplicación en la implementación de sensores (temperatura, presión, pantallas, etc), dispositivos de control, memorias (EEPROM y Flash), así como en protocolos de comunicación tal como: Ethernet, USB, USART, etc.

Dentro de las ventajas que brinda este tipo de comunicación encontramos:

- Comunicación Full Duplex (Ambos sentidos al mismo tiempo)
- Mayor velocidad de transmisión que con estándar I2C
- Consumo menor de energía que otros estándares (trabajo estable en modo Wait)
- Tasa de bits de transmisión programable (8 a 16 bits)
- Opciones de polaridad y fase de la señal de reloj

## 2.5 Lenguajes de programación

**U**n lenguaje de programación es un lenguaje artificial que puede ser usado para controlar el comportamiento de una máquina o para describir el proceso a seguir para el desarrollo de cierta función. Estos comúnmente se componen de un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que permiten expresar instrucciones que luego serán interpretadas por la misma máquina.

### 2.5.1 Lenguaje C

El lenguaje C es uno de los lenguajes de programación más utilizados y que actualmente es base fundamental de casi cualquier lenguaje. Con él se puede realizar distintos tipos de

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

operaciones, con las cuales se facilita el manejo y realización del código. La principal característica del lenguaje C es su componente estructural: la función. Una función en lenguaje C es un bloque de código en el cual se describen las actividades de un programa y que permiten simplificar el código al poder ser llamadas “n” veces.

El lenguaje C se encuentra en la jerarquía de lenguajes intermedios, entre Pascal y el Ensamblador y pretende ser un lenguaje de alto nivel (expresión para condición humana) con la versatilidad del bajo nivel (expresión para capacidad máquina).

El lenguaje C inicialmente fue creado para la programación de Sistemas Operativos, Intérpretes, Editores, Ensambladores, Compiladores, Administradores de bases de datos y actualmente puede ser utilizado para una gran gama de dispositivos de diversas áreas, esto debido a la existencia de compiladores encargados de facilitar el entendimiento humano, manejando un nivel alto de programación.

La estructura básica de un programa en C se muestra en la Figura 2.6

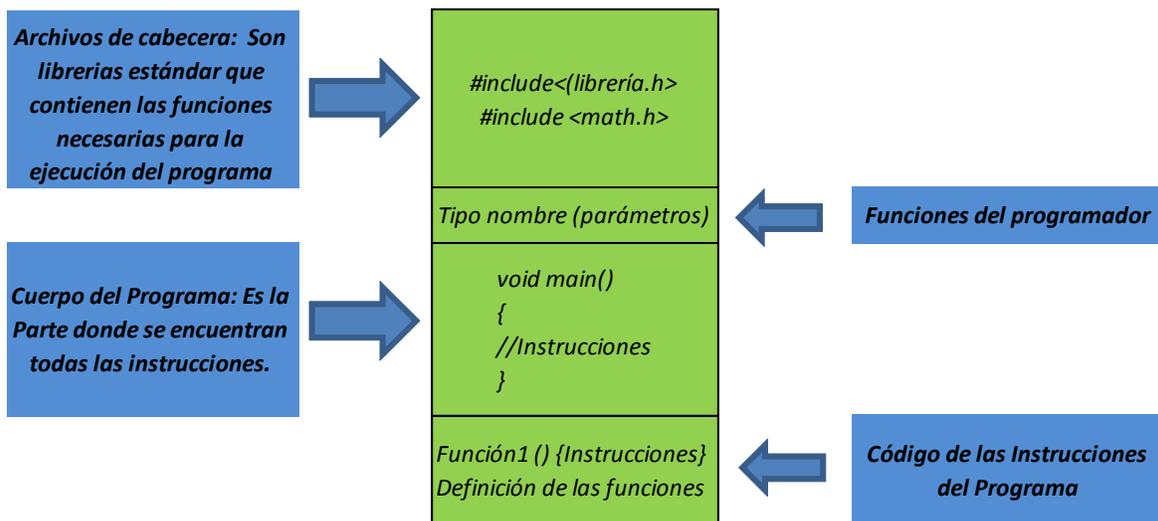


Figura 2.6 “Partes principales de un programa en C”

### 2.5.2 AJAX

Por sus siglas en inglés AJAX quiere decir “Asynchronous JavaScript And XML” (Figura 2.7) y se refiere a la transferencia de información utilizando el lenguaje JavaScript para controlar procedimientos de transferencia, datos que fluyen en 2 canales independientes.



Figura 2.7 “Logotipo lenguaje AJAX”

AJAX se trata de varias tecnologías que se unen para formar un lenguaje unificado de programación, en la figura 2.8 puede observarse cómo las tecnologías de información se van uniendo.

La combinación de lenguaje HTML, usado para el diseño común de las páginas web, así como del lenguaje Javascript, el cual es un lenguaje que permite interactuar elementos físicos con elementos virtuales, permite a Ajax ser un lenguaje muy aplicado en el área de instrumentos virtuales, donde tiene la capacidad de leer información desde interfaces de usuario (por ejemplo una página web).

Las tecnologías que forman AJAX son:

- XHTML y CSS, para crear una presentación basada en estándares.
- DOM, para la interacción y manipulación dinámica de la presentación.
- XML, XSLT y JSON, para el intercambio y la manipulación de información.
- XMLHttpRequest, para el intercambio asíncrono de información.
- JavaScript, para unir todas las demás tecnologías.

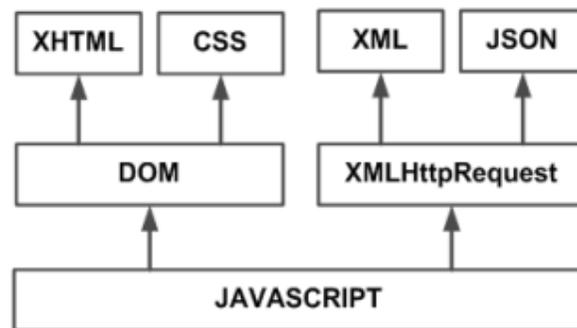


Figura 2.8 “Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX”

### **2.5.3 HTML**

También conocido como Hyper Text Markup Language (HTML), es un lenguaje de marcación de elementos para la creación de documentos de tipo hipertexto. El uso del hipertexto se ha convertido en una de las bases de internet, lo que ha popularizado enormemente el lenguaje HTML, hasta el punto de convertirlo en el estándar.

Los encargados de comprender y traducir este lenguaje son los navegadores, esto mediante la representación de los mismos directamente en pantalla. Su funcionamiento se basa en el uso de etiquetas o códigos, que permiten dotar de unas determinadas características y propiedades a los textos y elementos que engloban. Estas poseen una apertura, compuesta por el nombre de la etiqueta situada entre los símbolos “<” y “>”, y una clausura, que utiliza el mismo patrón añadiendo una barra (“/”) justo antes del nombre de la etiqueta HTML.

Entre las etiquetas más comunes encontramos <html>, encargada de indicar al navegador que lo que va a encontrarse a continuación está escrito en lenguaje HTML, <head> y <body> que permiten separar las diferentes partes de la página, <a>, empleada para añadir hipervínculos, e <script>, necesaria para añadir funciones del lenguaje JavaScript.

### **2.5.4 JavaScript**

JavaScript es un lenguaje de programación que se utiliza para la creación de páginas web dinámicas<sup>[10]</sup>, las cuales se refieren a páginas que incorporan efectos interactivos, como texto que aparece y desaparece, animaciones, acciones que se activan al pulsar botones y ventanas con mensajes de aviso al usuario.

Aunque pareciera por su raíz semántica que JavaScript forma parte del lenguaje Java, éste no tiene ninguna relación directa. El lenguaje fue inventado por Brendan Eich en la empresa Netscape Communications, que es la que fabricó los primeros navegadores de Internet comerciales y apareció por primera vez en el producto de Netscape llamado Netscape Navigator 2.0.

---

[10] J. M. Alarcón Aguín, "Fundamentos de Javascript Y Ajax - Para Desarrolladores Y Diseñadores Web", Krasid Consulting, 2012, pág. 27-34

Los autores inicialmente lo llamaron Mocha y más tarde LiveScript pero fue rebautizado como JavaScript en un anuncio conjunto entre Sun Microsystems y Netscape, el 4 de diciembre de 1995.

Técnicamente, JavaScript es un lenguaje de programación interpretado (lenguaje de programación que requiere de un intérprete para su ejecución, para JavaScript el intérprete es el navegador), por lo que no es necesario compilar los programas para su ejecución (punto básico para descartar relación entre estos dos lenguajes, siendo que Java si requiere de un compilador).

### 2.6 Monitoreo y Control

La aplicación de dispositivos de monitoreo (sensores) o de acción (actuadores) es esencial para el óptimo alcance de los sistemas de interés<sup>[11]</sup>. Sin embargo, dichos dispositivos normalmente manejan señales no acondicionadas a las capacidades del dispositivo maestro (generalmente un microcontrolador), razón por la cual, es necesaria la aplicación de circuitos de acoplamiento de señales.

#### 2.6.1 Sensores y Actuadores

Aunque actualmente los sistemas remotos cuentan con una amplia gama de dispositivos aplicados, la mayoría se centran en los parámetros básicos de seguridad incluidos en sistemas domóticos para casa habitación o negocio, los cuales son: seguridad (control de accesos, movimiento, humo, fuego, videocámaras, etc.), consumo energético (principalmente luces) y comunicación (alarmas, conexión a internet y control de dispositivos remotamente)<sup>[11]</sup>.

Actualmente los sensores (transductores<sup>[12]</sup>) usados, varían en la misma proporción que en cuanto a cantidad de sistemas puedan diseñarse, aun así poseen clasificaciones<sup>[12]</sup> basadas en características específicas:

-Tipo de señal de monitoreo: mecánica (longitud, área, volumen), térmica (temperatura, calor), eléctrica (voltaje, corriente, resistencia, etc.), magnética (intensidad de campo magnético, densidad de flujo, etc.), óptica (luz, longitud de onda, etc.).

---

[11] J. M. Huidobro Moya y R. J. Millán Tejedor, "Manual De Domótica", Creaciones Copyright, 2010, pág 3-10

[12] R. Pállas Areny, "Sensores y Acondicionadores de Señal", 4 ed., Marcombo, 2003, pág. 1-3

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

-Tipo de señal entregada: Analógicos y Digitales.

-Naturaleza de la señal entregada: Pasivos (generación de una señal eléctrica en respuesta al estímulo externo sin necesidad de conexión a una fuente de energía) y Activos (para la respuesta requiere de una conexión a una fuente de energía).

Por su parte los actuadores utilizados en estos sistemas, se refieren a todos aquellos dispositivos capaces de ejecutar una acción o tarea física mediante la conversión de energía <sup>[12]</sup>, al momento de recibir el estímulo de una señal adecuada. Ejemplo de ellos pueden ser: una cerradura electromecánica, un ventilador, un relevador, una alarma, etc.

### 2.6.2 Acoplamiento de Señales

Los elementos acopladores de señales en los sistemas remotos de monitoreo y control son los encargados de la conversión de energía entre el dispositivo maestro (microcontrolador) y los dispositivos esclavos (sensores y actuadores), haciendo posible que ambos dispositivos realicen sus funciones de manera adecuada.

Dentro del campo de acopladores con mayor aplicación podemos encontrar:

- Convertidor Analógico-Digital:

Circuito electrónico capaz de convertir señales analógicas de voltaje, en señales digitales con un rango de valores binarios.

- Convertidor Digital-Analógico:

Circuito electrónico capaz de convertir señales digitales de voltaje, en señales analógicas.

- Amplificador en configuración: seguidor de voltaje (Acoplador de Impedancias):

Esta configuración del dispositivo (Figura 2.9) permite acoplar impedancias entre dos circuitos o dispositivos con valores distintos. Permitiendo una impedancia de entrada alta y obteniendo una impedancia de salida casi nula<sup>[13]</sup>

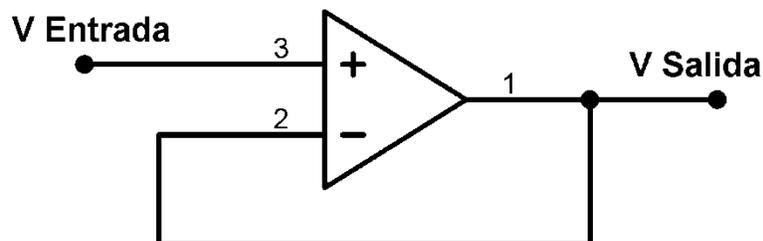


Figura 2.9 “A.O Configuración Seguidor de Voltaje”

[13] G. Morales Santiago y J. Garcia Rodrigo, "Sistemas y circuitos electricos", 1 ed., España: Paraninfo, 2013, pág.186

Su aplicación es muy conocida en la medición de señales provenientes de sensores con pequeñas intensidades de salida, ya que permite realizar mediciones muy exactas por la enorme caída de tensión (alta impedancia) en el interior del dispositivo de medición (comparada con la caída de tensión en el mismo sensor y en el cableado).

- Amplificador en configuración: comparador:

La configuración comparador (Figura 2.10) se utiliza para obtener una señal de salida más estable que la de entrada (de valor muy fluctuante), cuyo funcionamiento se basa en la comparación de dos señales de entrada (señal de interés y señal de referencia), obteniendo a la salida una señal en función a la señal de mayor valor (Nivel alto o bajo según la posición del voltaje de referencia). Este circuito es aplicado en sensores analógicos cuya señal de salida variante no es de interés, sino solo se requiere conocer el rango o estado en el que se encuentra (control de temperatura).

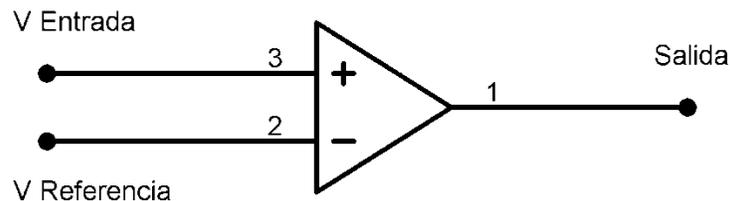


Figura 2.10 “Amplificador en configuración: Comparador”

- Interruptor Digital:

Un interruptor digital comúnmente es un circuito electrónico que funge como medio de control para el accionamiento de un circuito contiguo, el cual puede tener características de operación muy diferentes al circuito de origen. Es aquí donde encontramos circuitos amplificadores de corriente y/o voltaje, acopladores de voltaje Digital-Analógico, acopladores de impedancia e incluso circuitos aisladores por etapas.

Este tipo de circuitos es muy variado debido a la amplia gama de dispositivos que pueden utilizarse en su diseño, según las características del circuito a controlar (voltaje, corriente, impedancia, etc.).

Dentro de los dispositivos más aplicados encontramos: transistores (BJT, FET, JFET, MOSFET, IGBT, Fototransistor, etc.), tiristores (Diac y Triac), relevadores y optoacopladores <sup>[11]</sup>

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

# Capítulo 3

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL

### 3.1. Introducción

En este capítulo se describe y detalla el proceso de diseño del proyecto. Centrándose en fundamentar la selección de dispositivos y elementos, así como explicar las características fundamentales de programación, las estrategias seguidas para la adecuación de una interfaz gráfica más amigable para el usuario (visual y funcional), así como el cálculo y diseño de los circuitos de operación para cada uno de los dispositivos utilizados.

#### 3.1.1 Descripción general del sistema

El sistema remoto propuesto consiste en un conjunto de dispositivos controlados y monitoreados a través de un microcontrolador, el cual, contará con una conexión ethernet a un router estableciendo así una comunicación por red (LAN o WAN), la cual utilizará como medio de interacción con el usuario a una interfaz gráfica, logrando con ello establecer el canal de comunicación vía internet.

Siguiendo esta idea el sistema se dividió en cinco secciones, en las cuales es posible explicar las necesidades fundamentales para lograr el óptimo funcionamiento del mismo.

##### 1) Accionamiento

El sistema deseado busca otorgar al usuario la capacidad de controlar el estado actual de dos parámetros comunes dentro de cualquier hogar, en este caso: el control de una luminaria y de la apertura de una puerta de acceso.

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

En el caso de la lámpara el sistema busca la capacidad de encender y apagar este parámetro, de modo que esta acción no impacte el control de manera manual, sino al contrario, que si la lámpara es accionada manualmente el sistema sea capaz de apagarla y dejar abierta la posibilidad de volver a encenderla desde cualquiera de los dos métodos; ya sea remotamente o manualmente, logrando con ello la flexibilidad en el control y no tener una limitante en el uso de nuestro sistema remoto.

Esta característica de flexibilidad entre los sistema de acción también aplica para el control de la apertura de la puerta, el cual se basa únicamente en la apertura de ésta mediante un medio eléctrico, el cual pueda ser accionado desde la interfaz gráfica mediante la acción de un botón (mismo caso que para la lámpara).

### 2) Monitoreo

Igual que en el caso de los actuadores, el sistema propuesto busca el continuo monitoreo de la posición de una puerta y una ventana, así como el estado actual de una lámpara. Todas estas, variables ubicadas dentro del hogar.

Para el caso del monitoreo de la posición de la puerta y la ventana, el sistema no está enfocado a monitorear parámetros intermedios en su estado, es decir, no desea saber si la ventana se quebró o si se rompió, ni tampoco si la cerradura de la puerta está siendo alterada o fue abierta, sino que solo se interesa por saber si estos elementos fueron abiertos (considerando con ello que la posición de un cierre total es la condición de reposo y la posición de referencia), tomando como abierto cualquier otra posición diferente a la posición de cierre total.

En términos del monitoreo de la lámpara y retomando que uno de las visiones que tiene el sistema es el apoyo a reducir el efecto del calentamiento global, el sistema prevé el monitoreo de este parámetro mediante el sensado de la luz emitida por ésta, no importando si la lámpara dejen de funcionar o si el estado del interruptor de accionamiento está en conducción o no.

Haciendo uso de todos los elementos tecnológicos actuales, y en especial aquellos que permitan brindar un mayor grado de seguridad acerca del estado actual del hogar para el usuario, el sistema pretende la integración de una cámara de video la cual permita al usuario la visualización de una o de varias zonas de vital interés dentro de su mismo hogar.

## Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

### 3) Control

Debido a que el sistema busca la integración de varios sistemas independientes con tareas diferentes entre sí pero que en conjunto tienen un objetivo en común es necesario el uso de un dispositivo capaz de monitorear y generar todas las señales provenientes y necesarias para el correcto funcionamiento de cada uno de los subsistemas mencionados.

Esta necesidad pretende satisfacerse mediante la acción de un microcontrolador, el cual mediante la acción de sus puertos de entrada y salida, así como de señales especiales como PWM y ADC pueda interpretar y generar las señales utilizadas en cada uno de los elementos del sistema.

### 4) Comunicación

Una de las características principales del sistema, es que busca una comunicación remota con el usuario, refiriéndose como remota a una comunicación vía internet (una red LAN y/o WAN). Para lograr esta comunicación el sistema busca utilizar el protocolo TCP/IP mediante el uso del estándar Ethernet.

Es aquí donde también entra en juego el papel que desempeña el microcontrolador, ya que además de ser el encargado de realizar el control del sistema en general, también es el responsable de la correcta transmisión y recepción de la información generada en las etapas de monitoreo o utilizadas en las etapas de accionamiento.

### 5) Interfaz grafica

Para la correcta aplicación del sistema es necesaria la fácil interacción del usuario con el sistema, haciendo con ello necesario el uso de un ambiente agradable y de fácil manejo, el cual otorgue al usuario un ambiente accesible y con las características necesaria para lograr una interacción correcta entre la interfaz y el mismo sistema de control, es decir, que las acciones generadas desde la interfaz o la información de monitoreo mostrada en ella sean correctamente entendidas por ambos sistemas, garantizando con ello su óptimo funcionamiento en conjunto.

## 3.1.2 Diagrama a bloques del sistema

Con la finalidad de realizar un mejor análisis del proceso de diseño y entender completamente el objetivo del sistema remoto, este se separó en cuatro bloques fundamentales basados en su función y acomodados según el proceso de interacción con el usuario (Figura 3.1):

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

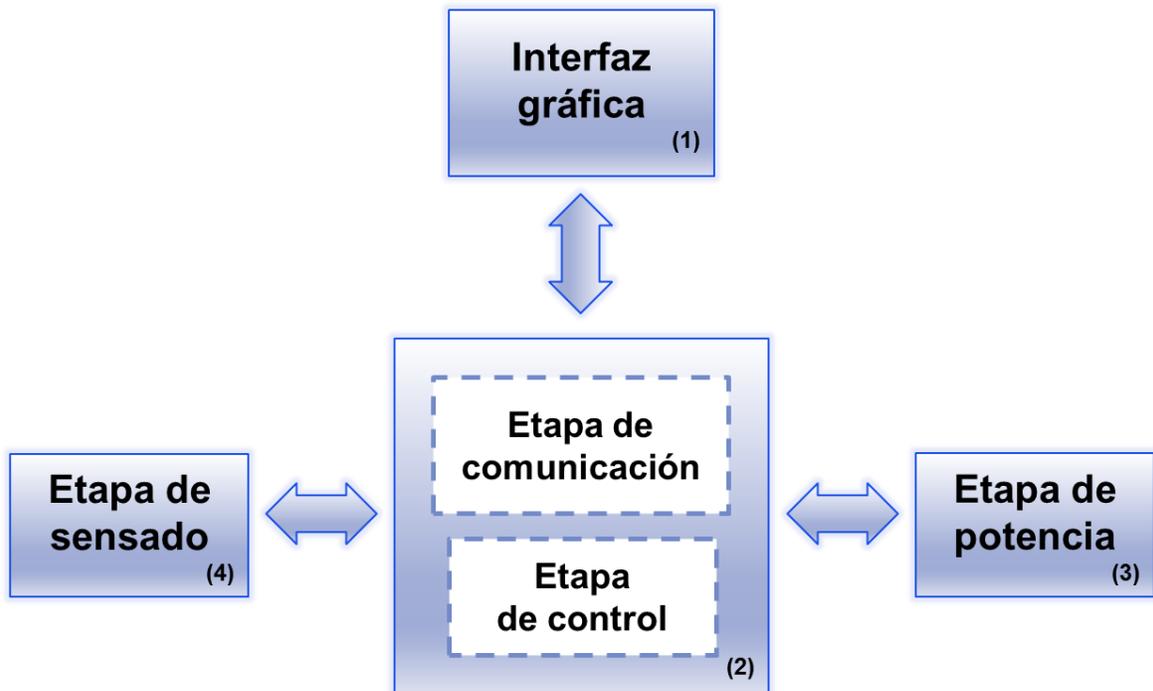


Figura 3.1 “Diagrama a Bloques”

El diagrama anterior está compuesto por tres etapas funcionales que mantienen una comunicación bidireccional con el bloque central, que en esencia es la etapa principal, pero que a su vez estará dividida en dos partes: la etapa de control (Monitoreo y accionamiento) y la etapa de comunicación (transmisión y recepción de información).

### Bloque 1:

El bloque de la Interfaz gráfica (#1), es el bloque que comprende la interacción del usuario con todo el sistema mediante el uso de un ambiente gráfico de fácil acceso y uso. Acceso que se busca obtener desde cualquier medio electrónico capaz de acceder a un navegador web y con ello a Internet. De modo que usando una página web, el usuario pueda tener acceso al sistema sin limitarse a un sistema operativo específico ni haciendo necesaria la instalación de alguna aplicación.

Esta interfaz pretende otorgar al usuario una visión completa del sistema, mediante paneles de visualización así como un panel de control que permita la manipulación directa de las variables controladas dentro del sistema. Y aunque este es el primer bloque en interactuar de forma directa con el usuario este no trabaja de forma independiente, ya que es una extensión del microcontrolador la cual permite entender las acciones

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

comandadas por el usuario así como poder mostrar al usuario la situación actual de las variables en el sistema.

Bloque 2:

Considerando el proceso de interacción que se desea con el usuario, cada uno de los bloques ocupa un papel fundamental para el funcionamiento del sistema, sin embargo, el bloque de mayor importancia es el bloque central (#2). Este bloque a pesar de no ser el primero en interactuar de manera directa con el usuario (la interfaz gráfica será el medio de comunicación de primer contacto entre el usuario y el sistema), si será el encargado de llevar a cabo las instrucciones tomadas por él y de comunicarle el estado actual de las variables.

Esta posibilidad busca que todo lo que se transmite o se recibe del usuario sea a través de una interfaz gráfica la cual será generada por la acción del mismo microcontrolador y que para establecer dicha comunicación se hará uso del protocolo TCP/IP y del estándar Ethernet.

Para poder establecer la etapa de comunicación en este bloque en base a lo antes mencionado, es necesario que el microcontrolador cuente con dispositivos auxiliares tanto de software como de hardware. En el aspecto físico es necesario contar con el cableado necesario para llegar al router así como del conector utilizado en el estándar Ethernet, el cual será el medio físico para la transmisión de la información. Así mismo si el microcontrolador no posee un puerto Ethernet dedicado o se desea una conexión externa, es necesario el uso de un controlador Ethernet. Este elemento puede ser utilizado por el microcontrolador mediante una comunicación serial o I2C y se encarga de convertir los datos transmitidos al estándar Ethernet logrando así la transmisión de los paquetes de datos en forma correcta.

En cuanto a software el microcontrolador debe de contar con el programa que reconozca el protocolo TCP/IP, para saber interpretar los datos de entrada y poder generar los datos de salida correspondientes a cada una de las variables del sistema.

En lo que respecta a la etapa de control, los circuitos previstos buscan el monitoreo de las variables, así como su accionamiento de una manera digital booleana, es decir, que con la simple acción de una entrada o salida en alto (voltaje de alimentación) o en bajo (voltaje nulo), estos lleven a cabo las acciones correspondientes o informen en tiempo real del estado de las variables en el sistema.

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

De esta manera el microcontrolador a utilizar debe contemplar al menos las siguientes características indispensables en el diseño de un sistema remoto que ocupe como medio de comunicación al estándar Ethernet y el protocolo TCP/IP:

- Voltaje de alimentación preferible de 3 a 5 Volts
- Velocidad de reloj mínima de 20 MHz
- Mínimo un puerto de entrada salida para los elementos de control y monitoreo
- Buffer de comunicación mínimo de 8Kbyte
- Capacidad de conexión a conector Ethernet 10Base-T Port
- Un mínimo de 2 comunicaciones seriales
- Memorial flash superior a 64 kbytes
- Capacidad para conexión de una memoria externa vía SPI
- Sistema compatible con el Controlador Ethernet y la norma IEEE 802.3
- Contar con un módulo MAC
- Contar con un módulo PHY

### **Bloque 3:**

El bloque de potencia es el equivalente a la aplicación de los circuitos de accionamiento de la cerradura y de la lámpara. Los cuales basan su funcionamiento en la acción de los elementos actuadores mediante un relevador capaz de actuar como un interruptor. Este elemento debe ser capaz de interpretar la señal proveniente del microcontrolador, es decir, debe trabajar en un rango de voltaje de 3 a 5 Volts y manejar voltajes de corriente alterna mínimo de 120 Volts, así como soportar una corriente mínima de 1 Amper en sus terminales de carga.

Este proceso de accionamiento involucra el diseño de los circuitos de manera que el relevador sea capaz de responder a la señal resultante del microcontrolador (basada en una señal digital: “0” o “1”) y que en consecuencia ejecuten la acción mandada por el usuario desde la interfaz gráfica.

### **Bloque 4:**

El bloque de sensado hace referencia a los circuitos que se emplearán como medio de sensado de cada variable en el sistema, además de los elementos que permitirán detectar los cambios en ellas.

Considerando el enfoque de monitoreo mencionado en el punto 3.1.1 los dispositivos de sensado deben ser elementos que permitan observar un patrón de comportamiento

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

estable y conocido, de modo que el diseño de los circuitos pueda prever ese comportamiento y generar las señales adecuadas para la correcta interpretación del microcontrolador. Por otro lado, con la finalidad de hacer un sistema más simple en cuanto a tamaño y costo, los elementos deber ser capaces de trabajar con un nivel de voltaje similar al manejado por el microcontrolador, esto para asegurar su correcta compatibilidad y no requerir de un circuito acoplador de voltaje.

## 3.2. Diseño del Sistema

Considerando los requerimientos de cada uno de los bloques del sistema mencionados en el punto anterior, se hizo un análisis de los posibles elementos a utilizar y se fundamentó su elección, separándolo así en las tres partes donde se requiere el uso de elementos específicos.

### 1) Control y comunicación

Actualmente los sistemas remotos conectados vía internet pueden comunicarse mediante dos métodos. El primero de ellos consta en utilizar un microcontrolador el cual posea un puerto dedicado para la conexión ethernet y el segundo basado en el uso de un controlador externo el cual implementa todo el proceso necesario para realizar la comunicación.

En el primer caso se buscaron microcontroladores con las características mínimas de funcionamiento para una comunicación Ethernet, dentro de los cuales se hallaron varios microcontroladores del fabricante Microchip, uno de Atmel y uno de Freescale, los cuales se describen brevemente en la tabla 3.1

Tabla 3.1 “Microcontroladores con capacidad de comunicación Ethernet”

Fabricante/Modelo	Descripción Básica
<b>Atmel</b> <b>AT32UC3A1128</b>	Microcontrolador AVR de 32 bits con puerto Ethernet dedicado (Ethernet MAC 10/100 Mbps, estándar 802.3) Dos canales de comunicación SPI Memoria Flash de 128Kbytes Velocidad superior a 33MHz Buffer de comunicación de 32Kbytes Conexión de 100 pines (69 Pines de entrada-salida (GPIOs)) Voltaje de alimentación de 1.8 a 3.3 Volts (Soporte de 5 Volts en GPIOs)  *Precio elevado (\$210.00), poca disponibilidad (No en México), capacidades superiores, ninguna experiencia de su uso.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

<p style="text-align: center;"><b>NXP Semiconductors  LPC2364FBD100</b></p>	<p>Microcontrolador de Freescale de 16 bits con puerto Ethernet dedicado (Ethernet MAC 10/100 Mbps, estándar 802.3) Tres canales de comunicación SPI Memoria Flash de 128Kbytes Velocidad superior a 72MHz Buffer de comunicación de 16 y 32Kbytes Conexión de 100 pines (70 Pines de entrada-salida (GPIOs)) Voltaje de alimentación de 3.3 a 3.6 Volts</p> <p>*Precio elevado (\$180.00), poca disponibilidad (No en México), capacidades superiores.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Microchip  PIC18F97J60</b></p>	<p>Microcontrolador PIC de 8 bits con puerto Ethernet dedicado (Ethernet MAC 10Mbps, estándar 802.3, conector 10Base-T) Tres canales de comunicación SPI Memoria Flash de 128Kbytes Velocidad superior a 72MHz Buffer de comunicación de 8 Kbytes Conexión de 100 pines (70 Pines de entrada-salida (GPIOs)) Voltaje de alimentación de 3.3 a 5 Volts</p> <p>*Precio económico (\$56.00), disponibilidad dentro de México, capacidades estándares, experiencia en su uso (documentación), experiencia en la programación de elementos de la misma familia</p>

Con la información anterior se propuso el PIC18F97J60 del fabricante Microchip, cuyas características de comunicación permiten su aplicación en sistemas remotos y de monitoreo tales como el deseado<sup>[14]</sup>.

Este microcontrolador cuenta con un puerto destinado a comunicación Ethernet, el cual incluye los módulos de comunicación que permiten la comunicación vía este medio. El primero de ellos es el modulo MAC (Media Access Control) el cual funciona en el estándar ethernet IEEE 802.3 y que se encarga de tomar la información y empaquetarla para su transmisión, el segundo es el modulo transceptor PHY (Physical Layer transceiver), encargado de codificar y decodificar la información durante la conexión Ethernet.

Por otro lado en el caso de la opción de un controlador externo la búsqueda arrojó dos dispositivos, pero del mismo fabricante: Microchip, los cuales se muestran en la tabla 3.2.

[14] Microchip Technology Inc., «Microchip,» “Pagina oficial de venta de productos (PIC18F97J60)” [En línea]. Disponible en: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en026439>. [Último acceso: 11 Diciembre 2013]

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

Tabla 3.2 “Controladores Ethernet”

Modelo	Descripción Básica
<b>ENC28J60</b>	<p>Controlador Ethernet en la norma IEEE 802.3, con integración de un módulo MAC y el módulo PHY.                      Buffer de comunicación de 8 Kbyte                      Comunicación SPI                      Conexión soportada para el conector Ethernet 10BASE-T                      Velocidad Máxima de 25 Hz                      28 Pines</p> <p>*Precio económico (\$25.00), disponibilidad en México, mucha información sobre su experiencia en uso, sus características no son muy excedidas.</p>
<b>ENC624J600</b>	<p>Controlador Ethernet en la norma IEEE 802.3, con integración de un módulo MAC y el módulo PHY.                      Buffer de comunicación de 24 Kbyte                      Comunicación SPI y por puerto paralelo                      Conexión soportada para el conector Ethernet 100BASE-T                      Velocidad Máxima de 25 Hz                      64 Pines</p> <p>*Precio elevado (\$80.00), disponibilidad en México, dimensiones y características excedidas para el uso deseado</p>

Con la información descrita en la tabla anterior se propuso el controlador ENC28J60, el cual es del mismo fabricante que el microcontrolador propuesto y que ambos manejan una similitud en cuanto a las especificaciones de comunicación en el uso de este estándar

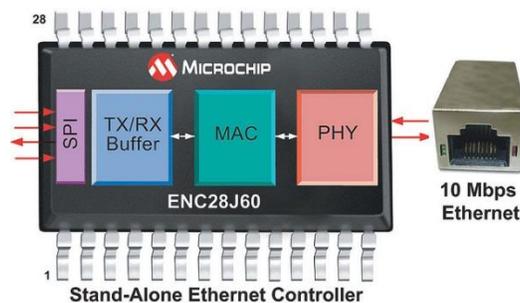


Figura 3.2 “Interfaz de comunicación controlador ENC28J60”

Realizando la búsqueda de este material y considerando los elementos anteriores, se encontró que Microchip ofrece la tarjeta de evaluación: PICDEM.net 2, la cual es una tarjeta de desarrollo para sistemas de control vía internet y que cuenta con estos dos

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

elementos (lo cual otorga la capacidad de usar cualquier método para lograr la comunicación) y que además incluye: una memoria EPROM de 256Kbytes para mayor capacidad de almacenaje (tamaño de la interfaz gráfica), una pantalla LCD de comunicación directa con el usuario, los conectores ethernet, y que por otro lado esta cuenta con todas las conexiones necesaria para la comunicación entre el microcontrolador con sus puertos de entrada-salida, sus pines de programación, su conexión con el controlador ENC28J60 (Figura 3.3), e inclusive con una comunicación por puerto serie que permite su comunicación con el usuario para la configuración de parámetros internos.

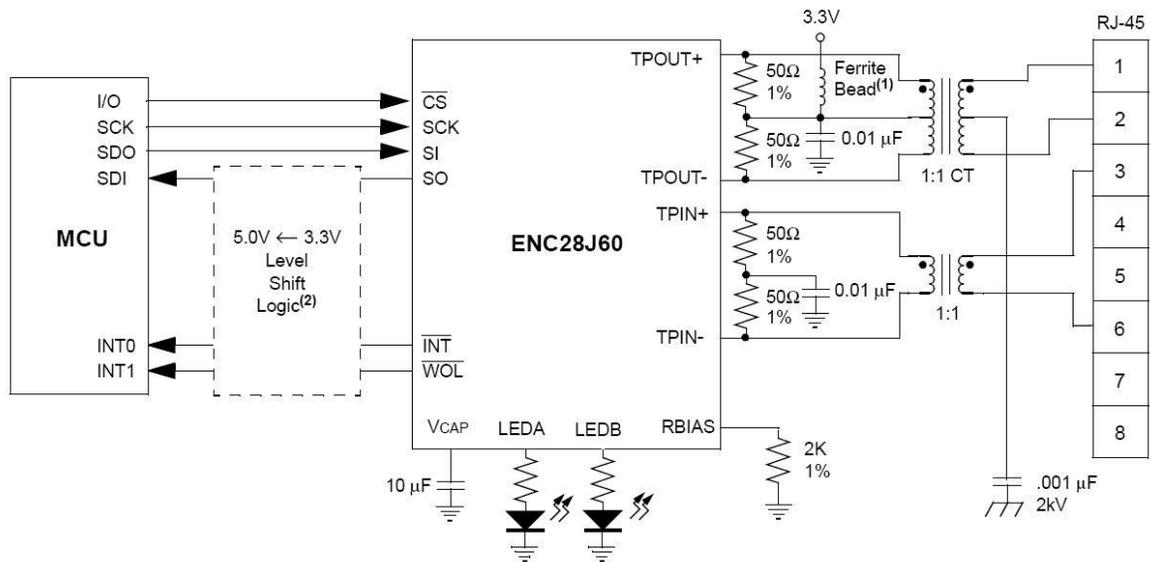


Figura 3.3 “Conexión para comunicación Ethernet de la tarjeta PICDEM.net 2 (Pic 18F97J60 - Controlador ENC28J60 –Conector RJ45)”

De este modo se consideró utilizar esta tarjeta como medio de control y comunicación de nuestro sistema, gracias a que cuenta con más de las características mínimas requeridas (sin estar muy excedida), la aplicación de sus elementos son conocidos (amplia documentación) además de que permitirá centrarse más en la programación de nuestras funciones de comunicación, monitoreo y control al reducir el tiempo de conexión de cada uno de los elementos antes mencionados.

### 2) Dispositivos de monitoreo

El sistema propuesto como ya se introdujo busca el monitoreo de la posición de cerrado de una puerta y de una ventana, condición que dio origen a la propuesta del uso de interruptores magnéticos, los cuales permitan detectar la posición de cerrado de estas variables, tienen un comportamiento conocido y además pueden trabajar a los niveles de voltaje y corriente soportados por los pines del microcontrolador.

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

Existe una serie de interruptores magnéticos con características de sensado especializado, sin embargo, para este caso el sistema solo monitoreará un solo estado de las variables: su completo cerrado. De este modo el elemento a utilizar es un interruptor magnético sencillo (con dos terminales y dos posibles estados: en conducción o abierto) con capacidad máxima de carga de 300 mAmpers.

Para el caso del monitoreo de la luz, se propuso un fototransistor (de constitución sencilla, es decir, que no cuenta con terminal de control sino que su funcionamiento es por la única acción de la luz incidente en él) que permita detectar la presencia de este parámetro en el sistema.

Este elemento actuara similar a un interruptor dejando fluir una corriente a través de él en presencia de esta variable y manteniéndose en circuito abierto en su ausencia. Del mismo modo, este elemento cuenta con la capacidad de interactuar en los rangos de voltaje y corriente en los que trabaja el microcontrolador mediante su correcta polarización.

Por otro lado se propuso el uso de una cámara IP que complemente la capacidad de monitoreo en el sistema. Debido a la experiencia en su uso, se propuso una cámara IP wifi del fabricante AXIS modelo 1004W. La cual permite la transmisión de video de manera inalámbrica, lo cual da mayor visión en cuanto a posicionamiento de la misma cámara, además de tener la capacidad de transmitir el video por 4 puertos distintos y a distintas calidades de video, características que permitirán tener una mejor conexión, así como evitar que la cámara y el microcontrolador se traslapen en el uso del mismo puerto de comunicación por la red.

#### 3) Dispositivos actuadores

Para el control de los sistemas actuadores el único criterio de búsqueda fue la capacidad de interactuar con los voltajes manejados en el microcontrolador especificados en la sección 3.1.1 (parámetros determinados por las características de la lámpara y la cerradura eléctrica utilizadas). La cerradura eléctrica en cuestión es una cerradura modelo 321DCB con botón de Philips, la cual trabaja a un voltaje alterno de 12 Volts y una corriente de 1 Amper, el cual se logra con un transformador de estas características incluido en el kit de esta herramienta (transformador reductor con razón de 10:1).

Considerando lo anterior se llegó a la conclusión del uso de un relevador como un interruptor que permita activar y desactivar la variable en cuestión y que pueda ser activado por el microcontrolador, por esta razón se propuso un relevador de 5 volts de corriente directa y con la capacidad mínima de conducción de 127 Volts (Corriente alterna) y 1 Amper.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

De esta manera se estableció el funcionamiento general del sistema, el cual se describe mediante el diagrama de flujo de la figura 3.4, en él, se puede observar que el sistema no tiene un fin en su ciclo, sino que este es un lazo infinito de sensado de variables y muestra de la información, con pequeños brincos en su comportamiento debido a los cambios en las variables existentes en el hogar o por la misma acción tomada por el usuario.

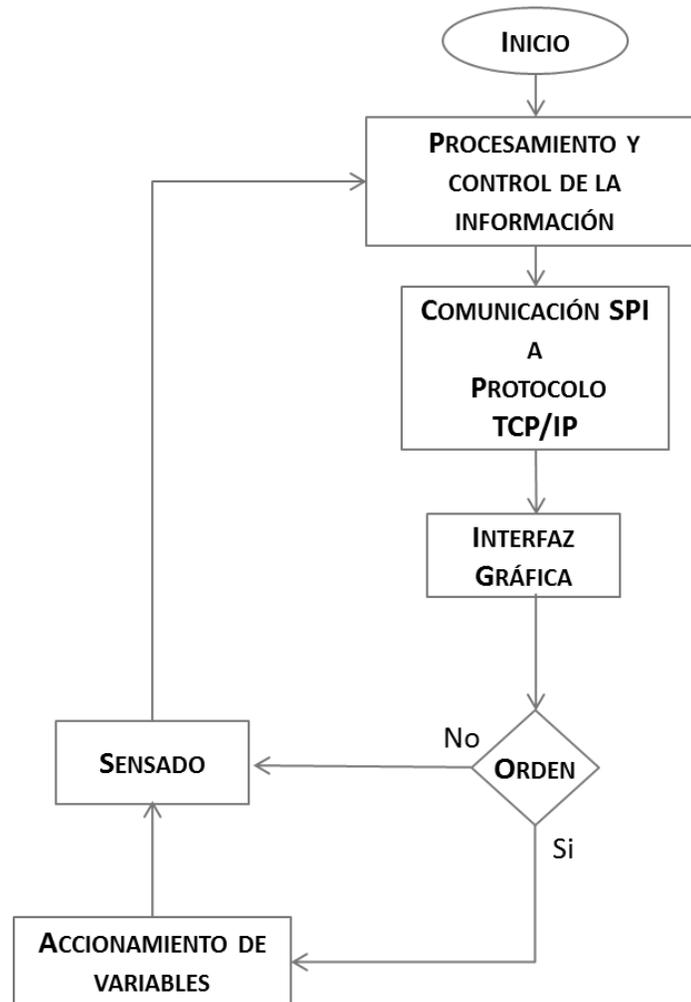


Figura 3.4 “Diagrama de Flujo del Sistema”

### 3.3 Primer Bloque: Interfaz Gráfica

El primer bloque está comprendido por la interfaz gráfica, siendo esta el medio de comunicación entre el microcontrolador y el usuario. Esta interfaz basada en una página web, es generada por el microcontrolador y montada en un servidor (creación de un

## Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

punto de acceso para interacción con usuarios de internet) mediante la conversión de comunicación SPI a protocolo TCP/IP.

Las especificaciones de programación para la interfaz que genera la tarjeta, es el uso de lenguaje AJAX, el cual permite la creación de una página dinámica y agradable a la vista del usuario. Siguiendo el consejo del fabricante se procedió a usar este tipo de lenguaje manejando como herramienta de edición el bloc de notas del sistema operativo Windows 7 y como herramienta de interpretación del archivo el navegador web Google Chrome versión “31.0.1650.63 m”.

En la Figura 3.5 se muestra la página web precargada en la tarjeta PICDEM.net 2 de fábrica, la cual posee una barra con cuatro hipervínculos (Home, Features, Architecture y Stack Footprint), los cuales hacen una redirección a páginas secundarias.

**MICROCHIP**  
The Embedded Control Solutions Company

# Microchip TCP/IP Stack

[Home](#)   [Features](#)   [Architecture](#)   [Stack Footprint](#)

**Welcome!**  
Stack version: Unknown  
Build date: Unknown

This site is used to demonstrate the power and abilities of an 8 or 16-bit embedded web server. This site is powered by a Microchip PIC microcontroller running a Microchip TCP/IP Stack. Everything you see is served through a Microchip ENC28J60 10Base-T Ethernet controller or the PIC18F97J60 family Ethernet module.

The bottom portion of this page illustrates real-time control of the demo board. The "Status"

**Actions**

Toggle LEDs:

Write to LCD:

**Status**

section refreshes with board information periodically using JavaScript and the "Actions" section issues commands to toggle the on-board LEDs or LCD text (if LCD module is present).

You can push the on-board switch(es) or rotate the potentiometer and see the new data. You may also click on one of the two LED command buttons to toggle the on-board LEDs.

If your browser does not support AJAX, you may wish to see [this page](#) for an easily refreshable static snapshot of the board state with control options.

Figura 3.5 “Página web precargada de fábrica”

### 3.3.1 Funciones Principales JAVASCRIPT

En el proceso de elaboración de la interfaz se utilizaron funciones con fines específicos (scripts), las cuales se definieron dentro de la sección de cabecera (HEAD) del archivo HTML, esto con la finalidad de que al momento de cargar el cuerpo de la página estas funciones ya se hayan ejecutado y tengan información actual que mostrar en la interfaz.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

### a) Compatibilidad

La primera función permite el uso de exploradores más antiguos a los que actualmente se utilizan (navegadores anteriores a Internet Explorer 5). Dicha función se describe a continuación:

```
<script language="JavaScript">
  var xmlHttp;
  var ObjArray = new Array;

  function GetXmlHttpRequest(handler)
  {
    var objXmlHttp = null;

    if(navigator.userAgent.indexOf("MSIE")>=0)
    {
      var ClassName = "Msxml2.XMLHTTP";
      if(navigator.appVersion.indexOf("MSIE 5.5")>=0)
      {
        ClassName = "Microsoft.XMLHTTP";
      }
      try
      {
        objXmlHttp = new ActiveXObject(ClassName);
        objXmlHttp.onreadystatechange = handler;
        return objXmlHttp;
      }
      catch(e)
      {
        alert("Error: ActiveX scripting may be disabled.");
        return;
      }
    }
    else
    {
      try
      {
        objXmlHttp = new XMLHttpRequest();
        objXmlHttp.onload = handler;
        objXmlHttp.onerror = handler;
        return objXmlHttp;
      }
      catch(e)
      {
        alert("Error: Browser may not be supported or browser
        security restrictions are too high. XMLHttpRequest()
        support is required.");
      }
    }
  }
}
```

### b) Interacción

La segunda función permite que los botones de acción incluidos en la interfaz gráfica, actúen directamente sobre la tarjeta de desarrollo PICDEM.Net2. Esto debido a que la función manda las instrucciones directamente a la memoria EEPROM de la tarjeta,

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

instrucciones que posteriormente se convertirán en acciones físicas al ser interpretadas por el microcontrolador y a su vez por los elementos actuadores del sistema.

La función `GetServerFile` se describe a continuación:

```
function GetServerFile(FileName, AssignTo)
{
var Niftyobj = new Object();
Niftyobj.XMLDevice = new GetXmlHttpRequest(StateChanged2);
Niftyobj.XMLDevice.open("GET", FileName, true);
Niftyobj.XMLDevice.send(null);
Niftyobj.Text = AssignTo;
objArray.push(Niftyobj);
}
```

#### c) Monitoreo

Los archivos `.CGI` que complementan la página web son los encargados de contener las direcciones de memoria definidas en el programa del microcontrolador, los cuales se utilizan en la interfaz para monitorear el estado de los componentes del sistema (sensores), es decir, son los que mostrarán el estado de los elementos físicos del sistema de seguridad a través de la página web.

La función mostrada a continuación es la primera de las funciones encargadas de monitorear el estado de las variables en el sistema, y cuya función radica en mandar a llamar al archivo `Status.cgi` cada vez que se carga la página y el cual a su vez muestra el estado de las variables:

```
{
GetServerFile("status.cgi", "txtAutoupdatestatus");
}
delete objArray[i].XMLDevice;
delete objArray[i];
}
```

La segunda función se encarga de actualizar el llamado del archivo `Status.cgi` cada vez que detecto un cambio en el sistema, y esta se muestra a continuación:

```
function updateStatus()
{
xmlHttp = GetXmlHttpRequest(StateChanged);
xmlHttp.open("GET", "status.cgi", true);
xmlHttp.send(null);
}
```

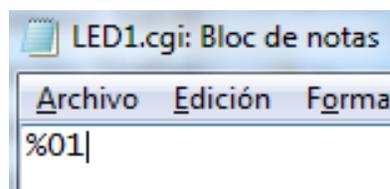
## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Es importante recalcar que se creó un archivo .CGI por cada elemento a monitorear, es decir, si se quiere conocer el estado de la puerta se tiene que crear el archivo “Puerta.CGI” y mandar a llamarlo para mostrarlo en la página web con la función Getserverfile. Sin embargo, si el estado solo se va a visualizar al hacer el llamado de la función Status.cgi estos archivos se pueden omitir, ya que dentro del código del archivo solo es necesario indicar la dirección de memoria de la variable.

Los archivos .CGI generados se definen tanto en el código de la tarjeta como en un archivo de texto con extensión .cgi, el cual debe contener la dirección que se le asignó en el código de la tarjeta y debe llamarse con la etiqueta que identifique la variable en cuestión. A continuación se muestra un ejemplo del código en C, donde se definen las direcciones para 8 variables del sistema, las cuales corresponden al control de los 8 LEDs de la tarjeta PICDEM.net2:

```
#define VAR_LED0      (0x00)
#define VAR_LED1      (0x01)
#define VAR_LED2      (0x10)
#define VAR_LED3      (0x11)
#define VAR_LED4      (0x12)
#define VAR_LED5      (0x13)
#define VAR_LED6      (0x14)
#define VAR_LED7      (0x15)
```

Siguiendo el ejemplo, en la siguiente figura se muestra la creación del archivo LED1.cgi usando el editor de texto (observe que la dirección contenida es la misma que la definida en el código en C):



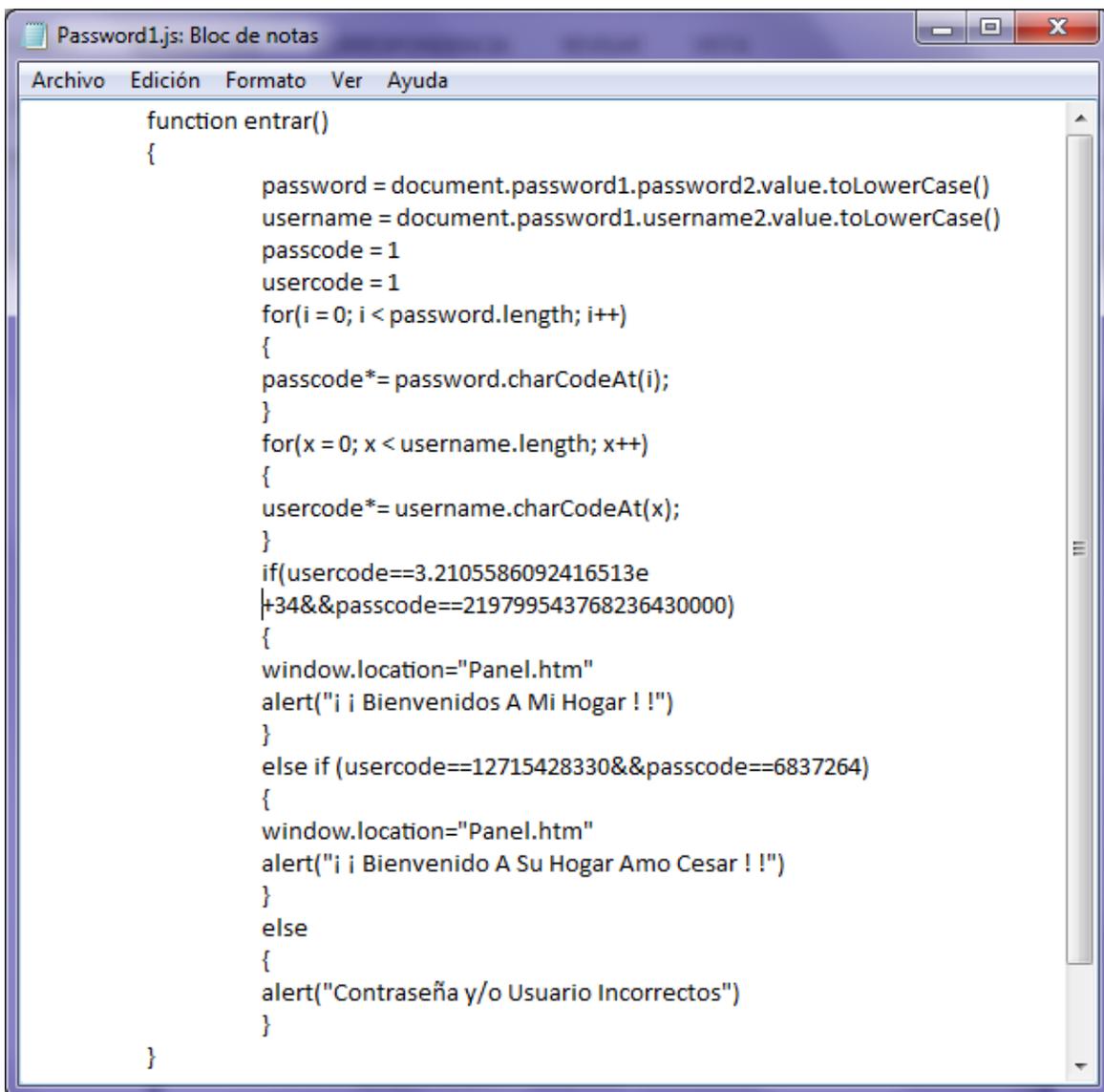
### d) Protección

Uno de los aspectos esenciales en el diseño de la interfaz fue la seguridad, para alcanzar este objetivo se usó una función de identificación mediante el uso de un nombre de usuario y de contraseña. Sin embargo, al considerar las posibilidades de intrusión al

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

sistema esta característica no es suficiente, por lo que se ocupó un algoritmo de encriptación (algoritmo matemático) que pasara los caracteres a un número determinado. Dicho número, resultado del análisis de la cadena de acceso del usuario (contraseña), impide que el intruso pueda infiltrarse al sistema. Aunado a esta característica la función se añadió a un archivo Jason (.js), el cual impide que el usuario final pueda observar el algoritmo de encriptación en el código fuente de la página web.

La función de acceso al sistema, contenida en el archivo Password1.js se muestra en la Figura 3.6.



```
function entrar()
{
    password = document.password1.password2.value.toLowerCase()
    username = document.password1.username2.value.toLowerCase()
    passcode = 1
    usercode = 1
    for(i = 0; i < password.length; i++)
    {
        passcode*= password.charCodeAt(i);
    }
    for(x = 0; x < username.length; x++)
    {
        usercode*= username.charCodeAt(x);
    }
    if(usercode==3.2105586092416513e
+34&&passcode==219799543768236430000)
    {
        window.location="Panel.htm"
        alert("¡ Bienvenidos A Mi Hogar ! !")
    }
    else if (usercode==12715428330&&passcode==6837264)
    {
        window.location="Panel.htm"
        alert("¡ Bienvenido A Su Hogar Amo Cesar ! !")
    }
    else
    {
        alert("Contraseña y/o Usuario Incorrectos")
    }
}
```

Figura 3.6 “Función de seguridad contenida en un archivo Jason”

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

### e) Prevención

La prevención de errores en el sistema permite que la pagina pueda protegerse ante cualquier mal uso que el usuario pueda presentar, como es el caso de dejar la sesión abierta o no cerrar adecuadamente el explorador web. Para ello se insertaron dos funciones. La primera de ellas tiene como función medir el tiempo de inactividad de la página (Sesión iniciada) y llegado a un tiempo máximo mandar cerrar sesión automáticamente. Dicha función se muestra a continuación:

```
<script>
    var timer = 0;
    var activ = false;
    var tempo = 5*60000;

    function estado()
    {
        if (activ)
        {
            window.clearTimeout(timer);
        }
        activ = true;
        timer = window.setTimeout("limite()", tempo);
    }
    function limite()
    {
        alert("Tiempo De Sesion Agotado !")
        window.location=("Inicio.htm")
        close()
    }
</script>
```

La segunda de ellas posee un objetivo similar, solo que cuando la sesión aun no comienza, es decir, cuando el usuario accedió a la página de inicio de sesión, pero al no realizar esta acción, la página se quedó abierta, dando oportunidad a una posible intrusión. De modo que pasado un tiempo determinado esta función se encarga de redireccionarla a otra página comercial.

Dicha función se muestra a continuación:

```
<script>
    function redireccion()
    {
        window.location.href="http://google.com";
    }
    setTimeout('redireccion()',60000);
</script>
```

#### 3.3.2 Estructura HTML

La programación de la interfaz en lenguaje HTML hace referencia al proceso de vista y diseño mediante el uso de colores y elementos que sean agradables al usuario.

La página como todo el sistema en general paso por un proceso de adaptación el cual comprendió distintos diseños, uno de los diseños finales contemplaba utilizar dos botones de acción los cuales controlarán la acción de la puerta y la lampara del sistema. Por otro lado se creó una ventana de visualización donde se monitoreaban los estados de las variables. Este diseño se puede observar en la Figura 3.7.

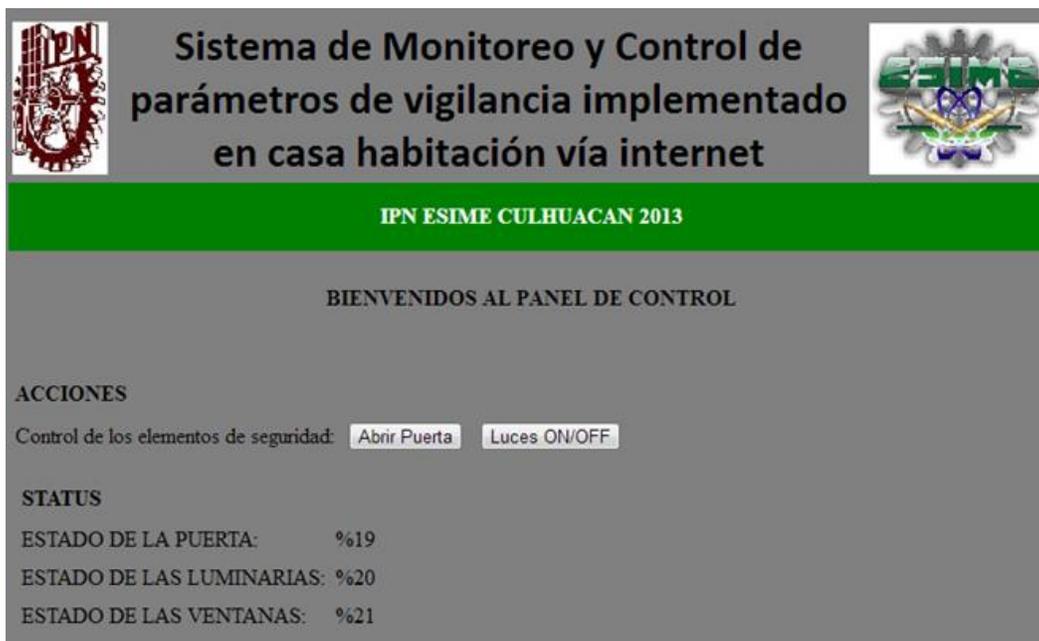


Figura 3.7 “Diseño base de la página web”

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Dicho diseño debido a las características mencionadas en el apartado anterior se modificó adquiriendo el comportamiento descrito en el diagrama de flujo de la Figura 3.8. Donde encontramos que la página principal posee enlaces a páginas secundarias, las cuales muestran información específica para una mejor comprensión o análisis de la información:

- Inicio de sesión
- Panel general de control
- Panel de Sensado
- Panel de Control
- Cámara
- Cierre de sesión

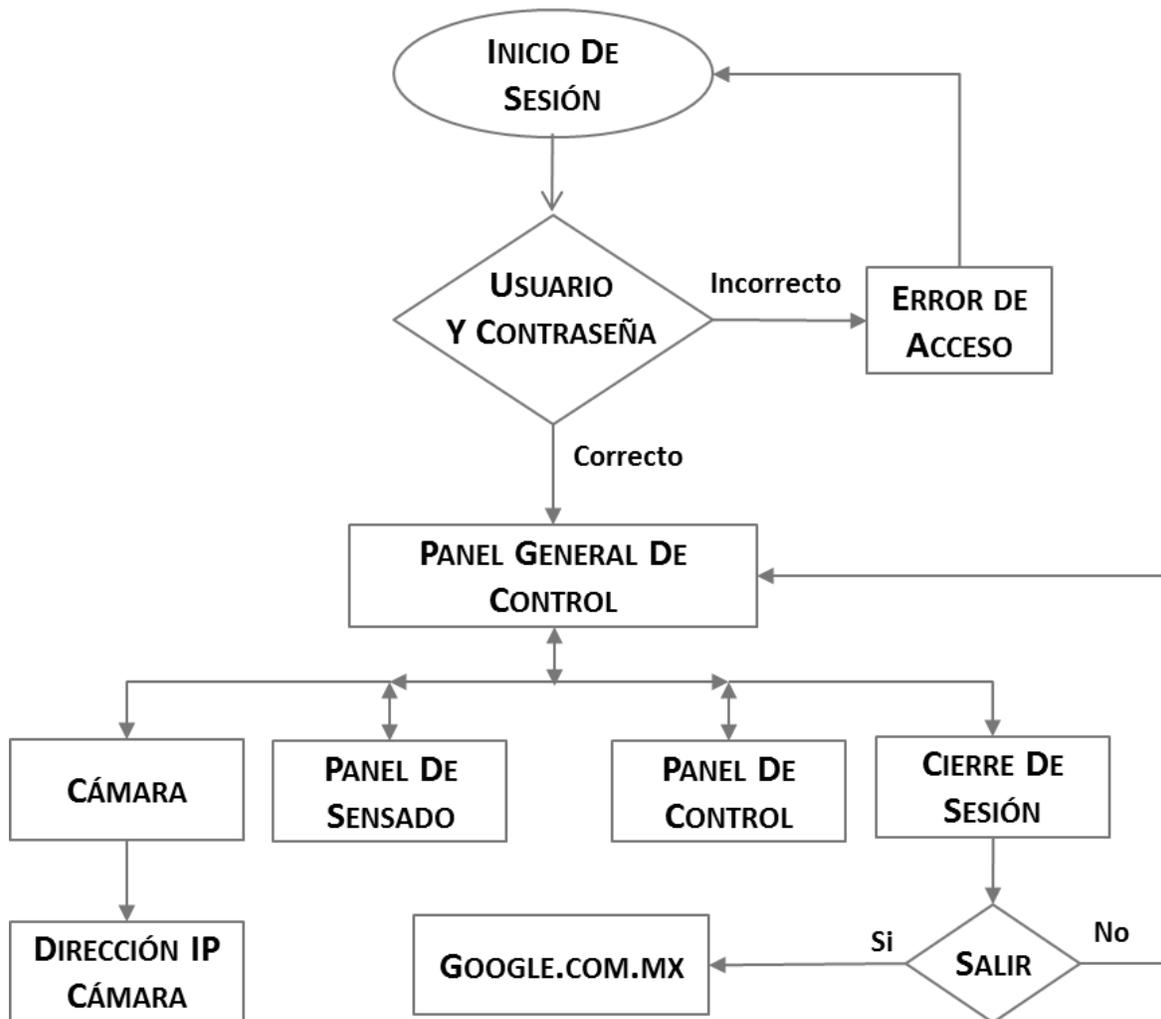


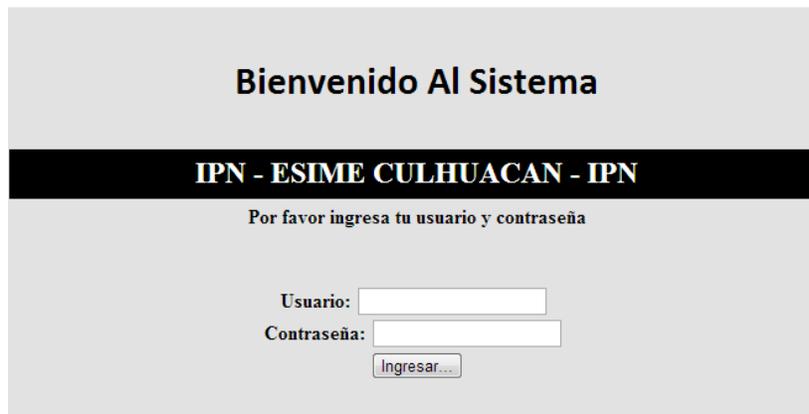
Figura 3.8 “Comportamiento de la Interfaz Gráfica; diseño final”

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

De este modo se llegó al diseño final de la interfaz, el cual quedó con las siguientes características esquemáticas:

- Panel De Acceso (Ingreso Usuario y Contraseña)
- Panel General De Control (Visualización completa del sistema)
- Panel De Sensado (Visualización del estado de las variables del sistema)
- Panel De Control (Visualización de los botones de acción del sistema)
- Panel De Salida (Confirmación de cerrado de sesión)
- Panel de Cámara (Ingreso a la visualización de la cámara)
- Barra de hipervínculos para salto entre los paneles anteriores

El Panel de Acceso y el Panel General de Control se muestran en la figura 3.9 y 3.10.



**Bienvenido Al Sistema**

**IPN - ESIME CULHUACAN - IPN**

Por favor ingresa tu usuario y contraseña

Usuario:

Contraseña:

Figura 3.9 “Panel de Acceso”



**Sistema Remoto De Monitoreo Y Control En Casa Habitación Vía Internet**

Camara 1... Sensado... **IPN - ESIME CULHUACAN - IPN** Control... Salir...

**BIENVENIDOS AL PANEL GENERAL DE CONTROL**

ACCIONES

Control Elementos:

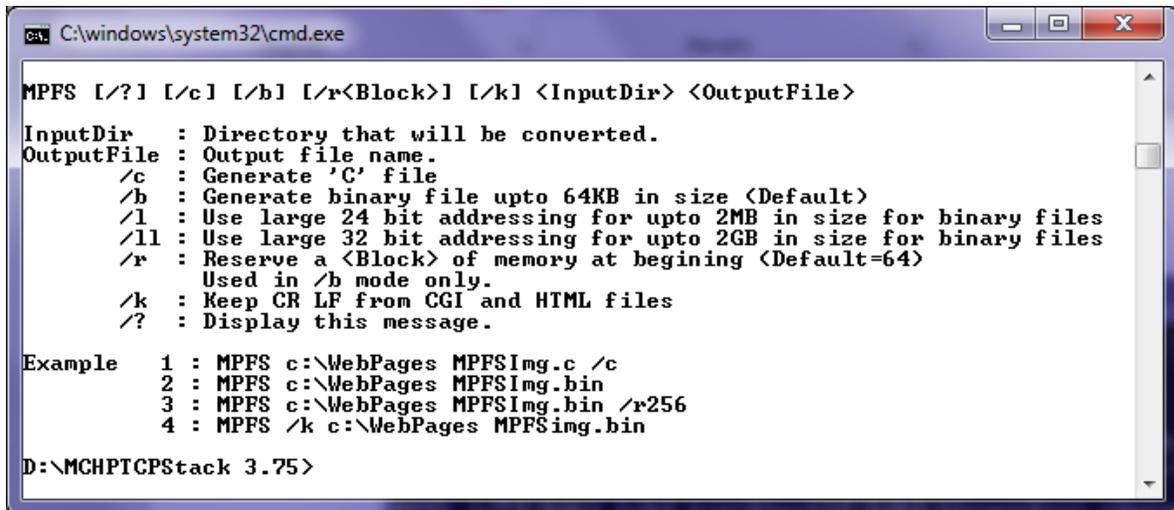
ESTADO

Figura 3.10 “Panel General de Control”

### 3.3.3 Conversión de la interfaz

La interfaz gráfica basada en un lenguaje AJAX debe incluirse en el proyecto de programación (lenguaje C) que se cargará al microcontrolador, sin embargo, para que el software pueda reconocerla, es necesario convertir de lenguaje HTML a un archivo en lenguaje C.

Para lograr esto, Microchip, el fabricante del microcontrolador, proporciona el software MPFS.exe, el cual realiza esta tarea. Para poder ejecutar el programa se utilizó símbolo del sistema, obteniendo el menú de la figura 3.11.



```
C:\windows\system32\cmd.exe

MPFS [/?] [/c] [/b] [/r<Block>] [/k] <InputDir> <OutputFile>
InputDir   : Directory that will be converted.
OutputFile : Output file name.
/c         : Generate 'C' file
/b         : Generate binary file upto 64KB in size <Default>
/l         : Use large 24 bit addressing for upto 2MB in size for binary files
/l1        : Use large 32 bit addressing for upto 2GB in size for binary files
/r         : Reserve a <Block> of memory at begining <Default=64>
            Used in /b mode only.
/k         : Keep CR LF from CGI and HTML files
/?         : Display this message.

Example    1 : MPFS c:\WebPages MPFSImg.c /c
           2 : MPFS c:\WebPages MPFSImg.bin
           3 : MPFS c:\WebPages MPFSImg.bin /r256
           4 : MPFS /k c:\WebPages MPPSImg.bin

D:\MCHPTCPStack 3.75>
```

Figura 3.11 “Símbolo del sistema, ejecución del MPFS.exe”

El paso siguiente para transformar la página web fue seguir el ejemplo 1 mostrado en el menú de la aplicación. Acción que resulta en la creación de un archivo con el nombre MPFSImg.c en la carpeta donde se encuentra el ejecutable MPFS.exe. Dicho archivo debe remplazar al correspondiente a la página precargada en la tarjeta, el cual está alojado en la carpeta “Source” del proyecto de MPLAB.

El proceso completo se muestra en la figura 3.12.

```

C:\Users\Cesar>D:
D:\MCHPTCPStack 3.75>cd D:\MCHPTCPStack 3.75.
D:\MCHPTCPStack 3.75>MPFS.exe
Creates Microchip File System(MPFS) 'C'/binary file from a given directory.
Copyright (c) 2006 Microchip Technology, Inc. Ver. 1.41 (Aug 3 2006)
MPFS [/?] [/c] [/b] [/r<Block>] [/k] <InputDir> <OutputFile>

InputDir   : Directory that will be converted.
OutputFile : Output file name.
/c         : Generate 'C' file
/b         : Generate binary file upto 64KB in size (Default)
/l         : Use large 24 bit addressing for upto 2MB in size for binary files
/ll        : Use large 32 bit addressing for upto 2GB in size for binary files
/r         : Reserve a <Block> of memory at begining (Default=64)
            Used in /b mode only.
/k         : Keep CR LF from CGI and HTML files
/?         : Display this message.

Example    1 : MPFS c:\WebPages MPFSimg.c /c
           2 : MPFS c:\WebPages MPFSimg.bin
           3 : MPFS c:\WebPages MPFSimg.bin /r256
           4 : MPFS /k c:\WebPages MPFSimg.bin

D:\MCHPTCPStack 3.75>MPFS D:\Pagina MPFSimg.c /c
Adding 'D:\Pagina\CONTROL.HTM'...
MPFS Size so far 4718...
Adding 'D:\Pagina\INDEX.CGI'...
MPFS Size so far 5004...
Adding 'D:\Pagina\INICIO.HTM'...
MPFS Size so far 6279...
Adding 'D:\Pagina\INICIO1.HTM'...
MPFS Size so far 7552...
Adding 'D:\Pagina\PANEL.HTM'...
MPFS Size so far 12196...
Adding 'D:\Pagina\PASSWORD.JS'...
MPFS Size so far 12717...
Adding 'D:\Pagina\PASSWORD1.JS'...
MPFS Size so far 13490...
Adding 'D:\Pagina\SALIR.HTM'...
MPFS Size so far 14899...
Adding 'D:\Pagina\SENSADO.HTM'...
MPFS Size so far 18979...
Adding 'D:\Pagina\STATUS.CGI'...
MPFS Size so far 20667...
Adding 'D:\Pagina\VERSION.CGI'...
MPFS Size so far 20678...
    
```

Figura 3.12 “Proceso de conversión de la página web a un archivo C”

### 3.4 Segundo Bloque: Etapa De Control

El segundo bloque del sistema consiste básicamente en el microcontrolador: PIC18F97J60, incluido en la tarjeta PICDEM.net 2. El cual será programado para monitorear el estado de la puerta, ventana y lámpara, controlar el comportamiento de la

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

cerradura y de la lámpara, así como permitir la comunicación de la página web a través de internet usando como medio el protocolo TCP/IP.

### 3.4.1 Descripción de la Tarjeta PICDEM.net 2

La tarjeta Picdem.net 2 (Figura 3.13) es una herramienta de Microchip que tiene la posibilidad de ser utilizada a través de internet, gracias a su forma de comunicación vía protocolo TCP/IP mediante una conexión Ethernet. La cual es posible gracias al controlador ENC28J60 y el código para comunicarse vía este protocolo, cargado en el PIC18F97J60, y que permite un flujo de datos entre la interfaz de usuario y el microcontrolador a través de internet<sup>[15]</sup>.

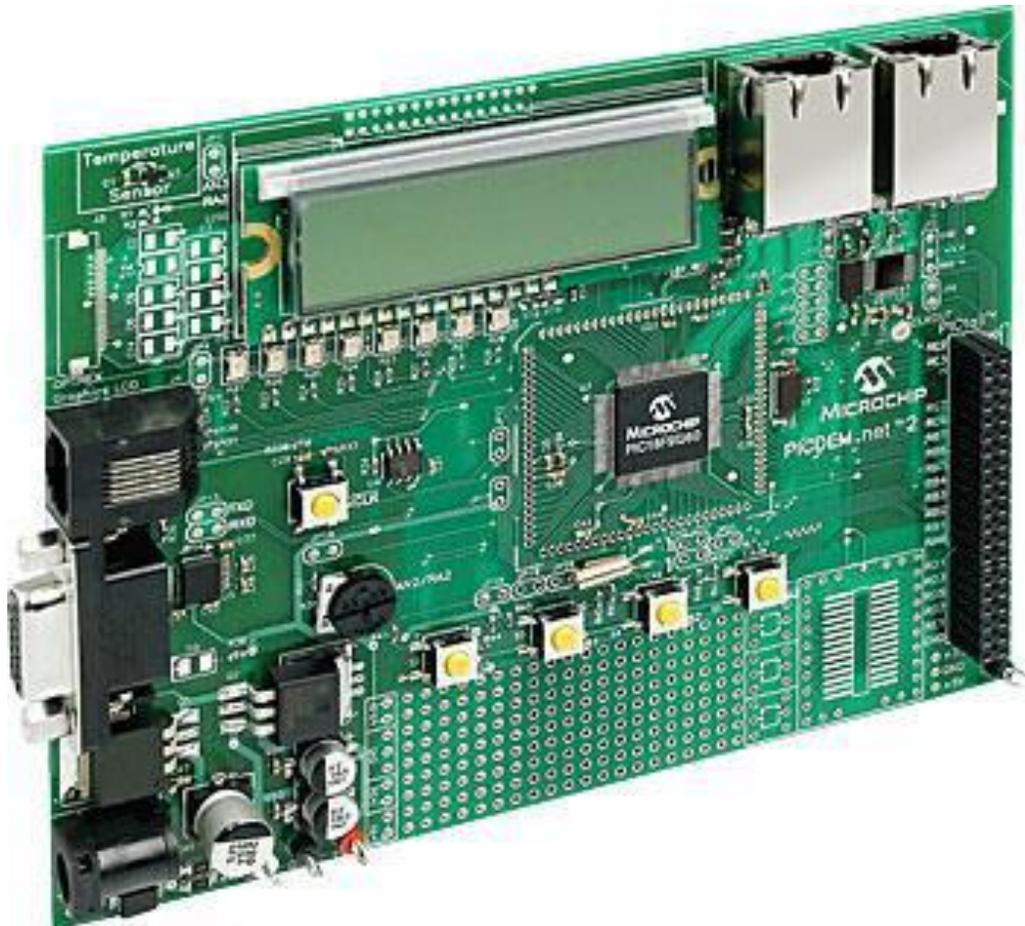


Figura 3.13 “Tarjeta PICDEM.net 2

---

[15] Microchip Technology Inc., «Microchip,» “Manual de usuario PICDEM.net 2” [En línea]. Disponible en: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51623a.pdf> [Último acceso: 15 Mayo 2014].

La Tarjeta PICDEM.net 2 es una tarjeta de desarrollo que permite a los usuarios montar su propia página web con la finalidad de controlar pequeños subsistemas de forma remota. Para ello la tarjeta cuenta con un panel de ampliación, el cual permite agregar dispositivos que complementen el funcionamiento de ésta, según las necesidades y fines del usuario, además de incluir ciertas características de utilidad (Figura 3.14):

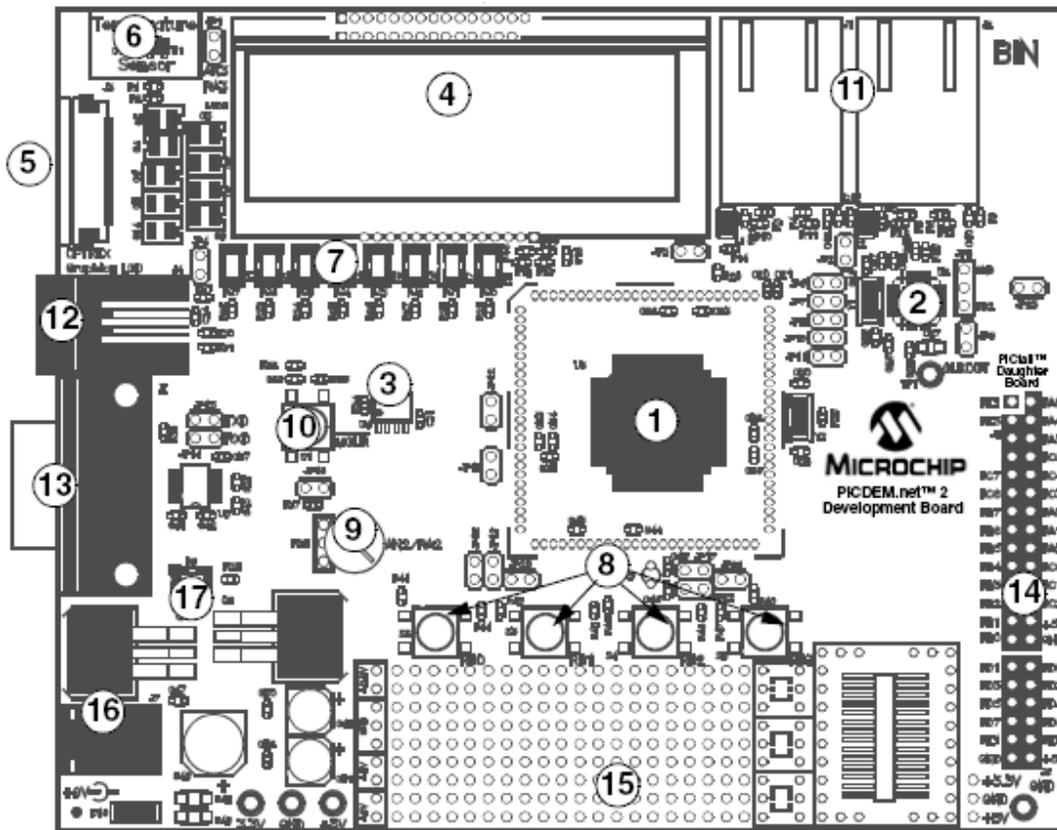


Figura 3.14 Elementos del PICDEM.net 2

#### 1. Microcontrolador:

PIC18F97J60, microcontrolador ethernet de 100-pines incorporado con un controlador y transmisor de Ethernet (ENC28J60). El PIC consta de un reloj de 25Mhz y de un programa demo que contiene una aplicación demostración que usa el stack microchip TCP/IP.

#### 2. Controlador de Ethernet:

ENC28J60, este controlador permite pasar de un protocolo de comunicación SPI al protocolo Ethernet para la transferencia de los paquetes de información.

## **“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

### 3. Memoria:

La tarjeta cuenta con una memoria EEPROM Serial SPI: 24LC256, el cual proporciona 256 Kbits para el almacenamiento de las páginas web. Dicho componente es programable a través de una comunicación SPI.

### 4. Display LCD:

Dispositivo de 2x16 caracteres, el cual proporciona un medio directo de comunicación para muestras de diagnóstico y mensajes de error.

### 5. Conector para LCD:

La tarjeta proporciona un conector de 30 pines para la instalación de un LCD externo.

### 6. Sensor de Temperatura:

El TC1047 es un sensor analógico, conectado a un pin del microcontrolador.

### 7. LEDs:

Ocho LEDs manejados por el Puerto J del microcontrolador

### 8. Panel de Botones:

Los 4 botones de la tarjeta están conectados al Puerto B del microcontrolador

### 9. Potenciómetro:

Un potenciómetro con resistencia máxima de 10KOhm el cual está conectado a un pin ADC del microcontrolador

### 10. Botón Reset:

Botón principal enlazado a la terminal “Master Clear” del microcontrolador, usado para el reset de todos los dispositivos de la tarjeta.

### 11. RJ-45(10Base-T):

Dos Módulos RJ-45, cada uno para la posible conexión por cable recto o cruzado de la tarjeta con el proveedor de servicios de internet (modem o PC)

### 12. RJ-11 (seis-cables):

Este módulo permite la conexión al programa Microchip MPLAB IDE para la programación del microcontrolador (programador Pickit 2).

### 13. Puerto serial:

Módulo RS-232 (puerto serial) acoplado a un conector DB9, el cual permite la configuración IP de la tarjeta y otras características.

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

14. I/O:

Par de conectores hembras (J5 y J6) que permiten el acceso directo a los puertos del microcontrolador (Puerto A al Puerto E).

15. Prototipo de área:

Espacio de orificios con una dimensión de 9x20, para poder agregar circuitos adicionales.

16. Suministro de energía:

Conector de suministro de energía; 9 Volts DC y sección de reguladores a 5 V DC y 3.3 V DC con una corriente común de 500mA.

17. LED de encendido:

LED indicador de encendido de la tarjeta.

#### 3.4.2 Diseño del proyecto de programación

Para la programación del microcontrolador del sistema se utilizó el lenguaje C y el compilador C18 mediante el software MPLAB IDE de Microchip (Figura 3.15).

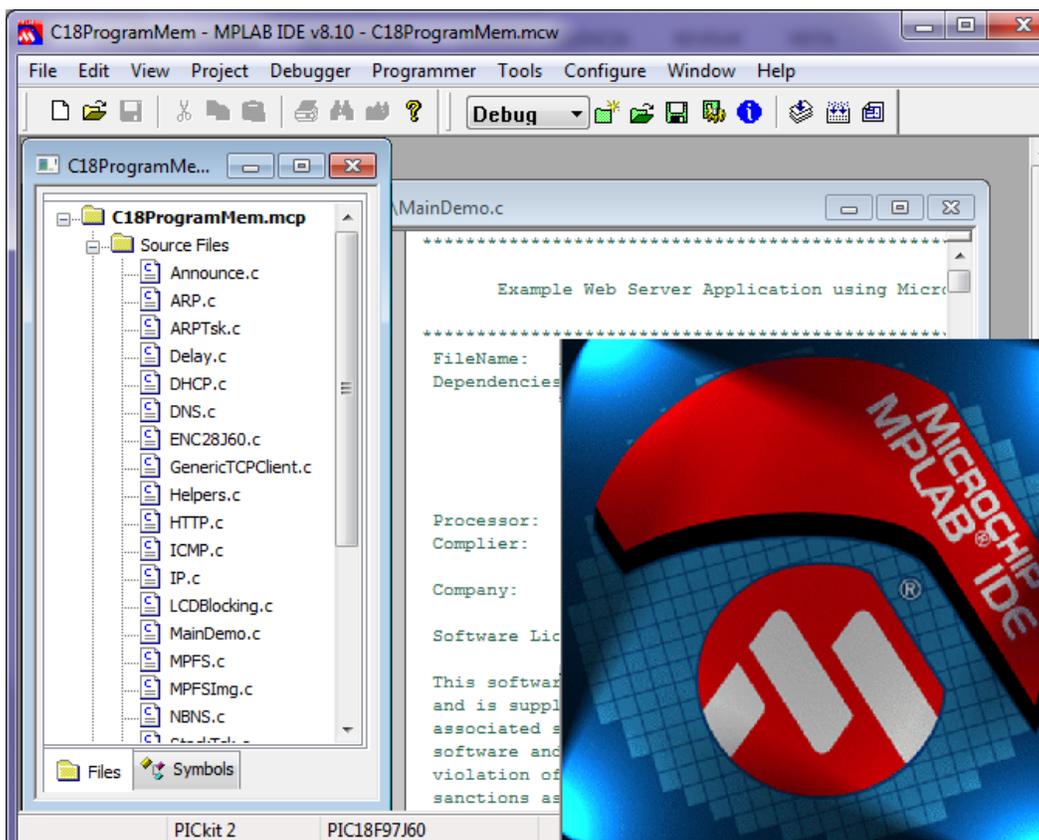


Figura 3.15 “Software y proyecto de programación usado”

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

El proyecto de programación fue separado en varios archivos de programación (.c) los cuales incluyen todas las instrucciones necesarias para llevar a cabo un proceso o tarea específica a desarrollar por el microcontrolador, dentro de los archivos más importantes encontramos los que conforman el stack TCP/IP (incluido gratuitamente con la tarjeta PICDEM.net 2), el archivo correspondiente al controlador ethernet, el correspondiente a la página web, el protocolo HTTP y los archivos de manejo y declaración de los puertos del microcontrolador:

### ✓ DHCP.c

Este archivo pertenece al stack TCP/IP e incluye el proceso seguido por el microcontrolador para poder adquirir una dirección de identificación (dirección IP) ya sea fija o dinámica, la cual le permita establecer una comunicación a través de la red. El archivo permite identificar los datos recibidos a través de la conexión ethernet y responder adecuadamente a ellos.

### ✓ TCP.c

Este archivo pertenece al stack TCP/IP e incluye el proceso seguido por el microcontrolador para poder mandar la información por la capa de transporte del protocolo TCP/IP. El archivo permite la transmisión y recepción de los paquetes de datos desde el usuario (mediante la interfaz web) hasta el microcontrolador y viceversa.

### ✓ IP.c

Este archivo pertenece al stack TCP/IP e incluye el proceso seguido por el microcontrolador para realizar la conexión con el router y asignar la dirección de reconocimiento (IP) al sistema, esto para poder enrutar los datos entre el usuario y el sistema en general (en la capa de Red).

### ✓ ENC28J60.c

Este archivo incluye todas las configuraciones y funciones necesarias para el óptimo funcionamiento del controlador ethernet, con el cual se permite establecer la conexión con el router y de este modo comunicarse vía TCP/IP a través de la red con el microcontrolador.

### ✓ MPFSImg.c

Este archivo corresponde a la traducción en lenguaje C de la interfaz diseñada para la interacción con el usuario.

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

#### ✓ HTTP.c

Este archivo incluye la definición de la página con la que iniciara el sistema (Figura 3.16) y los mensajes de error correspondientes al diseño erróneo de la interfaz de usuario, esto debido al tamaño excesivo del archivo (máximo de 30 KB para el sistema), el error en el nombre de la página o incluso el redireccionamiento entre las páginas incluidas en el proyecto.

```
// Default HTML file.
ROM BYTE HTTP_DEFAULT_FILE_STRING[] = \
    "INICIO1.HTM";
#define HTTP_DEFAULT_FILE_STRING_LEN \
    (sizeof(HTTP_DEFAULT_FILE_STRING)-1)
```

Figura 3.16 “Definición del nombre de la página principal del sistema”

#### ✓ MainDemo.c

En este archivo es donde el usuario define las direcciones destinadas a cada archivo .cgi, manipula las acciones que el microcontrolador llevará a cabo en sus puertos de entrada/salida, en este caso la manipulación de los pines de acción para la cerradura y para la lámpara (Figura 3.17), así como el monitoreo de los pines accionados por los sensores correspondientes a cada variable medida.

```
case CMD_PUERTA:
    // Toggle PUERTA.
    PUERTA_IC ^= 1; //manda activar
    Delay1KTCYx(200); //Duracion del pulso
    PUERTA_IC ^= 1; //manda desactivar
    break;
case CMD_LAMPARA:
    // Toggle LAMPARA.
    LAMPARA_IC ^= 1; //Activacion/Desactivacion
    //del circuito
    break;
}
```

Figura 3.17 “Programación de la acción de los actuadores del sistema”

Finalmente dichos archivos son complementados por los archivos de cabecera (.h), los cuales poseen todas las definiciones y funciones por default que utiliza el microcontrolador para llevar a cabo las tareas especificadas en los archivos de programa. Dentro de los archivos cabecera destacan: DHCP.h, ENC28J60.h, ETH97J60.h, HTTP.h, MPFS.h, TCP.h, IP.h y el archivo Compiler.h, el cual permite realizar las definiciones de

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

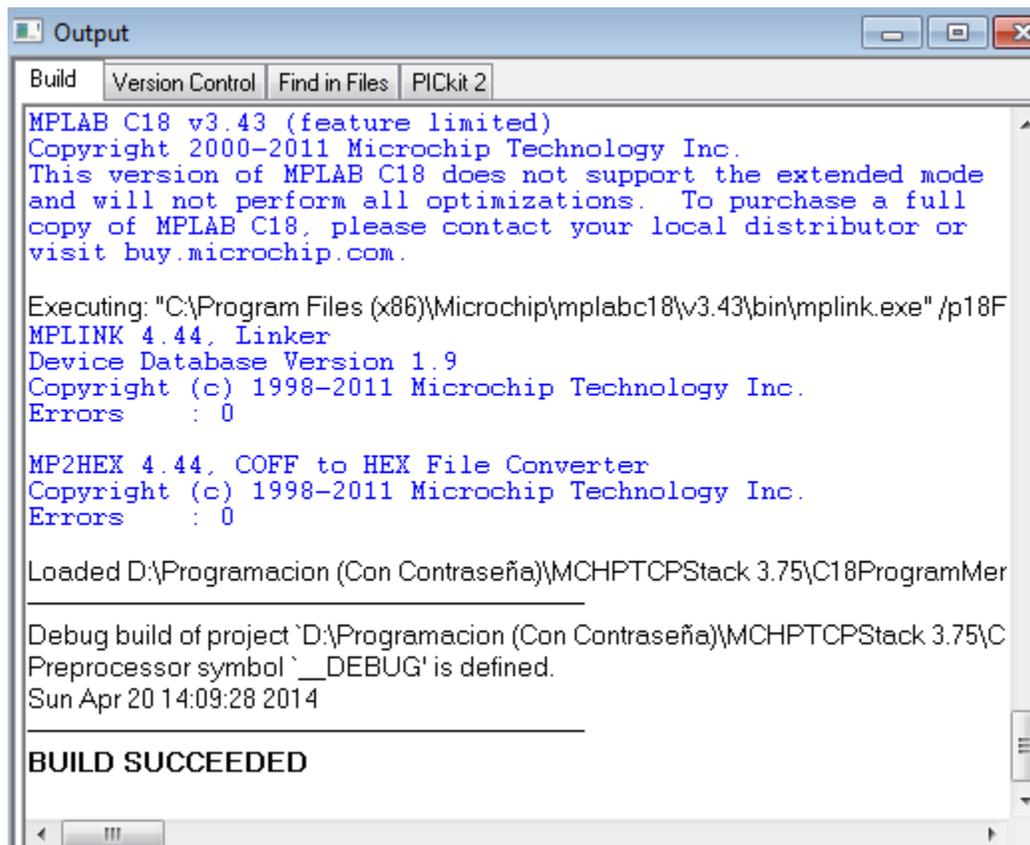
puertos en el microcontrolador (entrada o salida) y seleccionar el pin de cada una de las variables utilizadas en el programa (Figura 3.18).

```
#define PUERTA_TRIS      (TRISDbits.TRISD0) // Accion cerradura
#define PUERTA_IO       (PORTDbits.RD0)
#define LAMPARA_TRIS    (TRISDbits.TRISD1) // Accion foco
#define LAMPARA_IO      (PORTDbits.RD1)

#define PUERTAS_TRIS    (TRISDbits.TRISD2) // Sensor puerta
#define PUERTAS_IO      (PORTDbits.RD2)
#define VENTANAS_TRIS   (TRISDbits.TRISD4) // Sensor ventana
#define VENTANAS_IO     (PORTDbits.RD4)
#define LAMPARAS_TRIS   (TRISDbits.TRISD6) // Sensor lampara
#define LAMPARAS_IO     (PORTDbits.RD6)
```

Figura 3.18 “Definición del pin destinado para cada variable del sistema”

Una vez terminado el código de programación es necesario compilar todo el proyecto, proceso que debe ser realizado para verificar el entendimiento del código por el microcontrolador. El mensaje de una compilación correcta se ejemplifica en la figura 3.19.



```
Output
Build Version Control Find in Files PICKIT 2
MPLAB C18 v3.43 (feature limited)
Copyright 2000-2011 Microchip Technology Inc.
This version of MPLAB C18 does not support the extended mode
and will not perform all optimizations. To purchase a full
copy of MPLAB C18, please contact your local distributor or
visit buy.microchip.com.

Executing: "C:\Program Files (x86)\Microchip\mplabc18\v3.43\bin\mplink.exe" /p18F
MPLINK 4.44, Linker
Device Database Version 1.9
Copyright (c) 1998-2011 Microchip Technology Inc.
Errors      : 0

MP2HEX 4.44, COFF to HEX File Converter
Copyright (c) 1998-2011 Microchip Technology Inc.
Errors      : 0

Loaded D:\Programacion (Con Contraseña)\MCHPTCPStack 3.75\C18ProgramMer

Debug build of project `D:\Programacion (Con Contraseña)\MCHPTCPStack 3.75\C
Preprocessor symbol `__DEBUG' is defined.
Sun Apr 20 14:09:28 2014

BUILD SUCCEEDED
```

Figura 3.19 “Mensaje de compilación correcta del proyecto”

### 3.4.3 Programación del sistema

Una vez completado el proceso de elaboración del código de programación, es necesario cargar las nuevas instrucciones al microcontrolador, para ello se utilizó el programador PICKit 2 del mismo fabricante Microchip (Figura 3.20).



Figura 3.20 “PICKit 2 de Microchip”

El programador cuenta con una placa para programar PICs de tipo DIP (Paquete en línea dual), sin embargo, para poder programar la placa, es necesaria la conexión mediante un conector RJ11, el cual está destinado únicamente a este uso. Motivo por el cual fue necesario implementar un cable que permitiera la conexión y para lo cual se consideró la información mostrada en la figura 3.21<sup>[16]</sup>.

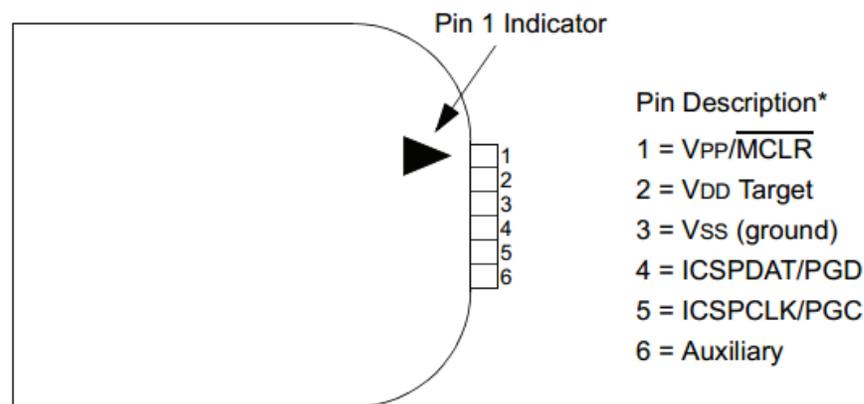


Figura 3.21 “Pines de conexión del PICKIT 2”

[16] Microchip Technology Inc., «Microchip,» “Manual de usuario del PICKit 2” [En línea]. Disponible en: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51553E.pdf> [Último acceso: 21 Marzo 2014]

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Finalmente para la programación de la tarjeta (una vez realizada la conexión anterior) es necesario seguir los siguientes pasos:

- Conectar el PICkit 2 a la computadora (conexión USB)
- Seleccionar el programador en el menú “Programer” dentro de la barra de menú del software MPLAB IDE
- Checar comunicación mediante la opción “Connect”
- Seleccionar la opción “Program”
- Verificar la programación en la opción “Verify” o “Read “

### 3.4.4 Conexión del sistema a la red

El sistema se configuro para trabajar de manera independiente con una conexión directa al router mediante un cable recto (Conexión directa a la red), sin embargo, la tarjeta PICDEM.net 2 cuenta con dos modos de operación básicos, los cuales son:

#### a) Conexión Directa a la Red

Esta configuración consiste en la conexión de la tarjeta PICDEM.net 2 a la red (router) de forma directa, para la cual se utiliza un cable Ethernet recto (10 Base-T), el cual se conecta al puerto J1 de la tarjeta. Esta conexión se muestra en la Figura 3.22.

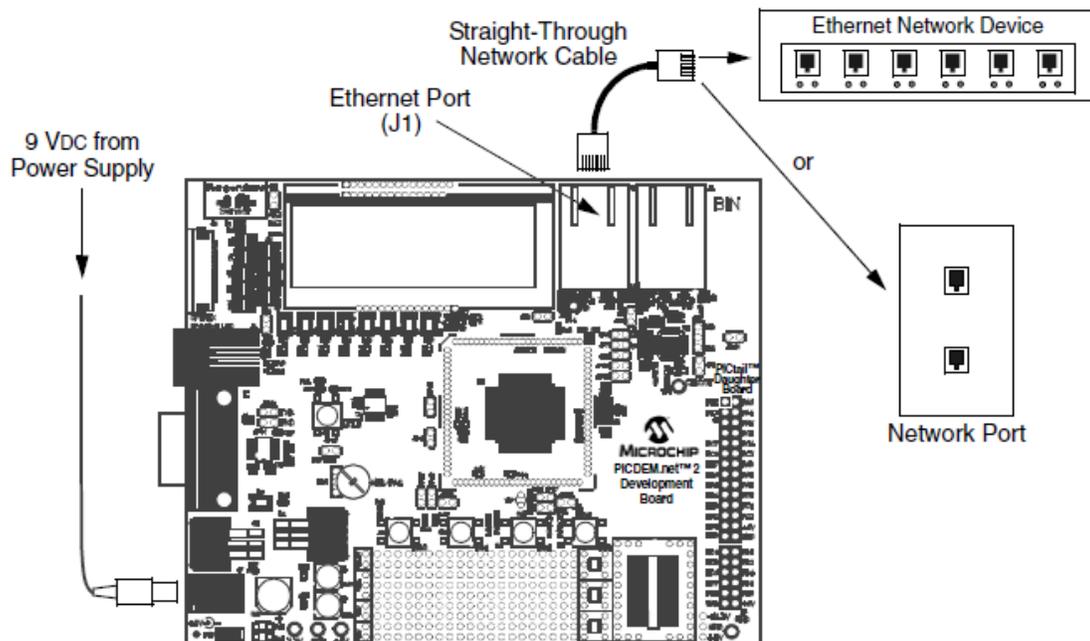


Figura 3.22 “Conexión directa a la red”

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

b) Conexión a través de un Sistema Anfitrión  
Esta configuración consiste en la conexión de la tarjeta PICDEM.net 2 a la red (router) a través de un sistema anfitrión (PC), para la cual se utiliza un cable Ethernet cruzado, el cual se conectará el puerto J1 con la terminal del sistema anfitrión. Esta conexión se muestra en la figura 3.23.

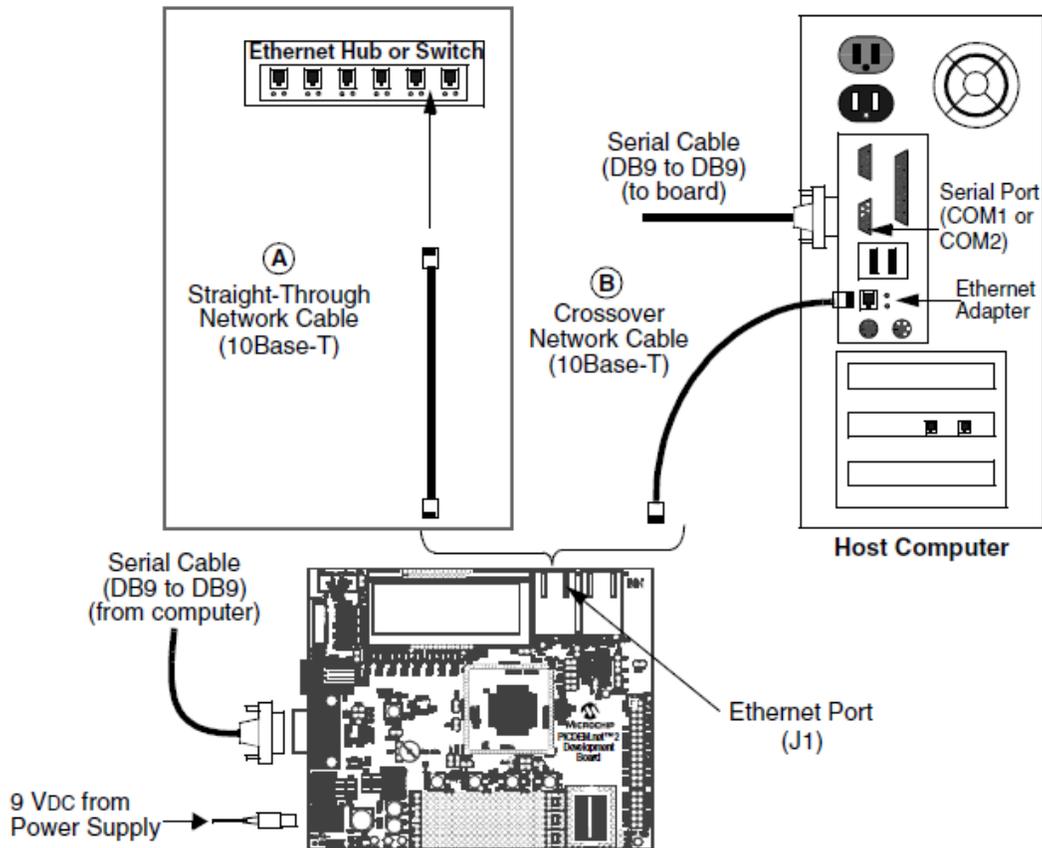


Figura. 3.23 “Conexión a través de un sistema anfitrión”

Una vez realizada la conexión de la tarjeta PICDEM.net 2 esta debe de proporcionar los siguientes elementos de verificación de trabajo:

- El LED D8 debe estar parpadeando
- El LCD debe mostrar el siguiente mensaje (debe mostrarse la dirección IP en el caso de utilizar una conexión directa):

TCPStack v3.75  
X.X.X.X

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

En caso de no poder visualizar el comportamiento descrito, verifique las conexiones del cable Ethernet y el voltaje de alimentación de la tarjeta el cual debe estar dentro del rango de 8 a 10 Volts de CD.

### 3.4.5 Configuración IP

El sistema se configuró para funcionar con un protocolo DHCP (asignación IP dinámica), de modo que no está restringido a trabajar en una red específica, sin embargo para poder acceder correctamente a la interfaz a través de la red sin necesidad de observar la dirección aleatoria que se le asignaba a la tarjeta (Mensaje de conexión en el display), se configuró el router para que en base a la dirección MAC de la tarjeta, este asigne una dirección IP por defecto en caso de estar está disponible (en caso de no estar esa dirección disponible el router asigna otra que si lo este). Esta configuración se logró mediante el siguiente procedimiento:

- ✓ Ingresar al router mediante la puerta de enlace predeterminada de la red utilizada, la cual se obtuvo directamente de símbolo del sistema mediante el comando “ipconfig” (Figura 3.24)

```
Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Uínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::6159:4ac8:fc1:7db9%18
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.0.3
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.0.1
```

Figura 3.24 “Dirección para ingresar a la configuración del router”

- ✓ Ingresar a la configuración mediante el usuario y contraseña
- ✓ Dentro de la pestaña de Gateway, se ingresó en la sección de red LAN
- ✓ Se agregó la configuración para que el router asignara la dirección IP: 192.168.0.17 a la tarjeta (Figura 3.25)

RESERVE NEW IP ADDRESS			
MAC Address (e.g., 11:22:33:aa:bb:cc)	IP Address	Bypass Firewall	Host Name
00:04:A3:00:00:00	192.168.0.17	<input type="checkbox"/>	TarjetaSistema

Figura 3.25 “Configuración de asignación IP en el router”

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

Es importante mencionar que esta configuración no limita el funcionamiento del sistema a otra red, ya que no asigna una dirección IP estática a la tarjeta, sino que es el router quien en base a la dirección MAC (dirección de reconocimiento del dispositivo) da prioridad a la dirección IP configurada. De este modo cuando el sistema se conecta a una red diferente podrá recibir una dirección IP en base a las características de esa red y no estará restringida a una sola, como es el caso de la asignación IP estática en el modo de conexión vía anfitrión.

A pesar de ello la tarjeta puede recibir una IP estática mediante el siguiente procedimiento:

- Ingrese a: Inicio>Programas>Accesorios>Simbolo\_del\_Sistema
- Escribir ipconfig, esto permitirá observar la configuración IP del sistema anfitrión, incluyendo la dirección IP relacionada con la tarjeta de ETHERNET, similar al que se muestra en la Figura 3.26.

```
C:\>ipconfig/release
Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection 3:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . . : 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . . : 

Ethernet adapter {B0E14701-00E0-4E68-A9D0-E92DECEB8FA5}:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . . : 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . . :
```

Figura 3.26 “Configuración IP del sistema anfitrión”

Si la dirección del IP que se muestra es **0.0.0.0**, el sistema está configurado para utilizar el protocolo DHCP. De ser esta la opción escriba ipconfig/reléase para liberar la dirección IP del adaptador de red, para posteriormente reiniciar la ventana y escribir de nuevo ipconfig. De este modo se podrá observar la nueva dirección IP, la cual no tiene una dirección 0.0.0.0, y la cual será la nueva dirección IP asignada a la tarjeta (Figura 3.27).

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

```
C:\>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection 3:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    Autoconfiguration IP Address. . . : 169.254.241.221
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
    Default Gateway . . . . . : 

Ethernet adapter {B0E14701-00E0-4E68-A9D0-E92DECEB8FA5}:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . . : 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . . :
```

Figura 3.27 “Respuesta a la asignación de una IP fija”

Una vez que el sistema anfitrión asigno una dirección IP al sistema es necesario ingresar esta información a la memoria EEPROM mediante la configuración serial, proceso que consiste en:

- Alimentar el sistema (9 Volts)
- Conectar el puerto serie de la tarjeta al sistema anfitrión
- Abrir la herramienta Hyperterminal de Windows
- Configurar una nueva conexión con las siguientes características:
  - Bits por segundo: 19200
  - Bits de Datos: 8
  - Paridad: ninguno
  - Bits de parada: 1
  - Control de Flujo: ninguno
- Configure la casilla **Echo Typed characters locally**
- Active el menú de la tarjeta (Figura 3.28), reiniciando el sistema mediante el botón MCLR al mismo tiempo que se presiona el botón RB3 de la tarjeta.
- Deshabilite el protocolo DHCP de la tarjeta mediante la opción 8 del menú
- Configure las nuevas características de la red que utiliza la tarjeta mediante el sistema anfitrión (opción 3, 4, 5, 6)

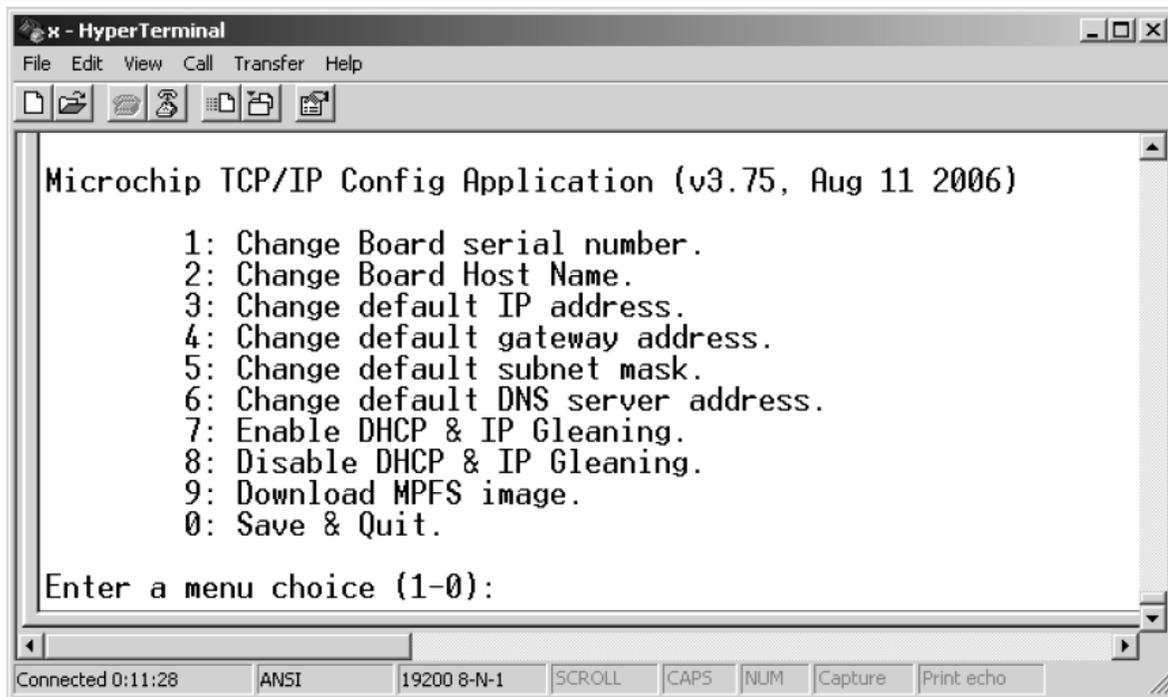


Figura 3.28 “Menú de configuración del PICDEM.net 2 con el Hyperterminal”

### 3.4.6 Proceso de comunicación red LAN

El proceso completo de comunicación de la etapa de control del sistema en una red LAN, se resume en tres etapas:

#### Primera Etapa

Esta etapa consiste en la comunicación dúplex que se establece con el router mediante la comunicación ethernet directa, dispositivo que mediante el protocolo DHCP activado en la tarjeta PICDEM.net 2, se encarga de asignar una dirección IP al sistema.

#### Segunda Etapa

Esta etapa consiste en establecer una red LAN entre los dispositivos todos los que se encuentran conectados a la misma red que nuestro sistema, red que permite verificar el correcto proceso de comunicación del sistema (correcta visualización de la interfaz generada).

#### Tercera Etapa

Esta etapa se refiere a la interacción directa del usuario con la interfaz gráfica mediante la visualización de la información y el correcto funcionamiento de los botones e

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

hipervínculos incluidos en la interfaz. Este proceso de comunicación se describe en la figura 3.29.

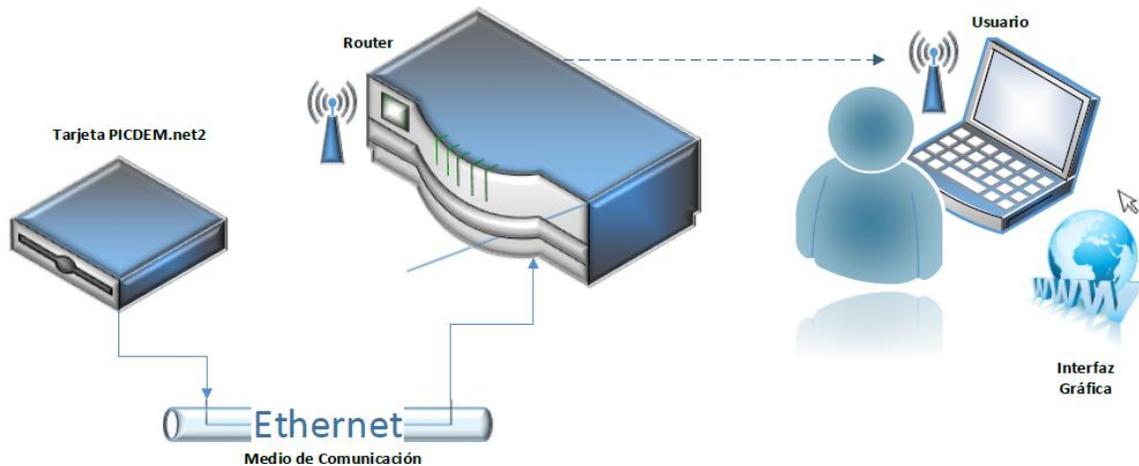


Figura 3.29 “Proceso de comunicación del sistema en una red LAN”

### 3.4.7 Configuración red WAN

El proceso de configuración de la red WAN consiste en la redirección del puerto 80 de nuestro router a la dirección asignada a nuestro sistema y del puerto 8080 para nuestra cámara IP. Este proceso consiste en la configuración del router donde los pasos principales para la configuración de la red WAN son:

- ✓ Ingresar al router mediante la puerta de enlace predeterminada
- ✓ Ingresar a la configuración mediante el usuario y contraseña
- ✓ Dentro de la pestaña de Gateway, ingresar en la sección de redireccionamiento de puertos (Port Forwarding)
- ✓ Agregar el redireccionamiento del puerto 80 hacia la dirección asignada al sistema (Figura 3.30), y del puerto 8080 para la cámara IP

## Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

ADD NEW PORT FORWARDING ENTRY	
Template	Custom
Name	Sistema
Port Start	80
Port End	80
LAN IP Address	192.168.0.17
Enable	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 3.30 “Configuración del redireccionamiento del puerto 80”

Una vez configurado el redireccionamiento del puerto 80, es necesario verificar que el firewall permita la entrada a dichos puertos y que el router tenga desactivada la opción a un acceso remoto, de lo contrario el sistema bloqueará o ingresará directamente a las características del router, impidiendo visualizar la interfaz gráfica del sistema.

- ✓ Ingresar a la sección de estado del router e identificar la dirección IP del router con la cual se tendrá acceso a la página desde internet. En este sistema el puerto utilizado fue el puerto 80, correspondiente al servicio HTTP (destinado para la página web), el cual es utilizado por el protocolo TCP/IP y que viene por default. Siendo no necesario especificar el número de puerto utilizado al momento de querer ingresar al sistema desde cualquier punto (figura 3.31), aunque si debe ser especificado para el caso de la cámara IP.

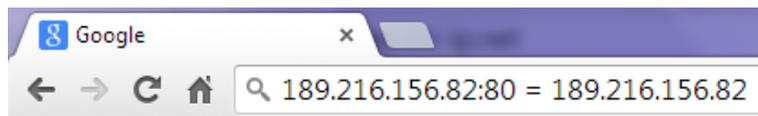


Figura 3.31 “Ingreso al sistema mediante la dirección IP del router”

### 3.4.8 Cámara IP

La cámara utilizada para el sistema fue una cámara wifi Axis 1004W (Figura 3.32).



Figura 3.32 “Cámara Axis 1004W”

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Esta cámara se configuró para trabajar con una IP estática (dirección: 192.168.0.20) mediante su programa de instalación IP Utility (Figura 3.33), el cual es proporcionado por el fabricante.



Figura 3.33 “Configuración de IP mediante el programa IP Utility”

Así mismo se configuró para poder acceder a ella desde cualquier punto mediante el redireccionamiento del puerto 8080 (descrito anteriormente en la sección de configuración de red WAN), puerto que la cámara puede utilizar para la transmisión del video.

### 3.4.9 Configuración de acceso al sistema

El ingreso a la interfaz gráfica del sistema se logra mediante el uso de un navegador web y el conocimiento de la IP pública en el caso de estar utilizando una red WAN o la IP asignada al sistema en el caso de una red LAN.

Sin embargo, debido a que el servicio de internet brindado en la ciudad de México asigna una IP pública de forma temporal a cada equipo, se hizo uso de un servicio gratuito de dominio otorgado por la empresa NO-IP ([www.no-ip.com](http://www.no-ip.com)), el cual permite reconocer la IP pública con la que está trabajando nuestra red (de forma manual para este caso y con una actualización periódica en función al proveedor de servicio de internet) y ligarla a una dirección fija, cuyo nombre es más fácil de recordar que los números de la dirección IP. Los nombres de dominio seleccionados para el sistema son: “sistemaremotoipn.no-ip.org” y “sistemaremotoipncam.no-ip.org” (para la tarjeta y la cámara respectivamente).

En la Figura 3.34 se puede observar la configuración de nuestro acceso al sistema mediante su nuevo nombre de dominio, así como la configuración del acceso a nuestra cámara IP, a la cual también se le asignó un dominio (servicio gratuito de NO-IP):

Host	IP/URL	Action
 Hosts By Domain		
no-ip.org		
sistemaremotoipn.no-ip.org	189.216.156.82	 <a href="#">Modify</a>  <a href="#">Remove</a>
sistemaremotoipncam.no-ip.org	<a href="#">189.216.156.82:8080</a>	 <a href="#">Modify</a>  <a href="#">Remove</a>  <a href="#">Stats</a>

Figura 3.34 “Configuración de dominio servicio NO-IP”

### 3.5 Tercer bloque: Etapa de Sensado

El tercer bloque del sistema consiste en la elección de los dispositivos encargados de monitorear la posición de puertas y ventanas, y la actividad de una lámpara incandescente. Así como el diseño de los circuitos encargados de convertir la señal recibida, en una señal capaz de ser captada por el microcontrolador de forma adecuada.

#### 3.5.1 Monitoreo de posición

Para el monitoreo de la puerta y la ventana del sistema se eligieron los reed switch o sensores magnéticos cuyo funcionamiento se basa en la tecnología magneto resistiva, y que básicamente consiste en un interruptor magnético (Figura 3.35).

El dispositivo se compone de dos laminas ferro magnéticas (compuestas de Ni y Fe), herméticamente selladas en una cápsula de vidrio, las cuales se superponen internamente en la cápsula de vidrio dejando solo un pequeño espacio entre ellas, manteniendo el interruptor abierto hasta que la presencia de un campo magnético adecuado atrae a la laminilla libre, cerrando así el interruptor y permitiendo el flujo de corriente eléctrica entre sus terminales, condición que se mantiene hasta que el campo magnético deja de actuar sobre él.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

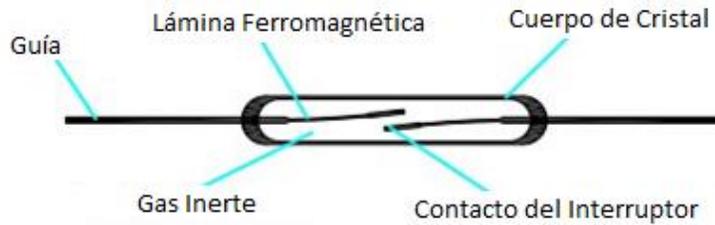


Figura 3.35 “Esquema de un interruptor magnético normalmente abierto”

Para este sistema el interruptor quedará fijo en el marco de la puerta y ventana, de tal manera que cuando el elemento este cerrado, este quede dentro del campo de acción de un cuerpo magnético (imán cerámico) que mantenga al interruptor cerrado y de esta forma exista una señal que mantenga el aviso de la posición de cerrado del elemento. Señal que en caso de no existir, indique que el elemento fue abierto o si fuese el caso, que el sistema fue alterado.

Para el diseño electrónico del circuito, se pensó en una corriente que no dañara al pin del microcontrolador (corriente típica de  $10\text{mA}$ <sup>[17]</sup>), tal que la resistencia elegida se determinó mediante la ecuación 1.

$$I_{Micro} = \left(\frac{V_{cc}}{R}\right) \quad \therefore \quad R = \left(\frac{5V}{10mA}\right) = 500\Omega \quad \text{Ec. (1)}$$

De manera que la resistencia seleccionada fue la suma de dos menores;  $R1=100\Omega$  y  $R2=470\Omega$ , con la finalidad de obtener los diferentes niveles de voltaje según el estado del interruptor. En la Figura 3.36 se muestra el circuito que fue probado virtualmente en el simulador ISIS 7, y para el cual en lugar del interruptor magnético se colocó un botón que simulara su comportamiento.

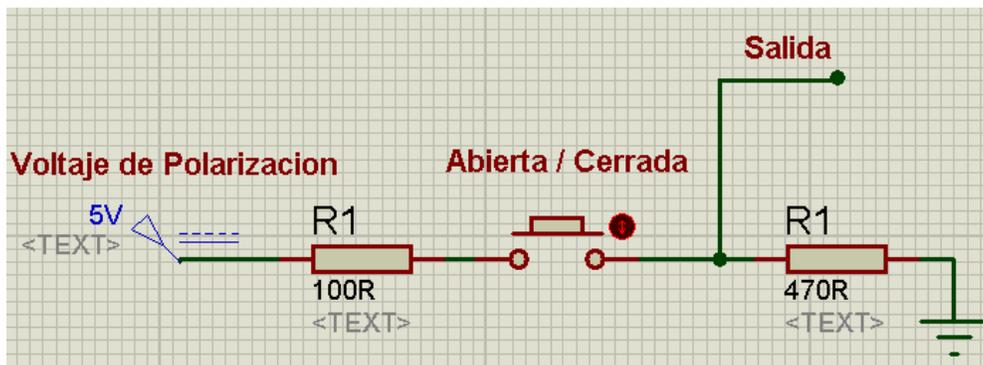


Figura 3.36 “Circuito de monitoreo de posición de puerta y ventana”

[17] Microchip Technology Inc., «Microchip,» “Manual de usuario del PIC18F97J60” [En línea]. Disponible en: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39762a.pdf> [Último acceso: 21 Junio 2014]

En la Figura 3.37 se muestra el diseño del PCB, en la que se previó la verdadera posición del circuito y del mismo interruptor.

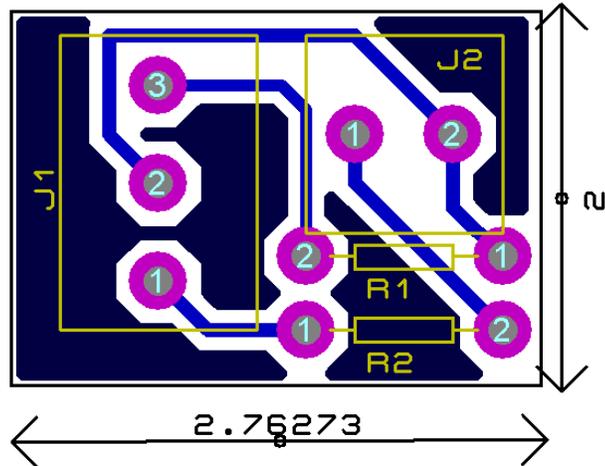


Figura 3.37 “Diseño de PCB del circuito de monitoreo de puerta y ventana”

### 3.5.2 Monitoreo de luz

Para el monitoreo del estado de la lámpara se eligió como dispositivo de sensado a un fototransistor (sin terminal de base) cuyo funcionamiento en esencia es el mismo que un transistor BJT, el cual es un dispositivo controlado por la corriente que fluye en su terminal de base y que se comporta en función a la curva característica descrita en su hoja de especificaciones, aunque con la diferencia que este puede trabajar controlándose de 2 maneras diferentes (Figura 3.38):

- Mediante la corriente de base ( $I_B$ , modo común)
- Mediante la luz que incide en este elemento y que hace la función de corriente de base. ( $I_P$ , modo de iluminación)

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

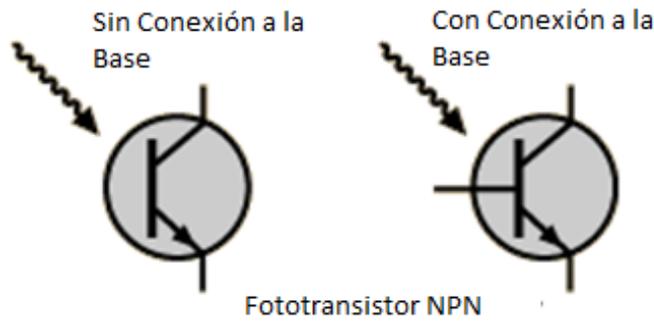


Figura 3.38 “Esquema Fototransistor con o sin terminal de base”

De manera que para este sistema el fototransistor quedará expuesto a la luz que emana la lámpara al estar encendida de manera que este pueda responder al estímulo que la luz tenga en él, generando así una señal de aviso para el microcontrolador.

Para el diseño electrónico del circuito, se pensó en la característica de consumo en corriente del fototransistor (corriente máxima 15mA), de manera que se colocó una resistencia en serie para asegurar el flujo correcto de corriente en el dispositivo al entrar en la región de saturación, que es cuando la luz incide sobre el fototransistor y el flujo de corriente es máximo. El cálculo del valor de la resistencia se muestra en la ecuación 2.

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_e} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

$I_c$  = Corriente de colector del fototransistor

$V_{cc}$  = Voltaje de polarización (5V)

$R_e$  = Resistencia limitadora

Para tener una corriente menor a la máxima soportada por el dispositivo, se propone una resistencia comercial con valor de 2.2kΩ. Valor para el cual se tiene una corriente de 2.27mA el cual se muestra en la ecuación 3.

$$I_c = \frac{5V}{2.2k\Omega} = 2.27mA \quad \text{Ec.(3)}$$

El diagrama eléctrico correspondiente para dicho circuito se muestra en la Figura 3.39.

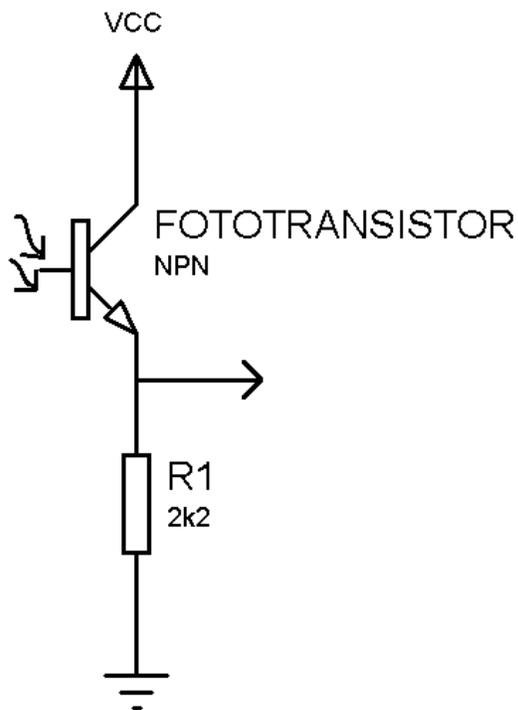


Figura 3.39 “Circuito de monitoreo de luz”

Posteriormente para neutralizar el comportamiento de la señal resultante, la cual es muy fluctuante debido a que esta varía según la cantidad de luz que incide en el dispositivo en cada momento (situación en la que afecta la posición del sensor y la luz reflejada por elementos externos), se utilizó el amplificador operacional LM358 en configuración comparador de voltaje, el cual proporcionaba dos tipos de señales al microcontrolador; la primera en respuesta a una señal en voltaje menor a la de referencia (3 Volts) y la segunda en respuesta a una mayor, logrando con ello una mayor estabilidad en las lecturas realizadas por el microcontrolador y la información mostrada en la interfaz.

De la ecuación 4 a 6 se puede observar el método seguido para calcular las resistencias que determinarán el divisor de voltaje que permitiera un voltaje de referencia de 3 Volts:

$$V_{ref} = V_{CC} \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

Vref= Es el voltaje de referencia con el que se comparará la primera entrada del LM358

Vcc= Es el voltaje suministrado por la fuente (5v)

R2 y R1 = Resistencias que logran el divisor de voltaje

**“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**

$$V_{ref} = V_{CC} \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad \therefore \quad 3 = 5 \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad \therefore \quad 0.6 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad \text{Ec. (5)}$$

$$R_1 = 0.666(R_2) \quad \text{Ec. (6)}$$

Ahora proponiendo un valor comercial de 2.2KΩ para R1, tenemos:

$$R_1 = 0.666(R_2) = 0.666(2.2K\Omega) = 1.46K\Omega \quad \therefore \quad R_1 = 1.5K\Omega \quad \text{Ec. (7)}$$

El amplificador LM358 en su configuración comparador de voltaje se muestra en la Figura 3.40.

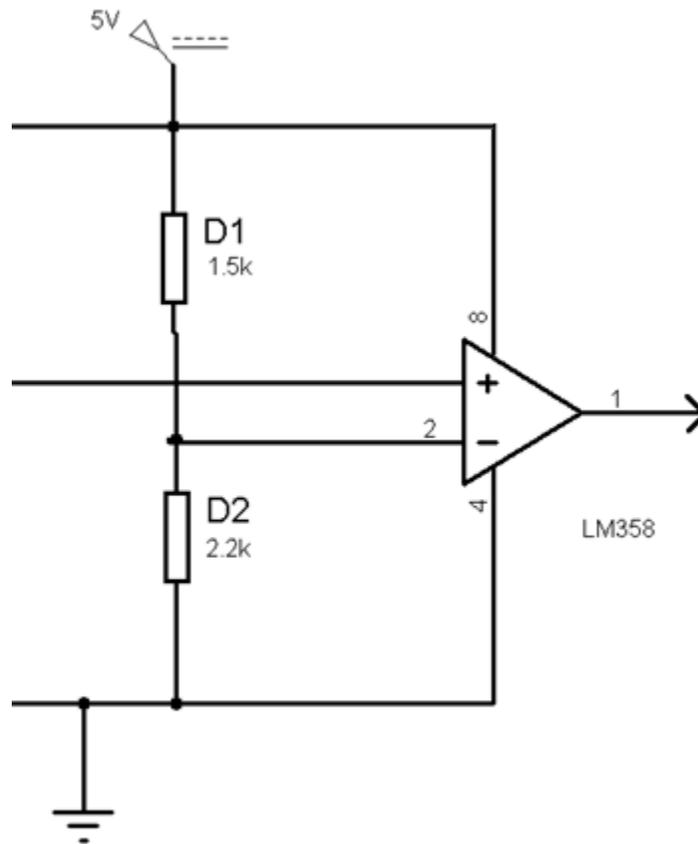


Figura 3.40 “Circuito de monitoreo de luz (etapa de comparación)”

En la Figura 3.41 se muestra el circuito completo de monitoreo de luz, circuito que fue probado virtualmente en el simulador ISIS 7, el cual pertenece a la paquetería de simuladores Proteus Professional versión 7.9.

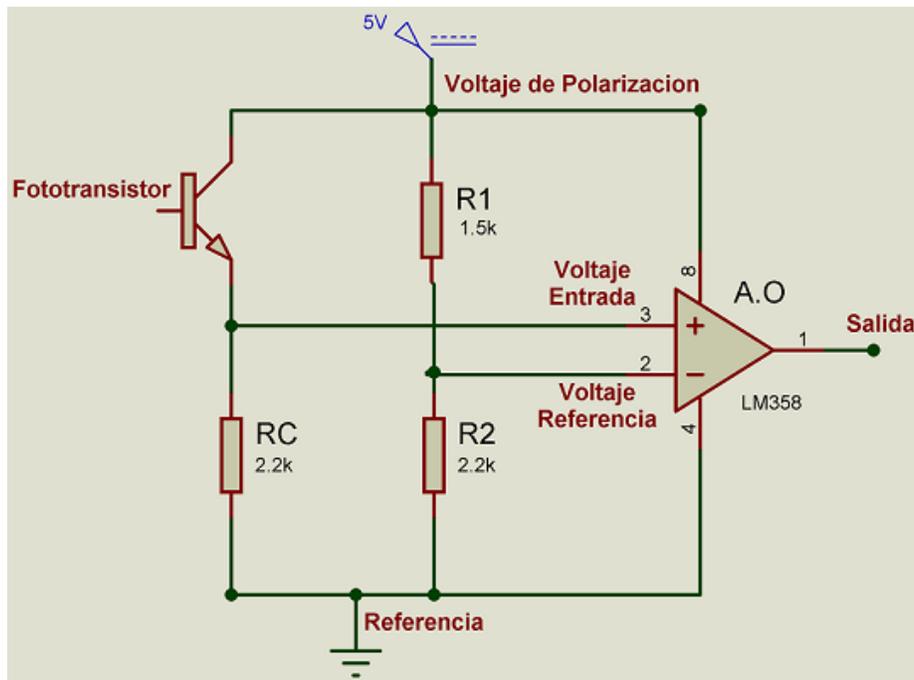


Figura 3.41 “Circuito de monitoreo de luz”

Partiendo del diseño mostrado en la figura anterior se procedió hacer su PCB con el programa ARES 7, el cual también pertenece a la paquetería del simulador Proteus Professional antes mencionado, y cuyo diseño (Figura 3.42) previó que el fototransistor no iba ir montado sobre la placa, así como tampoco estaría junto a la tarjeta Picdem.net 2, por lo que en esas terminales se implementaron bornes de conexión.

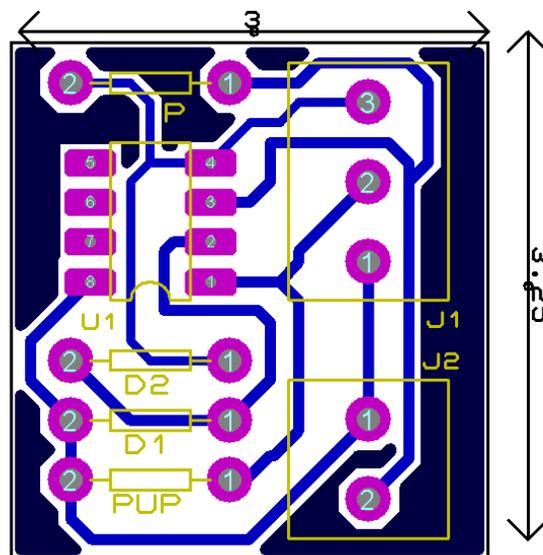


Figura 3.42 “Diseño de PCB circuito de monitoreo de luz”

### 3.6 Cuarto bloque: Etapa de Potencia

El cuarto bloque del sistema consiste en la elaboración y elección de los dispositivos encargados de manipular la posición de la puerta y el encendido de la lámpara incandescente. Así como el diseño de los circuitos encargados de convertir la señal proveniente del microcontrolador en una señal con las características necesarias para el accionamiento de los dispositivos utilizados.

Para este sistema el circuito de accionamiento físico será el mismo para ambos parámetros (puerta y lámpara), lo único que cambiara es la fuente de alimentación adicional que los activara y la cual estará controlada por la acción de un relevador (interruptor electromecánico).

#### 3.6.1 Diseño del circuito accionador

El funcionamiento básico del circuito consiste en el uso de un circuito: interruptor digital, y un relevador que permita utilizar dos sistemas con diferentes fuentes de alimentación, específicamente una etapa digital y otra analógica.

El primer circuito se basa en el diseño de un interruptor digital con etapa elevadora de corriente, es decir, mediante el uso de un transistor BJT tipo NPN (2N3904), el cual es capaz de responder al estímulo generado por el microcontrolador, permitiendo el flujo de corriente entre sus terminales de colector y emisor (zona de saturación en su curva característica), logrando con ello la activación del relevador y con ello la activación del circuito de corriente alterna, el cual tendrá conectado el elemento actuador de interés: la cerradura o la lámpara.

Para el diseño de este circuito se consideraron las características de demanda y entrega de cada elemento, las cuales se describen en la tabla 3.3, y en las cuales se puede observar la necesidad de una etapa elevadora de corriente que permita el uso del relevador.

Tabla 3.3 “Características de demanda elementos de potencia”

Elemento	Voltaje de Salida (Volts)	Corriente (mAmps)
Microcontrolador	3.3	20 (Máxima)
Relevador	5	60 (Típica)
Transistor	$\beta = 60$ (Con una $I_C=60\text{mA}$ y un $V_{CE}=1\text{V}$ )	

Interruptor digital

Esta etapa consistió en un circuito a base de un transistor el cual permitiera elevar la corriente a la cantidad requerida por el relevador. El circuito propuesto se muestra en la Figura 3.43

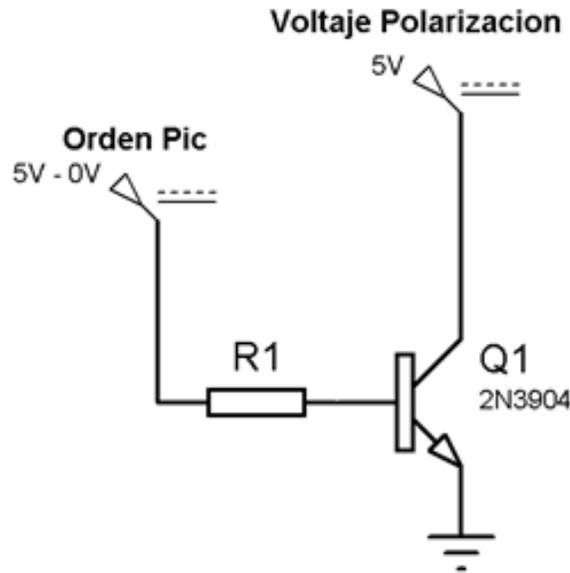


Figura 3.43 “Etapa elevadora de corriente”

El cálculo de la resistencia de base (R1), se determinó a partir de las características del microcontrolador y el relevador (considerando la corriente requerida por la bobina del relevador y a partir de ella la beta del transistor). El procedimiento seguido se muestra en las ecuaciones 9, 10 y 11.

$$V_{Micro} = I_B R_B + V_{BE_{sat}} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{I_{Rele}}{\beta} = \frac{60mA}{50} = 1.2 \text{ mA} \quad \text{Ec. (10)}$$

$$\therefore R_B = \frac{V_{Micro} - V_{BE_{sat}}}{I_B} = \frac{3.3 - 0.8}{1.2mA} = 2083.3\Omega$$

Considerando un valor comercial de 1.8 K $\Omega$  para la resistencia de base se tuvo:

$$I_B = \frac{V_{Micro} - V_{BE_{sat}}}{R_B} = \frac{3.3 - 0.8}{1.8K\Omega} = 1.3 \text{ mA} \quad \text{Ec. (11)}$$

$$\text{Tal que... } I_C = \beta I_B = 50 * 1.3mA = 65 \text{ mA}$$

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

### Etapa relevadora de energía (relevador)

Para esta etapa solo se procedió a conectar el relevador con la fuente de energía adicional, la cual brindara el suministro correcto para cada dispositivo físico (voltaje de línea a 127 Volts de C.A. para la lámpara y 12 Volts de C.A. para la cerradura mediante un transformador de reducción). En la Figura 3.44 se muestra el modo de conexión para la lámpara y para la cerradura.

En el diseño de esta etapa se colocó un diodo 1N4001 inversamente polarizado entre las terminales de la bobina del relevador, esto con la finalidad de prevenir que el voltaje en la bobina se elevara debido al comportamiento inductivo de generar un voltaje inverso en sus terminales gracias a la interrupción del capo magnético generado durante el tiempo de conducción, el cual puede elevar el voltaje y la corriente a valores mucho más altos que el permitido por la fuente de alimentación provocando daños considerables.

La acción del diodo permite evitar su conducción al momento de estar activado el relevador, pero cuando el circuito deja de alimentarse comienza el proceso de generación de voltaje inverso, momento que al llegar a un nivel de 0.7 V logra que el diodo entre en conducción y cortocircuita ese voltaje y corriente nocivos.

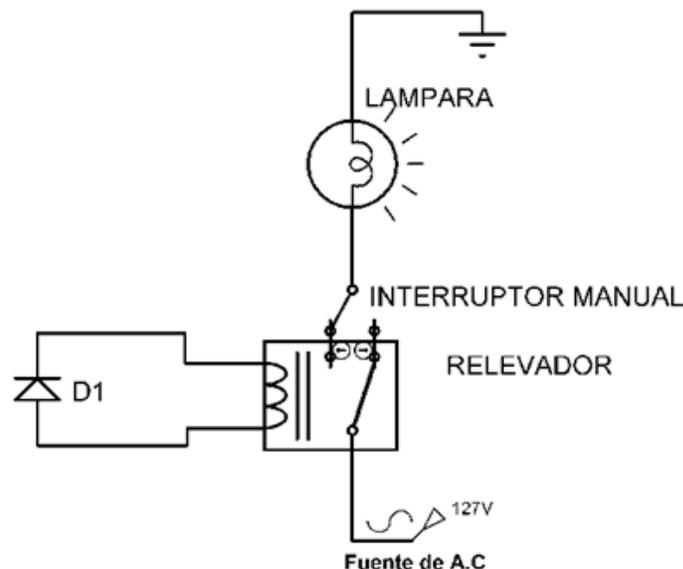


Figura 3.44 “Etapa relevadora de energía”

### Capítulo III “Diseño y Construcción del Sistema de Monitoreo y Control”

Finalmente en la imagen 3.45 se muestra el circuito que fue probado virtualmente en el simulador ISIS 7, y en el cual la señal proveniente del microcontrolador se simulo con la acción de un botón.

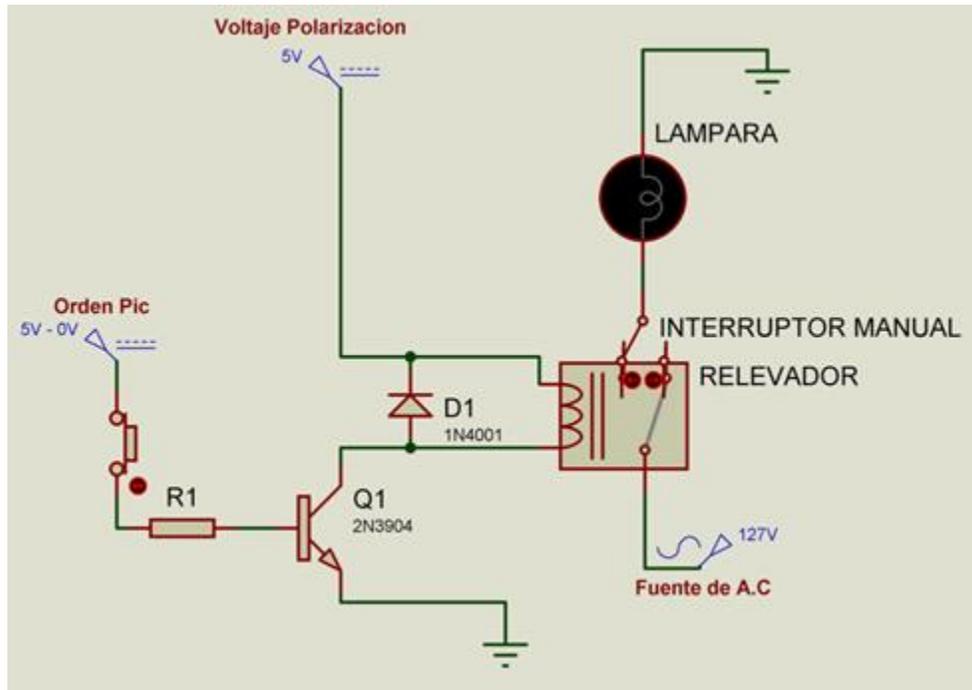


Figura 3.45 “Circuito de potencia, control luz y puerta”

En esta sección es importante mencionar que el modelo de relevador utilizado no estaba contenido en el programa, por ello se procedió a realizarlo manualmente tomando las especificaciones del relevador, las cuales se muestran en la Figura 3.46 y su diseño en PCB en la Figura 3.47. Con esta información se pudo realizar el diseño del PCB final de este circuito (Figura 3.48), en el cual se previó la verdadera posición de la placa, y por ello se supo que la señal de mando debía estar a un borne de conexión.

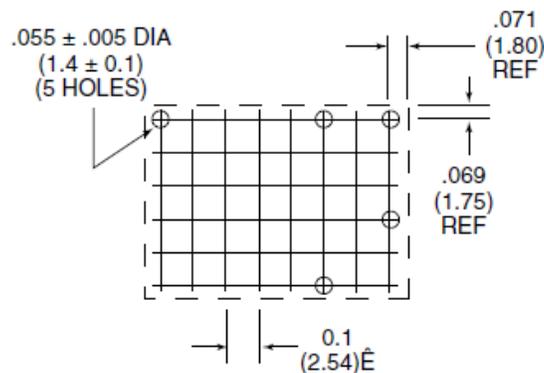


Figura 3.46 “Especificaciones de dimensión del relevador”

“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

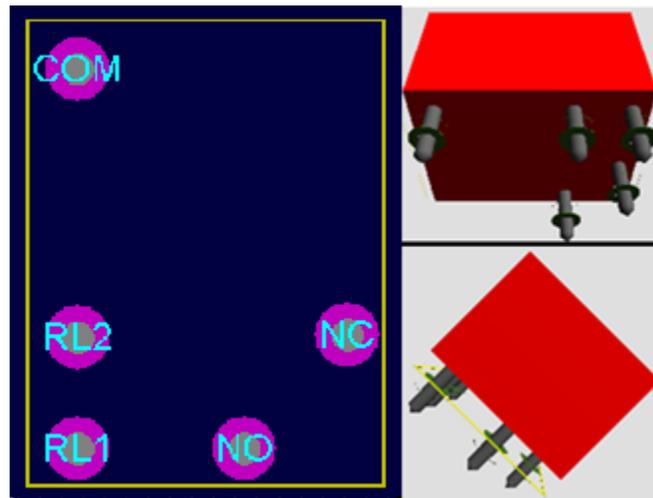


Figura 3.47 “Diseño del relevador en ARES”

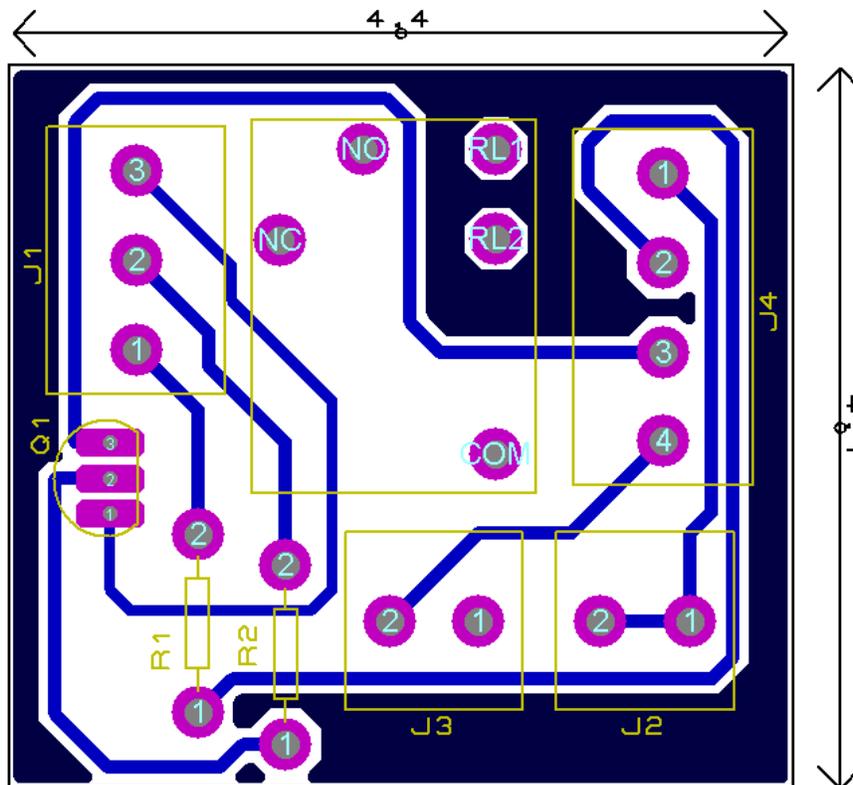


Figura 3.48 “Diseño del PCB de los circuitos accionadores”

# Capítulo 4

## PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA

### 4.1. Introducción

En este capítulo se explican las pruebas de funcionamiento realizadas a cada uno de los dispositivos utilizados para cada bloque del sistema, así como las pruebas de comunicación y programación realizadas para la interfaz gráfica y el microcontrolador a través de la red.

### 4.2. Pruebas de Funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se dividieron en base a los circuitos diseñados y a su aplicación, quedando divididas en dos partes: actuadores y de monitoreo.

#### 4.2.1 Circuitos Actuadores

Para estos circuitos (dos circuitos actuadores con el mismo diseño y funcionamiento, figura 4.1) la prueba básica consistió en conectar el circuito base, a dos fuentes de alimentación independientes, una de ellas con las características necesarias para proporcionar la señal con las mismas características que el microcontrolador entregara, es decir, 5 Volts a una corriente máxima de 15mA y la siguiente con la capacidad de entregar la energía demandada por la etapa elevadora de corriente (diseñada en el capítulo anterior) y la cual cuenta con un voltaje nominal de 5 Volts de DC y una corriente típica de 60 mA.

**“Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”**



Figura 4.1 “Circuito actuador para lámpara y puerta”

En esta prueba se verifico que el funcionamiento era tal y como se había previsto, los resultados medidos se pueden apreciar en la tabla comparativa 4.1.

Tabla 4.1 “Comparativo datos medidos - calculados”

Parámetro	Valor calculado	Valor medido
<b>Circuito en reposo</b>		
Corriente	0 mA	0 mA
Voltaje Colector-Emisor	5.0 Volts	4.7 Volts
<b>Circuito activado</b>		
Corriente	61.5 mA	72 mA
Voltaje Colector-Emisor	0.2 Volts	0.33 Volts

Con estos resultados se pudo determinar que el funcionamiento de los circuitos actuadores era el correcto y que podían ser implementados por completo con el microcontrolador y las alimentaciones de alta potencia para el manejo de las luminarias y la cerradura, cuyos resultados no variaron a estos.

La prueba total consistió en dos etapas, la primera (etapa experimental) se realizó en una protoboard y la segunda con todos los elementos montados en la placa diseñada para el circuito (etapa final). Pruebas que tuvieron el mismo resultado y con lo que se concluyó su análisis.

### 4.2.2 Circuitos de Monitoreo

Para las pruebas de estos circuitos, estos se dividieron en función a su parámetro de interés, ya sea posición, encargados de monitorear puertas y ventanas, o luz, encargado de indicar el estado de la luminaria dentro del sistema.

a) Circuitos de posición

La prueba de los circuitos de posición (Figura 4.2) consistió en colocar los sensores con los imanes en bases de aluminio para evitar su intervención en el efecto magnético y colocarlos a una distancia máxima de 1.5 cm en forma paralela (Figura 4.3), esto con la finalidad de mantener los sensores magnéticos en conducción o abiertos según la posición de los imanes.

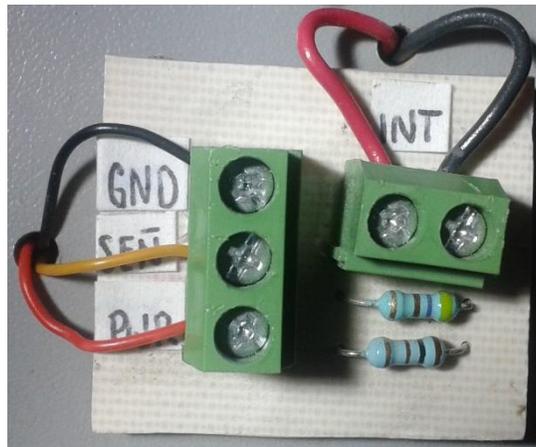


Figura 4.2 “Circuito de monitoreo de posición”

Para la comprobación de este funcionamiento se midió continuidad con un multímetro y se concluyó que el interruptor conmutaba adecuadamente.

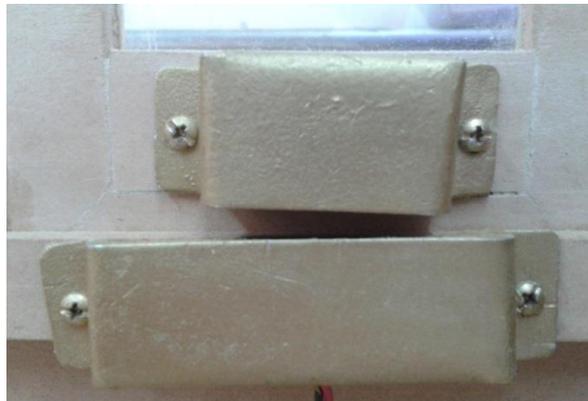


Figura 4.3 “Prueba básica sensor de posición”

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Una vez comprobada la conmutación del sensor magnético se procedió a conectar los elementos restantes del circuito y a suministrar el voltaje con el que se diseñó (5 Volts DC). Esta segunda prueba consistió en medir el voltaje de salida de los dos circuitos de posición, entendiéndose por un buen funcionamiento un voltaje de 5Volts cuando el interruptor estuviera en conducción o cerrado y de 0 cuando este abriera (Figura 4.4 y 4.5).



Figura 4.4 “Voltaje de salida con sensor en conducción”



Figura 4.5 “Voltaje de salida con sensor abierto”

### b) Circuitos de luz

La prueba del circuito de luz consistió en principio de comprobar el correcto funcionamiento del fototransistor, para lo cual este se polarizo con un voltaje de 5 Volts y una resistencia de 220 $\Omega$  que limitara la corriente a 22 mA, este circuito se muestra en la

figura 4.6. Una vez polarizado el elemento se procedió a medir el voltaje colector-emisor y observar su comportamiento al acercarlo a una lámpara encendida, de este modo se observaría un voltaje alto (estado de corte) al estar alejado de la luz y en caso contrario al exhibirlo a esta, se observaría un voltaje cercano a cero (estado de saturación).

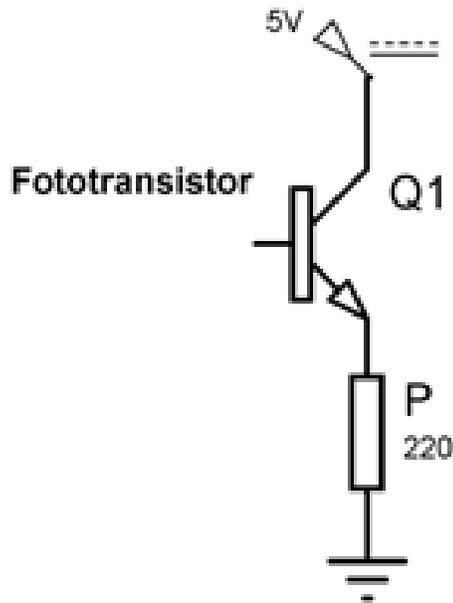


Figura 4.6 “Circuito básico de prueba del fototransistor”

Los resultados de la prueba fue que el fototransistor nunca cambiaba su estado, ya que este siempre presentaba un voltaje alto, lo cual indica que no estaba percibiendo la luz emitida por la lámpara.

Haciendo un estudio del comportamiento y características del elemento usado, se observó que este dispositivo solo cuenta con la capacidad de detectar la presencia de rayos infrarrojos, característica que impedía que el elemento funcionara como se deseaba. Para solucionar este inconveniente se cambió el dispositivo por un fototransistor capaz de detectar el espectro de luz visible, el cual además tiene las mismas características eléctricas de funcionamiento (Figura 4.7).

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”



Figura 4.7 “Fototransistores para luz infrarroja (negro) y para luz visible (transparente)”

Una vez seleccionado y conectado el nuevo dispositivo de sensado se procedió a realizar la misma prueba y se observó que el comportamiento presentado correspondía al planteado en el diseño, resultados que dieron la pauta para montarlo en el circuito completo (Figura 4.8) y realizar la prueba final.

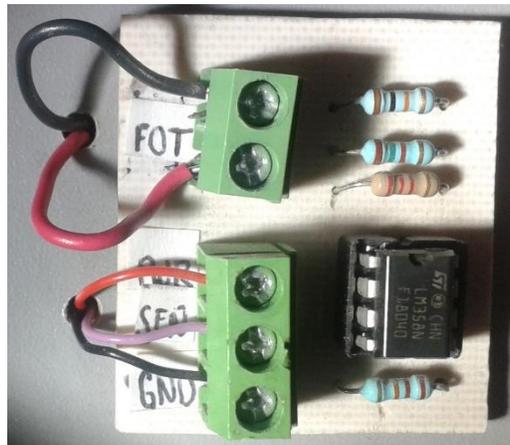


Figura 4.8 “Circuito de monitoreo de luz”

Esta última prueba consistió en observar que el voltaje de salida fuese un uno lógico (5 Volts DC) para cuando la lámpara estuviera encendida y un cero para cuando estuviera apagada, condiciones que fueron satisfechas y con ello comprobado el buen funcionamiento de esta etapa.

### 4.3. Pruebas de Programación

Las pruebas de programación básicamente son la comprobación de la correcta ejecución de cada una de las funciones y acciones previamente cargadas, tanto a la interfaz gráfica como al microcontrolador.

### 4.3.1 Interfaz Gráfica

La primera prueba de programación se realizó a la interfaz gráfica y esta consistió en checar cada una de las funciones que se programaron, así como la respuesta a la acción de los botones y del panel de visualización.

Prueba que arrojo los resultados mostrados en la tabla 4.2

Tabla 4.2 “Resultados obtenidos por cada función de la interfaz gráfica”

Función	Resultado
<b>Seguridad</b>	»La interfaz respondió adecuadamente con los dos usuarios y sus respectivas contraseñas (Figura 3.9 en capítulo 3) »Si el usuario o contraseña son incorrectos esta no permite el acceso y devuelve un error mediante el mensaje precargado en la página y mostrado en la Figura 4.9 »El tiempo de espera para iniciar sesión es el programado y el redireccionamiento es correcto
<b>Mensajes Bienvenida</b>	»Mensajes correctos para cada usuario (Figura 4.10)
<b>Visualización</b>	»La interfaz responde adecuadamente al diseño previsto en el capítulo 3 (Textos, color, tamaño e información mostrada)
<b>Redireccionamiento</b>	»Los vínculos incluidos en la interfaz responden adecuadamente (Sensado, Control, Cámara, Panel General, Salir) Figura 4.11
<b>Sesión Agotada</b>	»El tiempo por inactividad o por limite durante la sesión corresponde al programado, así como el redireccionamiento previsto y el mensaje de fin de sesión (Figura 4.12).
<b>Salir</b>	»El redireccionamiento para salir y el mensaje de confirmación de cierre es correcto (Figura 4.13 y figura 4.14)

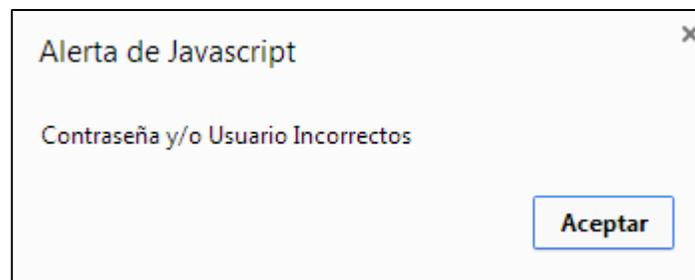


Figura 4.9 “Mensaje de error en el acceso al sistema”

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

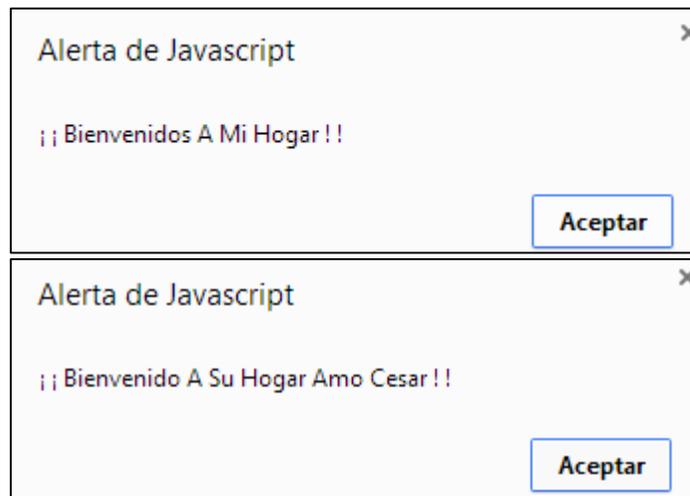


Figura 4.10 “Mensajes de bienvenida a los usuarios”



Figura 4.11 “Vínculos incluidos en la interfaz gráfica”

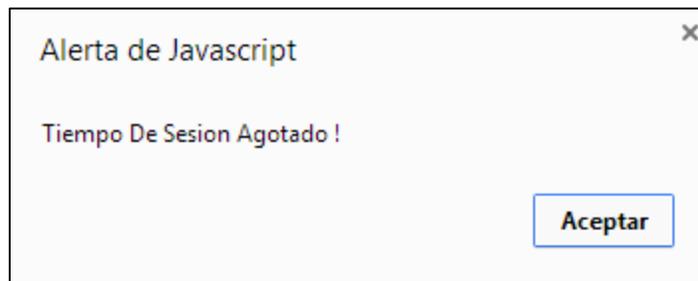


Figura 4.12 “Mensaje de tiempo se sesión agotado”

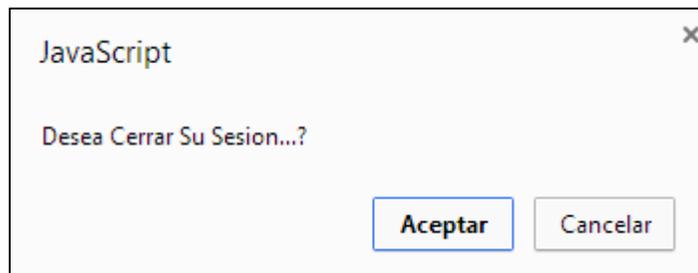


Figura 4.13 “Mensaje de cierre de sesión”



Figura 4.14 “Panel general al momento de cerrar sesión”

Como puede observarse el funcionamiento obtenido de la interfaz gráfica fue tal y como se previó al momento de la programación, tanto en el proceso de imagen (agradable diseño y accesibilidad) como en cuanto a funcionamiento. De este modo se concluyó la etapa de pruebas de programación en lo que respecta a la interfaz gráfica.

### 4.3.2 Microcontrolador

La prueba del microcontrolador consistió en observar el comportamiento del microcontrolador en base a lo programado. Para ello se polarizo con un voltaje de 5 Volts y se procedió a simular las señales de entrada que determinarían su comportamiento y las señales de salida generadas. Prueba que resulto correcta ya que el sistema detectaba correctamente todas las señales y generaba las salidas especificadas (Tabla 4.3).

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

Tabla 4.3 “Características de las señales captadas y generadas por el microcontrolador”

Señal	Voltaje	Corriente
<b>Señales Captadas</b>		
Detección de luz	3.3 V (mínimo) 5 V (máximo)	15 mA
Detección de posición puerta	3 V (mínimo) 5 V (máximo)	10 mA
Detección de posición ventana	3 V (mínimo) 5 V (máximo)	10 mA
<b>Señales Generadas</b>		
Activación puerta	4.2 V (mínimo) 5 V (máximo)	12 mA
Activación lámpara	4.5 V (mínimo) 5 V (máximo)	12 mA

### 4.4. Pruebas de Comunicación

Al utilizar la tarjeta PICDEM.net 2, las pruebas de comunicación consisten básicamente en la comprobación de la correcta transmisión de la información entre la interfaz gráfica y el microcontrolador montado sobre esta tarjeta (comunicación a través de la red).

La prueba se realizó en las dos tipos de redes en las que el sistema puede trabajar, la primera fue la red LAN y la segunda fue la red WAN. En ambas conexiones se siguieron los siguientes pasos y los resultados se muestran en la tabla 4.4:

- Conectar todos los circuitos a la tarjeta PICDEM.net 2 (Figura 4.15)
- Ingresar a la interfaz gráfica mediante la dirección IP:
  - Red LAN: 192.168.0.17 ó 189.216.156.82
  - Red WAN: 189.216.156.82
- Checar las condiciones de las variables en el sistema y verificar la información mostrada en la interfaz (Panel general o panel de sensorado).
- Modificar el estado de las variables y observar el cambio en la interfaz
- Presionar los botones de acción en la interfaz (Panel general o panel de control) y comprobar el cambio en el sistema
- Ingresar a la cámara IP y visualizar la actualización del video

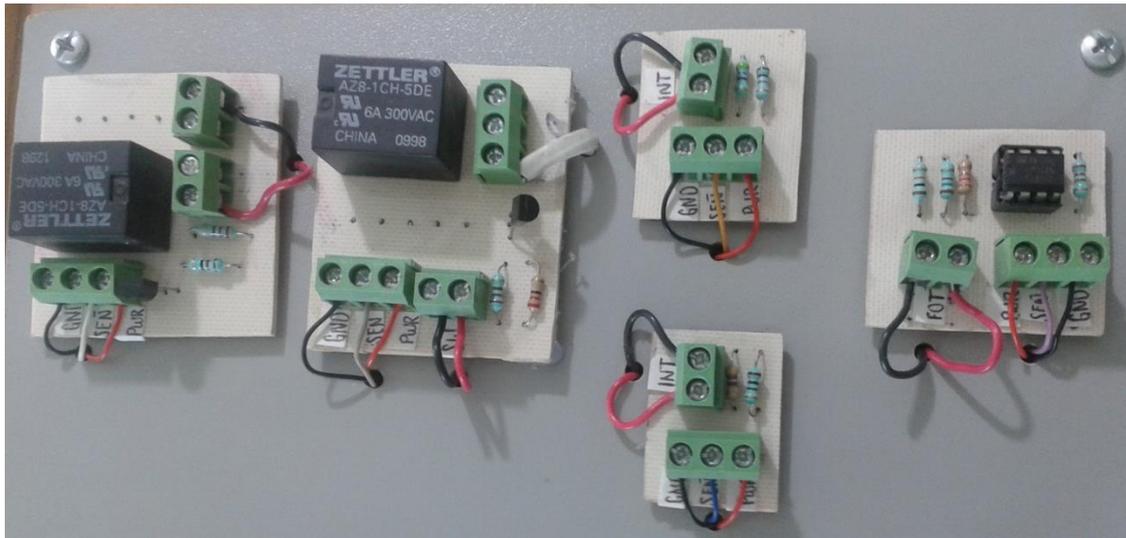


Figura 4.15 “Conexión a la tarjeta de los circuitos actuadores y de sensado”

Tabla 4.4 “Resultados obtenidos de la prueba de comunicación de red”

Función	Resultado LAN	Resultado WAN
Acceso	»La interfaz ingresa rápidamente al panel de acceso de la interfaz gráfica	»La interfaz ingresa rápidamente al panel de acceso de la interfaz gráfica
Información de inicio	»Mensajes correctos de estado del sistema (Bit indicador cambia correctamente)	»Mensajes correctos de estado del sistema (Bit indicador cambia correctamente, con pausas intermitentes)
Modificación de variables	»El sistema responde adecuadamente ya que manda la instrucción con un retardo imperceptible para el usuario y de igual modo la información se actualiza inmediatamente	»El sistema responde adecuadamente, con un retardo imperceptible y de igual modo la información se actualiza correctamente
Video	»La redirección a la cámara y la visualización del video es correcta (no aumenta el tiempo de retraso original de la cámara)	»La visualización del video es correcta (no aumenta el tiempo de retraso original de la cámara)

## 4.5. Pruebas de Funcionamiento General

Una vez realizadas las pruebas de manera independiente a cada una de las partes integrales del sistema, se procedió hacer una conexión completa del sistema (Figura 4.16) y verificar su óptimo funcionamiento mediante su manipulación a través de la red.

## “Sistema Remoto de Monitoreo y Control en Casa Habitación”

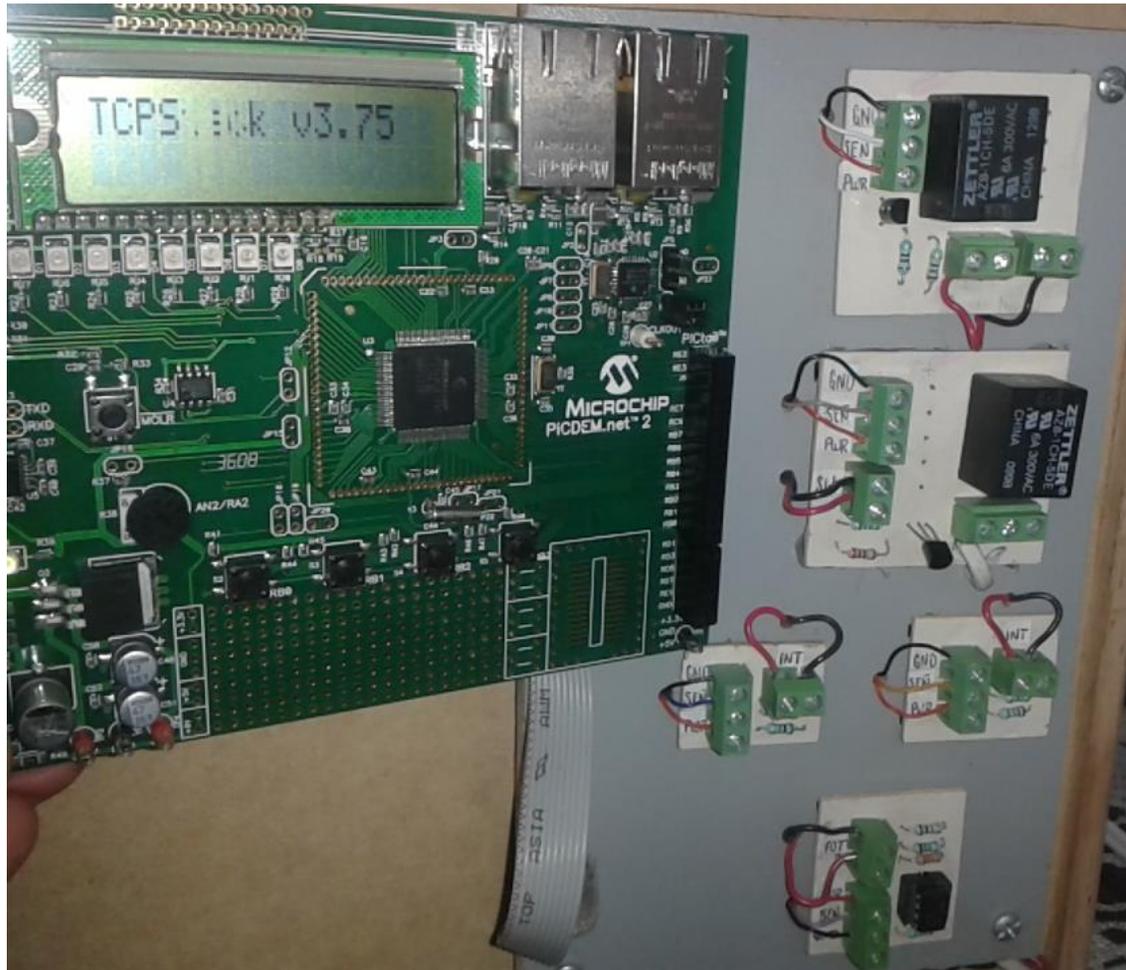


Figura 4.16 “Conexión del Sistema Remoto completo”

Dicha prueba arrojo los mismos resultados que en las pruebas independientes y con ello se pudo concluir que el sistema diseñado estaba trabajando al cien por ciento, con lo que se finalizó la etapa de pruebas.

# CONCLUSIONES

Toda buena planeación acompañada de esfuerzo y dedicación conlleva a resultados satisfactorios, y que mejor manera de comprobarlo que este trabajo de tesis, el cual ha permitido observar el proceso de desarrollo de un sistema remoto de monitoreo y control en casa habitación (vía internet) desde la propuesta del sistema hasta la misma selección y unión de cada uno de los elementos necesarios.

Actualmente todas las tecnologías han abierto las puertas para la implementación de un sin número de sistemas que buscan la solución de una necesidad o la simplificación de tareas. Es en este contexto donde encontramos a nuestro sistema remoto, el cual busca en primera instancia, reducir el fenómeno del estrés en las personas debido a la incertidumbre que la seguridad de su hogar pueda representar y además otorga la posibilidad de reducir tareas, en este caso el sistema permite el control de luces, puertas e incluso el monitoreo del hogar sin necesidad de moverse de su lugar.

Dicho sistema logro su comunicación con el usuario mediante el uso del medio de comunicación más utilizado en nuestros días; Internet, gracias a la programación de un microcontrolador, quien acompañado de un controlador permitieron la transmisión y recepción de datos a través de la red. Sin embargo aunque el uso de Internet es muy general, fue necesario considerar aspectos técnicos muy específicos para poder realizar esta comunicación, aspectos que incluyeron la selección del protocolo de comunicación y el hardware necesario.

Otro de los aspectos vitales en el proyecto fue la selección de los dispositivos encargados del monitoreo de los parámetros del hogar. Esto debido a la enorme gama existente en el mercado y que estos no siempre se enfocan a las características o parámetros físicos que se pretenden monitorear. Tal fue el caso de la diversidad de los sensores implementados para el monitoreo de ventanas y puertas, dentro de los cuales existen dispositivos enfocados a la posición, a su alteración como puede ser la ruptura parcial o total de estos.

Sin embargo, todo proyecto posee al menos un bloque flexible. Y en este caso ese bloque fue el correspondiente a la interfaz gráfica. Y es que este bloque fue el que brindó la oportunidad de generar una interfaz de manera muy intuitiva.

Desde la selección del programa para el diseño, el lenguaje de programación, hasta la misma integración de botones, paneles de visualización, funciones y colores.

Retomando al sistema completo y considerando los resultados obtenidos en el capítulo 4 se observa que el trabajo realizado, plasmado a lo largo de estas páginas ha cumplido con los objetivos establecidos al inicio, además de permitir observar una mayor aplicación de las herramientas tecnológicas en la vida cotidiana, abarcando no solo un área específica, sino que permitió observar la interacción de áreas como: la electrónica de potencia, la electrónica digital, el uso de redes locales y globales (Internet) así como de un lenguaje de programación en C a un nivel más sofisticado que el conocido. Siguiendo esta pauta, la realización del proyecto permitió reafirmar conocimientos previos vistos a lo largo de la licenciatura e incluso abrió el camino para iniciar en el mundo de los sistemas embebidos y la aplicación de estos a través de internet.

La culminación al 100% de los objetivos establecidos al inicio del proyecto permiten su conclusión de manera satisfactoria, dejando así la oportunidad de extender una invitación a trabajos futuros, ya que aunque no se plasmó como objetivo, la visión de este trabajo siempre fue establecer las bases de un sistema remoto comunicado vía internet, para su posible aplicación no solo en el área de seguridad, y menos aún de su aplicación en el hogar, sino que este se extienda a cada una de las áreas donde pueda tener aplicación y más aún que puedan conjuntar toda clase de dispositivos con funciones muy distintas hablando individualmente, pero que en conjunto representen un sistema con un impacto favorable para la sociedad y que con ello, este trabajo pueda alcanzar un mejor papel que el que hoy en día se logró



**“LA TECNICA AL SERVICIO DE LA  
PATRIA”**



# BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. Vargas, «CNNExpansion,» " La inseguridad eleva el estrés en México " Enero 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.cnnexpansion.com/mi-carrera/2011/01/17/inseguridad-eleva-estres-en-mexico>. [Último acceso: 15 Enero 2014].
- [2] ORACLE, «Oracle,» "Guía de administración de un sistema remoto" Agosto 2011. [En línea]. Disponible en: [http://docs.oracle.com/cd/E24842\\_01/html/E22524/wwwsov-3.html](http://docs.oracle.com/cd/E24842_01/html/E22524/wwwsov-3.html). [Último acceso: 17 Enero 2014].
- [3] S. Kalpakjian y S. R. Schmid, *Manufactura, ingeniería y tecnología*, México: Pearson, 2002.
- [4] World Internet Project Mexico, «WIP,» "Estudio 2012 de hábitos y percepciones de los mexicanos sobre Internet y diversas tecnologías asociadas", 2012. [En línea]. Disponible en: [http://www.wip.mx/estudios\\_wip.html](http://www.wip.mx/estudios_wip.html). [Último acceso: Febrero 2014].
- [5] World Internet Project Mexico, «WIP,» "Estudio 2013 de hábitos y percepciones de los mexicanos sobre Internet y diversas tecnologías asociadas" 2013. [En línea]. Disponible en: [http://www.wip.mx/estudios\\_wip.html](http://www.wip.mx/estudios_wip.html). [Último acceso: Febrero 2014].
- [6] Y. Liu, «"Design of the Smart Home based on embedded system",» *Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design. CAIDCD '06. 7th International Conference On*, 2006
- [7] F. Corno y F. Razzak, «"Intelligent Energy Optimization for User Intelligible Goals in Smart Home Environments",» *IEEE Journals and Magazines, vol. 3, pp. 2128-2135*, Diciembre 2012.
- [8] P. M. Miller, "TCP/IP - The Ultimate Protocol Guide", vol. 1, Brown Walker Press, 2009.
- [9] M. C. España Boquera, "Servicios Avanzados de Telecomunicación", Díaz de Santos, 2003.
- [10] J. M. Alarcón Aguín, "Fundamentos de Javascript Y Ajax - Para Desarrolladores Y Diseñadores Web", Krasis Consulting, 2012.
- [11] J. M. Huidobro Moya y R. J. Millán Tejedor, "Manual De Domótica", Creaciones Copyright, 2010.
- [12] R. Pállas Areny, "Sensores y Acondicionadores de Señal", 4 ed., Marcombo, 2003.
- [13] G. Morales Santiago y J. Garcia Rodrigo, "Sistemas y circuitos electricos", 1 ed., España: Paraninfo, 2013.
- [14] Microchip Technology Inc., «Microchip,» "Pagina oficial de venta de productos (PIC18F97J60)" [En línea]. Disponible en: <http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en026439>. [Último acceso: 11 Diciembre 2013].
- [15] Microchip Technology Inc., «Microchip,» "Manual de usuario PICDEM.net 2" [En línea]. Disponible en: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51623a.pdf> [Último acceso: 15 Mayo 2014].

- [16] Microchip Technology Inc., «Microchip,» “Manual de usuario del PICKit 2”  
[En línea]. Disponible en:  
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51553E.pdf>  
[Último acceso: 21 Marzo 2014].
- [17] Microchip Technology Inc., «Microchip,» “Manual de usuario del PIC18F97J60”  
[En línea]. Disponible en:  
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39762a.pdf>  
[Último acceso: 21 Junio 2014].
- [18] Microchip Technology Inc., «Microchip,» “Pagina oficial de venta de productos (ENC28J60)”  
[En línea]. Disponible en:  
<http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en022889>.  
[Último acceso: 15 Diciembre 2013].
- [19] I. Lackerbauer, "Internet", Barcelona: Marcombo, 2001.
- [20] P. Atelin y J. Dordoigne, "TCP/IP y protocolos de Internet", ENI, 2007.
- [21] E. Santamaria, "Electrónica Digital y Microprocesadores", 1 ed., Universidad Pontificia De Comillas.
- [22] System Safety de Mexico, «SSM Alarmas,»  
[En línea]. Disponible en:  
<http://www.ssmalarmas.com/contacto.php>.  
[Último acceso: 25 Marzo 2014].
- [23] Seguridad Global S.A. de C.V., «Seguridad Global,»  
[En línea]. Disponible en:  
<http://www.seguridadglobal.com.mx/index.html>  
[Último acceso: 27 Marzo 2014].
- [24] Electronica y Alramas de seguridad Integral S.A de C.V, «Electronica y Alarmas,»  
[En línea]. Disponible en:  
<http://www.electronicayalarmas.com/>  
[Último acceso: 2 Marzo2 2014].
- [25] Alarmas Telesentinel, «Telesentinel,»  
[En línea]. Disponible en:  
<http://www.telesentinel.com.mx/>  
[Último acceso: 13 Marzo 2014].
- [26] ORACLE, «Java,» “Descripcion de funcione Javascript”  
2012. [En línea]. Disponible en:  
[https://www.java.com/es/download/faq/java\\_javascript.xml](https://www.java.com/es/download/faq/java_javascript.xml)  
[Último acceso: 26 Enero 2014].

# ANEXOS

## INTERFAZ GRÁFICA

La interfaz gráfica quedó integrada por 1 página principal (Panel general de control) y 4 páginas auxiliares. Donde dos corresponden a las opciones de entrada y salida del sistema y las otras dos son una sección específica del panel de control

A continuación se muestra el código de la página para ingresar al sistema (**Panel de Acceso**), recordando que hace llamado a una función encriptada de acceso, mediante un usuario y contraseña. Función que con fines de seguridad está contenida en un archivo Jason, el cual fue descrito en el capítulo tres.

```
<html>
  <head>
    <title>Inicio De Sesion...</title>
    <script>
      function redireccion()
      {
        window.location.href="http://google.com";
      }
      setTimeout('redireccion()',60000);
    </script>
    <script Language=Javascript SRC="Password1.js">
    </script>
    <body bgcolor=E2E2E2 topmargin="10"
    <table border="0" width="90%" align="center">
    <tr>
      <td width="100%" align="center">
        <p>
          <font size="6" face="CALIBRI">
          <b>
          <br>
          Bienvenido Al Sistema
          </b>
          </font>
          </p>
        </td>
      </tr>
    </table>
    <br>
    <table width="100%" height="40" cellspacing="0" cellpadding="0"
    border="0" bgcolor=#0 align="center">
    <td>
      <font color="white"><font size="5"><CENTER><b>
```

```

IPN - ESIME CULHUACAN - IPN</b></CENTER></font>
</td>
</table>
<table width="100%" height="50" cellspacing="0" cellpadding="0"
border="0" align="center">
<td>
<center><b>Por favor ingresa tu usuario y contraseña</b></center>
<br>
</td>
</table>
<br>
<form name="password1" align="center">
<strong>Usuario: </strong>
<input type="text" name="username2" size="15">
<br>
<strong>Contraseña: </strong>
<input type="password" name="password2" size="15">
<br>
<input type="button" value="Ingresar" onClick="entrar()">
</form>
</body>
</html>

```

El código correspondiente al **Panel de Salida** es:

```

<html>
<head>
<title>Cierre de Sesion...</title>
</head>
<body bgcolor=E2E2E2 topmargin="20">
<table border="0" width="90%" align="center">
<tr><td width="100%" align="center">
<p>
<font size="6" face="CALIBRI">
<b>
<br>
Sistema Remoto De Monitoreo Y Control En Casa Habitación Vía Internet
</b>
</font>
</p></tr>
</table>
<table width="100%" height="40" cellspacing="0" cellpadding="0"
border="0" bgcolor=#990000 align="center">
<td width="3%"> </td>
<td width="20%">

```

```

        <a href="#" onclick=window.open("https://google.com.mx")>
        <font color="#FFFFFF" font size="2">
            <b> Camara 1...</b>
        </font>
    </a>
</td>
<td width="20%">
    <a href="Sensado.htm">
    <font color="#FFFFFF">
        <b>Sensado...</b>
    </font>
    </a>
</td>
<td>
<font color="white"><font size="5"><b>IPN - ESIME CULHUACAN - IPN</b></font>
</td>
<br>
<td width="20%">
    <a href="Control.htm">
    <font color="#FFFFFF">
        <b>Control...</b>
    </font>
    </a>
</td>
<br>
<td width="5%">
    <a href="Salir.htm">
    <font color="#FFFFFF" font size="2">
        <b>Salir....</b>
    </font>
    </a>
</td>
</table>
<br>
<script>
if(confirm("Desea Cerrar Su Sesion...?"))
{
    window.location.href="Inicio1.htm"
}
else
{
    window.location.href="Panel.htm"
}
</script>
</body>
</html>

```



```

    }
    }
    function StateChanged()
    {
        if(xmlHttp.readyState == 4 || xmlHttp.readyState == "complete")
        {
            document.getElementById("txtAutoUpdateStatus").innerHTML=xmlHttp.responseText;
            xmlHttp = null;
            UpdateStatus();
        }
    }
    function UpdateStatus()
    {
        xmlHttp = GetXmlHttpRequest(StateChanged);
        xmlHttp.open("GET", "Status.cgi" , true);
        xmlHttp.send(null);
    }
    function GetServerFile(FileName, AssignTo)
    {
        var NiftyObj = new Object();
        NiftyObj.XMLDevice = new GetXmlHttpRequest(StateChanged2);
        NiftyObj.XMLDevice.open("GET", FileName, true);
        NiftyObj.XMLDevice.send(null);
        NiftyObj.Text = AssignTo;
        ObjArray.push(NiftyObj);
    }
    function StateChanged2()
    {
        for(i in ObjArray)
        {
            if(ObjArray[i].XMLDevice.readyState == 4 ||
            ObjArray[i].XMLDevice.readyState == "complete")
            {
                if(ObjArray[i].Text != "")
                {
                    document.getElementById(ObjArray[i].Text).innerHTML=ObjArray[i].
                    XMLDevice.responseText;
                }
                if(ObjArray[i].Text == "txtAutoUpdateStatus")
                {
                    GetServerFile("Status.cgi", "txtAutoUpdateStatus");
                }
                delete ObjArray[i].XMLDevice;
                delete ObjArray[i];
            }
        }
    }
}

```

```

</script>
<script>
var timer = 0;
var activ = false;
var tempo = 5*60000;
function estado()
{
    if (activ)
    {
        window.clearTimeout(timer);
    }
    activ = true;
    timer = window.setTimeout("limite()", tempo);
}
function limite()
{
    alert("Tiempo De Sesión Agotado !")
    window.location=("Inicio.htm")
    close()
}
</script>
</head>
<body bgcolor=E2E2E2 topmargin="20" onmousemove="estado()"
onkeypress="estado()" onmousedown="estado()" onload="UpdateStatus()";
GetServerFile("Version.cgi','txtStackVersion');">
<table border="0" width="90%" align="center">
<tr>
<td width="100%" align="center"><p>
<font size="6" face="CALIBRI"><b>
<br>
Sistema Remoto De Monitoreo Y Control En Casa Habitación Vía Internet
</b>
</font></p>
</tr>
</table>
<table width="100%" height="40" cellspacing="0" cellpadding="0" border="0"
bgcolor=#990000 align="center">
<td width="3%"> </td>
<td width="20%">
<a href="#" onclick=window.open("http://sistemaremotoipncam.no-ip.org")>
<font color="#FFFFFF" font size="2">
<b> Camara 1...</b>
</font>
</a>
</td>

```





## PROGRAMACIÓN PICDEM.NET 2

Como se mencionó en el apartado 3.4.2 del capítulo tres, el diseño del proyecto de programación de la tarjeta incluye una serie de archivos .c utilizados dentro del mismo stack de comunicación TCP/IP otorgado por Microchip. Sin embargo, a continuación se muestran algunas secciones de los archivos principales donde se programaron las acciones específicas para el funcionamiento deseado de nuestro sistema:

### **MainDemo.c**

```
#define VERSION            "v3.75"           // TCP/IP stack version
#define BAUD_RATE    (19200) // bps
// These headers must be included for required defs.
#include <string.h>
#include "..\Include\Compiler.h"
#include "..\Include\StackTsk.h"
#include "..\Include\Tick.h"
#include "..\Include\MAC.h"
#include "..\Include\Helpers.h"
#include "..\Include\Delay.h"
#include "..\Include\UART.h"
#include "..\Include\MPFS.h"
#include "..\Include\LCDBlocking.h"
#include "..\Include\GenericTCPClient.h"

// CGI Command Codes
#define CGI_CMD_DIGOUT    (0)
#define CGI_CMD_LCDOUT   (1)
#define CGI_CMD_RECONFIG  (2)

// CGI Variable codes. - There could be 00h-FFh variables.
// NOTE: When specifying variables in your dynamic pages (.cgi),
// use the hexadecimal numbering scheme and always zero pad it
// to be exactly two characters. Eg: "%04", "%2C"; not "%4" or "%02C"
#define VAR_LED0          (0x00)
#define VAR_LED1          (0x01)
#define VAR_LED2          (0x10)
#define VAR_LED3          (0x11)
#define VAR_LED4          (0x12)
#define VAR_LED5          (0x13)
#define VAR_LED6          (0x14)
#define VAR_LED7          (0x15)
#define VAR_ANAIN_AN0    (0x02)
#define VAR_ANAIN_AN1    (0x03)
```

```

#define VAR_DIGINO      (0x04) // Button0 on Explorer16
#define VAR_DIGIN1     (0x0D) // Button1 on Explorer16
#define VAR_DIGIN2     (0x0E) // Button2 on Explorer16
#define VAR_DIGIN3     (0x0F) // Button3 on Explorer16
#define VAR_STACK_VERSION (0x16)
#define VAR_STACK_DATE      (0x17)
#define VAR_STROUT_LCD     (0x05)
#define VAR_MAC_ADDRESS    (0x06)
#define VAR_SERIAL_NUMBER  (0x07)
#define VAR_IP_ADDRESS     (0x08)
#define VAR_SUBNET_MASK    (0x09)
#define VAR_GATEWAY_ADDRESS (0x0A)
#define VAR_DHCP           (0x0B) // Use this variable when the web page is updating us
#define VAR_DHCP_TRUE     (0x0B) // Use this variable when we are generating the web
page

#define VAR_PUERTA      (0x19)
#define VAR_LAMPARA    (0x20)
#define VAR_PUERTAS    (0x21)
#define VAR_VENTANAS   (0x22)
#define VAR_LAMPARAS   (0x23)

// CGI Command codes (CGI_CMD_DIGOUT).
// Should be a one digit numerical value
#define CMD_LED1      (0x0)
#define CMD_LED2      (0x1)
#define CMD_LED3      (0x2)
#define CMD_LED4      (0x3)
#define CMD_LED5      (0x4)
#define CMD_LED6      (0x5)
#define CMD_LED7      (0x6)
#define CMD_PUERTA    (0x7)
#define CMD_LAMPARA   (0x8)

void HTTPExecCmd(BYTE** argv, BYTE argc)
{
    BYTE command;
    BYTE var;
#ifdef ENABLE_REMOTE_CONFIG
    BYTE CurrentArg;
    WORD_VAL TmpWord;
#endif
    /*
    * Design your pages such that they contain command code
    * as a one character numerical value.
    * Being a one character numerical value greatly simplifies
    * the job.

```

```

*/
command = argv[0][0] - '0';

/*
 * Find out the cgi file name and interpret parameters
 * accordingly
 */
switch(command)
{
case CGI_CMD_DIGOUT:      // ACTION=0
    /*
     * Identify the parameters.
     * Compare it in upper case format.
     */
    var = argv[1][0] - '0';

    //Acciones programadas para detectar cambio o acción de botones en la interfaz
    switch(var)
    {
case CMD_LED1:      // NAME=0
        // Toggle LED.
        LED1_IO ^= 1;
        break;

case CMD_LED2:      // NAME=1
        // Toggle LED.
        LED2_IO ^= 1;
        break;

case CMD_LED3:      // NAME=2
        // Toggle LED.
        LED3_IO ^= 1;
        break;

case CMD_LED4:      // NAME=3
        // Toggle LED.
        LED4_IO ^= 1;
        break;

case CMD_LED5:      // NAME=4
        // Toggle LED.
        LED5_IO ^= 1;
        break;

case CMD_LED6:      // NAME=5
        // Toggle LED.
        LED6_IO ^= 1;

```

```

        break;

    case CMD_LED7:    // NAME=6
        // Toggle LED.
        LED7_IO ^= 1;
        break;

        case CMD_PUERTA:    // NAME=7
        // Toggle PUERTA.
        PUERTA_IO ^= 1; //manda activar
            Delay1KTCYx(200); //Espera el pulso
        PUERTA_IO ^= 1; //manda desactivar
        break;

        case CMD_LAMPARA:    // NAME=8
        // Toggle LAMPARA.
        LAMPARA_IO ^= 1;
        break;

    }

#if defined(STACK_USE_HTTP_SERVER)
WORD HTTPGetVar(BYTE var, WORD ref, BYTE* val)
{
    // Temporary variables designated for storage of a whole return
    // result to simplify logic needed since one byte must be returned
    // at a time.
    static BYTE VarString[20];
#if ENABLE_REMOTE_CONFIG
    static BYTE VarStringLen;
    BYTE *VarStringPtr;

    BYTE i;
    BYTE *DataSource;
#endif

    //Acciones a ejectutar despues de reconocer el toque de uno de los botones
    switch(var)
    {
    case VAR_LED0:
        *val = LED0_IO ? '1':'0';
        break;
    case VAR_LED1:
        *val = LED1_IO ? '1':'0';
        break;
    case VAR_LED2:
        *val = LED2_IO ? '1':'0';
        break;
    case VAR_LED3:

```

```

    *val = LED3_IO ? '1':'0';
    break;
case VAR_LED4:
    *val = LED4_IO ? '1':'0';
    break;
case VAR_LED5:
    *val = LED5_IO ? '1':'0';
    break;
case VAR_LED6:
    *val = LED6_IO ? '1':'0';
    break;
case VAR_LED7:
    *val = LED7_IO ? '1':'0';
    break;
    case VAR_PUERTAS:
        if(PORTDbits.RD2==1)
            {
                *val='1';
            }
        if(PORTDbits.RD2==0)
            {
                *val='0';
            }
        break;

    case VAR_VENTANAS:
        if(PORTDbits.RD4==1)
            {
                *val='1';
            }
        if(PORTDbits.RD4==0)
            {
                *val='0';
            }
        break;

    case VAR_LAMPARAS:
        if(PORTDbits.RD6==1)
            {
                *val='1';
            }
        if(PORTDbits.RD6==0)
            {
                *val='0';
            }

break;

```

```

        case VAR_PUERTA:
            *val = PUERTA_IO ? '1':'0';
            break;
        case VAR_LAMPARA:
            *val = LAMPARA_IO ? '1':'0';
            break;

case VAR_ANAIN_AN0:
    *val = AN0String[(BYTE)ref];
    if(AN0String[(BYTE)ref] == '\0')
        return HTTP_END_OF_VAR;
        else if(AN0String[(BYTE)++ref] == '\0' )
            return HTTP_END_OF_VAR;
    return ref;

case VAR_DIGIN0:
    *val = BUTTON0_IO ? '1':'0';
    break;
case VAR_DIGIN1:
    *val = BUTTON1_IO ? '1':'0';
    break;
case VAR_DIGIN2:
    *val = BUTTON2_IO ? '1':'0';
    break;
case VAR_DIGIN3:
    *val = BUTTON3_IO ? '1':'0';
    break;

    case VAR_STACK_VERSION:
        if(ref == HTTP_START_OF_VAR)
            {
                strcpypgm2ram(VarString, VERSION);
            }
        *val = VarString[(BYTE)ref];
        if(VarString[(BYTE)ref] == '\0')
            return HTTP_END_OF_VAR;
            else if(VarString[(BYTE)++ref] == '\0' )
                return HTTP_END_OF_VAR;
        return ref;
}

```

## Compiler.h

```
#ifndef COMPILER_H
#define COMPILER_H

// Clock frequency value.
// This value is used to calculate Tick Counter value
#if defined(__18CXX)
    // All PIC18 processors
    #include <p18cxxx.h>
    #if defined(PICDEMNET2)
        #define CLOCK_FREQ          (41666667) // Hz
    #elif defined(FS_USB)
        #define CLOCK_FREQ          (48000000) // Hz
    #elif defined(PICDEMNET)
        // #define CLOCK_FREQ          (40000000) // Hz
        #define CLOCK_FREQ          (19660800) // Hz
    #else
        #define CLOCK_FREQ          (40000000) // Hz
    #endif

// Hardware mappings
#elif defined(PICDEMNET2)
// PICDEM.net 2 (PIC18F97J60 + ENC28J60)

// I/O pins
#define LED0_TRIS          (TRISJbits.TRISJ0)
#define LED0_IO            (PORTJbits.RJ0)
#define LED1_TRIS          (TRISJbits.TRISJ1)
#define LED1_IO            (PORTJbits.RJ1)
#define LED2_TRIS          (TRISJbits.TRISJ2)
#define LED2_IO            (PORTJbits.RJ2)
#define LED3_TRIS          (TRISJbits.TRISJ3)
#define LED3_IO            (PORTJbits.RJ3)
#define LED4_TRIS          (TRISJbits.TRISJ4)
#define LED4_IO            (PORTJbits.RJ4)
#define LED5_TRIS          (TRISJbits.TRISJ5)
#define LED5_IO            (PORTJbits.RJ5)
#define LED6_TRIS          (TRISJbits.TRISJ6)
#define LED6_IO            (PORTJbits.RJ6)
#define LED7_TRIS          (TRISJbits.TRISJ7)
#define LED7_IO            (PORTJbits.RJ7)
#define LED_IO             (*((volatile unsigned char*)&PORTJ))
#endif
#endif
```

```

#define BUTTON0_TRIS      (TRISBbits.TRISB3)
#define BUTTON0_IO        (PORTBbits.RB3)
#define BUTTON1_TRIS      (TRISBbits.TRISB2)
#define BUTTON1_IO        (PORTBbits.RB2)
#define BUTTON2_TRIS      (TRISBbits.TRISB1)
#define BUTTON2_IO        (PORTBbits.RB1)
#define BUTTON3_TRIS      (TRISBbits.TRISB0)
#define BUTTON3_IO        (PORTBbits.RB0)

// ENC28J60 I/O pins
#define ENC_RST_TRIS      (TRISDbits.TRISD2)      // Not connected by default
#define ENC_RST_IO        (LATDbits.LATD2)
#define ENC_CS_TRIS       (TRISDbits.TRISD3)
#define ENC_CS_IO         (LATDbits.LATD3)
#define ENC_SCK_TRIS      (TRISCbits.TRISC3)
#define ENC_SDI_TRIS      (TRISCbits.TRISC4)
#define ENC_SDO_TRIS      (TRISCbits.TRISC5)
#define ENC_SPI_IF        (PIR1bits.SSPIF)
#define ENC_SSPBUF        (SSP1BUF)
#define ENC_SPISTAT       (SSP1STAT)
#define ENC_SPISTATbits   (SSP1STATbits)
#define ENC_SPICON1       (SSP1CON1)
#define ENC_SPICON1bits   (SSP1CON1bits)
#define ENC_SPICON2       (SSP1CON2)

// 25LC256 I/O pins
#define EEPROM_CS_TRIS    (TRISDbits.TRISD7)
#define EEPROM_CS_IO      (LATDbits.LATD7)
#define EEPROM_SCK_TRIS   (TRISCbits.TRISC3)
#define EEPROM_SDI_TRIS   (TRISCbits.TRISC4)
#define EEPROM_SDO_TRIS   (TRISCbits.TRISC5)
#define EEPROM_SPI_IF     (PIR1bits.SSPIF)
#define EEPROM_SSPBUF     (SSPBUF)
#define EEPROM_SPICON1    (SSP1CON1)
#define EEPROM_SPICON1bits (SSP1CON1bits)
#define EEPROM_SPICON2    (SSP1CON2)
#define EEPROM_SPISTAT    (SSP1STAT)
#define EEPROM_SPISTATbits (SSP1STATbits)

#define LCD_DATA_TRIS     (TRISE)
#define LCD_DATA_IO       (LATE)
#define LCD_RD_WR_TRIS    (TRISHbits.TRISH1)
#define LCD_RD_WR_IO      (LATHbits.LATH1)
#define LCD_RS_TRIS       (TRISHbits.TRISH2)
#define LCD_RS_IO         (LATHbits.LATH2)
#define LCD_E_TRIS        (TRISHbits.TRISH0)
#define LCD_E_IO          (LATHbits.LATH0)

```

```

#define PUERTA_TRIS          (TRISDbits.TRISD0)    // Ref cerradura
#define PUERTA_IO          (PORTDbits.RD0)
#define LAMPARA_TRIS       (TRISDbits.TRISD1)    // Ref foco
#define LAMPARA_IO        (PORTDbits.RD1)

#define PUERTAS_TRIS       (TRISDbits.TRISD2)    // Ref cerradura
#define PUERTAS_IO        (PORTDbits.RD2)
#define VENTANAS_TRIS     (TRISDbits.TRISD4)    // Ref ventana
#define VENTANAS_IO      (PORTDbits.RD4)
#define LAMPARAS_TRIS     (TRISDbits.TRISD6)    // Ref foco
#define LAMPARAS_IO      (PORTDbits.RD6)

```

```

#elif defined(PIC18F97J60_TEST_BOARD)

```

```

// PIC18F97J60 Test board for early Adopters and beta customers

```

```

// I/O pins

```

```

#define LED0_TRIS          (TRISDbits.TRISD7)
#define LED0_IO          (PORTDbits.RD7)
#define LED1_TRIS        (TRISDbits.TRISD6)
#define LED1_IO          (PORTDbits.RD6)
#define LED2_TRIS        (TRISDbits.TRISD5)
#define LED2_IO          (PORTDbits.RD5)
#define LED3_TRIS        (TRISDbits.TRISD4)
#define LED3_IO          (PORTDbits.RD4)
#define LED4_TRIS        (TRISDbits.TRISD3)
#define LED4_IO          (PORTDbits.RD3)
#define LED5_TRIS        (TRISDbits.TRISD2)
#define LED5_IO          (PORTDbits.RD2)
#define LED6_TRIS        (TRISDbits.TRISD1)
#define LED6_IO          (PORTDbits.RD1)
#define LED7_TRIS        (TRISDbits.TRISD0)
#define LED7_IO          (PORTDbits.RD0)

```

```

// 25LC256 I/O pins

```

```

#define EEPROM_CS_TRIS    (TRISBbits.TRISB4)
#define EEPROM_CS_IO    (LATBbits.LATB4)
#define EEPROM_SCK_TRIS  (TRISCbits.TRISC3)
#define EEPROM_SDI_TRIS  (TRISCbits.TRISC4)
#define EEPROM_SDO_TRIS  (TRISCbits.TRISC5)
#define EEPROM_SPI_IF    (PIR1bits.SSPIF)
#define EEPROM_SSPBUF    (SSPBUF)
#define EEPROM_SPICON1   (SSP1CON1)
#define EEPROM_SPICON1bits (SSP1CON1bits)
#define EEPROM_SPICON2   (SSP1CON2)

```