

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Electrónica



**Sistema especializado de monitoreo para las salas de Servidores y UPS
del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de Ingeniero
en Electrónica con el grado académico de Licenciatura**

Rolando Bonilla Vargas

Cartago, 10 de Marzo del 2009


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA
PROYECTO DE GRADUACIÓN
TRIBUNAL EVALUADOR

Proyecto de Graduación defendido ante el presente Tribunal Evaluador como requisito para optar por el título de Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Miembros del Tribunal



Ing. Johan Carvajal Godínez
Profesor lector



Ing. Néstor Hernández Hostaller
Profesor lector



Ing. Julio Stradi Granados
Profesor asesor

Cartago, 9 de Marzo del 2009

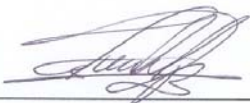
Declaración de Autenticidad

Declaro que el presente Proyecto de Graduación ha sido realizado enteramente por mi persona, utilizando y aplicando literatura referente al tema e introduciendo conocimientos propios.

En los casos en que he utilizado bibliografía, he procedido a indicar las fuentes mediante las respectivas citas bibliográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad total por el trabajo de graduación realizado y por el contenido del correspondiente informe final.

Cartago, 10 de marzo de 2009



Rolando Bonilla Vargas

Céd: 1-1230-0596

Resumen

El ICE mantiene actualmente en desarrollo el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, ubicado en la Zona de los Santos, provincia de San José. En su plantel de operaciones cuenta con una de Servidores y equipo de redes, otra con UPS y paneles de control de potencia, y además una con las centrales telefónicas del proyecto. El problema que generó el proyecto consiste en la falta de un sistema de supervisión adecuado para el funcionamiento de los equipos contenidos en dichas salas, lo que aumenta las posibilidades de una falla por no detectar oportunamente condiciones de operación inadecuadas, ya sean ambientales o de sobre carga en los equipos. Por lo anterior es claro que un problema de funcionamiento en alguna de estas salas resultaría en pérdidas elevadas para el ICE, pues los sistemas a los que le dan soporte son indispensables para el desarrollo del proyecto y todas las actividades de requiere. La solución implementada consiste en un sistema de monitoreo para las variables ambientales y eléctricas dentro de las salas mencionadas, presentando la información de manera local y de forma remota a través de un sitio web.

Palabras clave: Monitoreo, Ethernet, acceso Web, I²C, RS-232, PIC.

Abstract

The Pirrís Hydroelectric Project is currently being executed by the Costa Rican Electricity Institute (ICE) in the Los Santos zone in the province of San José. The Abejónal Site of the Project has a room that includes the servers and network equipment, another room with the UPSs and power control panels, and one additional room with the telephone switchboards. However, one of the problems experienced by this Project refers to the lack of a suitable supervision system to operate the equipment located in such rooms. As a result, the possibility of a failure becomes higher since inadequate operation conditions related to the environment and to equipment overcharges cannot be detected on time. It is evident that an operation failure in one of these rooms will cause a significant loss to ICE because the systems to which support is provided are essential for the development of the Project and all the related activities. The applied solution consists of a monitoring system for environmental and electric variables in these rooms, so that information can be provided in a local and remote manner through a website. In addition, a record of the performance of the system is also prepared.

Keywords: Monitoring, Ethernet, Web Access, I²C,RS-232,PIC.

Dedicatoria

Sin duda alguna mi dedicatoria va dirigida a todas las personas que están en mi vida o llegaron en algún determinado momento y dejaron huella en mí. Desde la persona que me dijo buenos días cuando desperté sin ganas de continuar, hasta mis padres a quienes les debo todo y sé que darían su vida por mí. Es por ellos, por mi familia, mi hermano Alejandro, mis 3 hermanas Maureen, Natalia y Stefanny, mis padres Rafael y Judith, que hoy estoy aquí finalizando un ciclo muy importante en mi vida, un sueño que inicié hace más de 6 años y que a pesar de tanto tiempo nunca dejaron de apoyarme en los momentos más difíciles, sin importar la situación o la dificultad, siempre estuvieron y han estado conmigo, es por eso que este trabajo es para ellos, para mi familia, para mi novia, para mis seres más queridos.

Además quiero mencionar a todos mis amigos, esas personas que tuve la suerte de conocer durante este proceso y que al igual que yo compartimos los mismos objetivos, los mismos problemas y alegrías, a todos mis compañeros de carrera que sin duda al igual que yo, saben lo difícil que es llegar hasta aquí y poder ver el resultado de tanto sacrificio.

Yo dedico mi esfuerzo, mi entrega y mi conocimiento a todas esas personas que se han preocupado por mi y sé que son muchas, a las que me han permitido aprender, a las que hacen un alto en su vida y piensan en lo que quieren y en la manera de lograrlo, que en vez de esperar que las cosas sucedan, simplemente toman acción y cambian su destino, esas son las personas que siempre me han inspirado y a las que les debo este trabajo.

Así pues, dedico este proyecto a todas las personas que han dejado huella en mí, que han logrado cambiar mi vida de manera positiva y que estoy seguro lo seguirán haciendo, porque detrás de cada línea de llegada existe otra de partida y detrás de cada logro existe otro desafío.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” Fil. 4:13

Agradecimiento

Quiero agradecer en primer lugar a mi Dios que me permitió día a día llegar hasta aquí, a mi familia y amigos por su infinito apoyo, y a la vida por darme esta oportunidad.

Pero también es importante mencionar algunas personas que sin su ayuda hubiese sido imposible llevar a cabo este proyecto. Al Tec. Minor Campos Sancho, jefe del Taller Eléctrico del PH Pirrís, por su invaluable colaboración y disposición durante todo el desarrollo del trabajo, al Ing. Rodolfo Bolaños, jefe del departamento de Redes Eléctricas por toda su ayuda, y en general a los demás compañeros del PH Pirrís que me brindaron su colaboración en momentos vitales. También a mi profesor asesor de la Escuela de Ingeniería Electrónica, Ing, Julio Stradi por su constante apoyo y consejos.

Además quiero resaltar mi agradecimiento muy especial a Tudy y a su familia, a todas ellas un millón de gracias por todo.

INDICE GENERAL

Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Problema existente e importancia de su solución	1
1.2 Solución Seleccionada	3
Capítulo 2: Meta y Objetivos	6
2.1 Meta	6
2.2 Objetivo Principal	6
2.3 Objetivos Específicos	7
Capítulo 3: Marco Teórico	10
3.1 Conexión Ethernet y servicio DHCP	10
3.2 Protocolo de comunicación I²C	11
3.3 Protocolo de comunicación RS-232	13
3.4 Protocolo de comunicación SPI	14
3.5 Sistema de UPS	15
3.6 Antecedentes bibliográficos	16
Capítulo 4: Procedimiento Metodológico	17
4.1 Reconocimiento y definición del problema	17
4.2 Obtención y análisis de la información	17
4.3 Evaluación de las alternativas y síntesis de una solución	18
4.4 Implementación de la solución	19
4.5 Reevaluación y rediseño	21
Capítulo 5: Descripción detallada de la solución	22
5.1 Análisis de soluciones y selección final	22
5.2 Descripción del hardware	25
5.2.1 Modulo Principal (conexión Ethernet)	25
5.2.2 Módulo Secundario	27
5.2.3 Sensores ambientales	28
5.2.4 Sensores de corriente	29
5.2.5 Detectores de humo	30
5.2.6 Conexión desde las UPS	31
5.2.7 Memoria EEPROM	32
5.2.8 Módulo RTC	32
5.3 Descripción del software	33
5.3.1 Software del Módulo Central	33
5.3.2 Servidor Web	36
5.3.3 Páginas Web implementadas.	37
5.3.4 Software del módulo secundario	38
5.3.5 Protocolo de comunicación entre el Módulo central y el secundario.	41

Capítulo 6: Análisis de Resultados.....	44
6.1 Resultados.....	44
6.2 Análisis	49
Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones.....	52
7.1 Conclusiones.....	52
7.2 Recomendaciones.....	53
Bibliografía.....	54
Apéndices	56
Apéndice A.1: Tabla de evaluación para el despliegue de los datos del sistema.	56
Apéndice A.2: Manual de Usuario del sistema.....	57
Anexos	58
Anexo B.1 Manual de usuario de los sistemas de UPS.	79
Anexo B.3 Hoja de datos del módulo web SB65EC.....	84
Anexo B.4 Hoja de datos del módulo secundario SBC28PC.	85
Anexo B.5 Hoja de datos del LCD (SPI-LCD)204a.....	86
Anexo B.6 Hoja de datos del RTC DS1307.	87
Anexo B.7 Hoja de datos PIC 18F6627.....	88
Anexo B.8 Hoja de datos de la memoria EEPROM AT24C512.	89
Anexo B.9 Hoja de datos del sensor ambiental SHT71.	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Esquema general de la distribución en las salas de UPS, Servidores y Telefonía.	2
Figura 1.2	Diagrama general de la solución implementada.....	5
Figura 3.1	Diagrama para el protocolo de red DHCP.	11
Figura 3.2	Esquema general de funcionamiento del Protocolo I ² C.	12
Figura 3.3	Conexión utilizando el protocolo I ² C.....	13
Figura 3.4	Conexión RS-232 entre dos dispositivos.....	14
Figura 3.5	Conexión utilizando el protocolo de comunicación SPI.	15
Figura 5.1	Propuesta de solución con conexión directa a PC dedicada al sistema.....	23
Figura 5.2	Esquema general de la solución final implementada.....	25
Figura 5.3	Módulo Ethernet SBC65EC utilizado en el proyecto.	26
Figura 5.4	Diagrama de conexiones en el módulo primario.....	27
Figura 5.5	Tarjeta de desarrollo SBC28PC utilizada en el proyecto.....	28
Figura 5.6	Diagrama de conexiones en el módulo secundario SBC28PC....	28
Figura 5.7	Conexiones desde los sensores ambientales.	29
Figura 5.8	Sensor de corriente CTV-C.	30
Figura 5.9	Conexiones establecidas hacia los detectores de Humo.	31
Figura 5.10	Conexión desde las UPS al módulo central.	31
Figura 5.11	Diagrama del circuito implementando en la placa impresa.	33
Figura 5.12	Diagrama para el software de la Unidad Central.....	34
Figura 5.13	Código de acceso a información desde Web.	36
Figura 5.14	Diagrama ilustrativo del sitio Web del sistema.	38
Figura 5.15	Diagrama para el software de la unidad secundaria.....	40
Figura 5.16	Formato para paquetes de datos almacenados.	41
Figura 5.17	Diagrama protocolo comunicación RS-232.	43
Figura 6.1	Detalle de los mensajes mostrados en el LCD.....	45
Figura 6.2	Hora actual del sistema mostrada en el LCD y tarjeta impresa con el RTC.	46
Figura 6.3	Página de inicio del sitio web del sistema.	47
Figura 6.4	Estado general de las UPS y Baterías.	47
Figura 6.5	Condiciones ambientales desde la página web.....	48
Figura 6.6	Despliegue de corrientes de salida desde página web.....	48
Figura 6.7	Historial del sistema desde la página web.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 6.1	Verificación de los sensores ambientales y de corriente.....	44
Tabla 9.1	Herramienta de evaluación para el despliegue de los datos.....	56

Capítulo 1: Introducción

A continuación se presenta una descripción general del problema que motivó el desarrollo del proyecto de graduación referido este documento, teniendo en cuenta el entorno bajo el que se llevó a cabo el trabajo, la metodología utilizada y la importancia que tiene para la empresa contar con una solución adecuada para dicha problemática.

1.1 Problema existente e importancia de su solución

El Plantel de operaciones del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, ubicado a 6 Km de la comunidad de San Pablo de León Cortés, cuenta con diversos departamentos que se encargan de toda la logística relacionada con el desarrollo del proyecto, incluyendo bodegas de materiales, talleres eléctricos, mecánicos, de precisión y estructuras, además del área administrativa y otras dependencias. Para dar soporte a todo este conjunto de trabajo, el ICE proyecto cuenta con una habitación en la que se encuentran los servidores que utilizan los diferentes departamentos, además de otra sala donde se ubican las centrales telefónicas, paneles de control eléctrico y un banco de baterías industriales (UPS) encargado de dar soporte al sistema en caso de fallo en la alimentación eléctrica. Dichos sistemas requieren un ambiente controlado para operar de manera continua y sin deterioro excesivo, sin embargo a pesar que se cuenta con el equipo necesario para brindar estas condiciones, no se está realizando un control adecuado y en tiempo real de los parámetros dentro de las habitaciones, con lo que se expone todo el plantel a fallas de comunicación y abastecimiento de energía, como ya ha sucedido en ocasiones anteriores. En la figura 1.1 se muestra un esquema de las salas en cuestión donde se ubican los equipos.

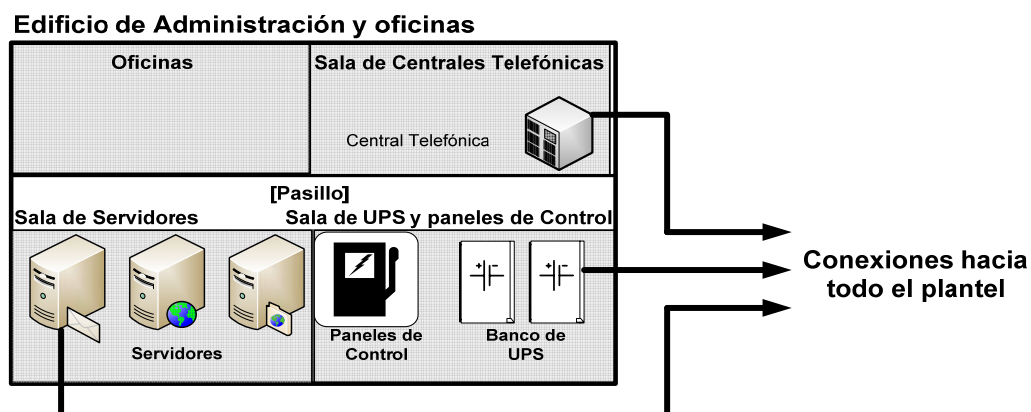


Figura 1.1 Esquema general de la distribución en las salas de UPS, Servidores y Telefonía.

Los parámetros ambientales se ajustan una única vez en los equipos de control de temperatura y humedad, para luego dejar el sistema funcionar sin ninguna supervisión constante, que permita verificar si en efecto se tienen las condiciones ambientales adecuadas o si por el contrario alguno de los sistemas ambientales o eléctricos no está funcionando correctamente. Además de que la falta de control detallado sobre las variables y su comportamiento, impide detectar las posibles causales de fallo y los sistemas en los que se dan los problemas. Los desperfectos se han presentado en reiteradas ocasiones, principalmente en los sistemas de aires acondicionados y control de humedad; mientras que en las salas de UPS el extractor de gases peligrosos falla con una frecuencia superior debido a su antigüedad y a que no cuenta con otro sistema de respaldo, lo cual genera peligro de explosión en la habitación. Además de que por diversas razones propias de su operación, los equipos de UPS alertan sobre condiciones de riesgo como sobrecarga en la salida, problemas en las baterías o en la red entrada, sin embargo no se monitorean estas alertas de manera periódica principalmente por falta de un sistema que facilite esa labor y ponga esa información al alcance del personal responsable.

A manera de síntesis el problema que motiva el desarrollo del proyecto al que se refiere este documento, es la falta de un control adecuado de las condiciones ambientales, eléctricas y de funcionamiento para los sistemas de UPS, servidores, paneles de control y centrales telefónicas en el plantel del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, lo que aumenta la posibilidad de fallas en las comunicaciones y la distribución de energía en toda el área de trabajo, vitales para llevar a cabo con normalidad y eficiencia todas las labores que requiere el proyecto.

Entre los beneficios que se obtienen al tener el problema resuelto se pueden citar:

- Mayor confiabilidad en los sistemas de respaldo en caso de fallo en la alimentación, ya que se tiene un control en tiempo real para verificar su funcionamiento.
- Facilidad de acceso a la información referida a los sistemas de respaldo y comunicación, ya sea en las propias salas donde están los equipos o mediante el acceso remoto.
- Acceso al sistema de monitoreo mediante la red interna del plantel (Ethernet), a través de la página WEB diseñada para tal propósito y que despliega toda la información recopilada en tiempo real.
- Existencia de un registro histórico del comportamiento del sistema, el cual se almacena de manera permanente en los módulos del sistema y puede ser accedido vía web.

1.2 Solución Seleccionada

La solución implementada cumple con los requerimientos que fueron definidos por la empresa al inicio del proyecto, relacionados principalmente con el problema planteado y las dificultades que implicaba el mismo. A continuación se mencionan los principales requisitos del proyecto:

- Disponer de información relacionada con el funcionamiento y condiciones ambientales de los equipos que se encuentran en las salas de UPS, Servidores y Telefonía.
- Disminuir la posibilidad de falla en los equipos debido a la detección inoportuna de condiciones de riesgo o de operación inadecuada.
- Garantizar a los usuarios (empleados del ICE) la posibilidad de llevar un control adecuado de las condiciones de operación de los sistemas mencionados.
- Contar con un registro histórico de la operación de los equipos, condiciones ambientales y condiciones de riesgo detectadas.
- Generar señales o mensajes de error para los usuarios del sistema inmediatamente se detecta una condición de riesgo.

Para cumplir con estas características teniendo en cuenta el entorno que rodea las salas, la forma en que se utilizan los equipos y además la forma en que se administran por parte de los empleados a cargo, se diseñó un sistema de monitoreo capaz de recopilar la información más relevante sobre los equipos y las condiciones de operación, que además es capaz de desplegar los datos que genera de manera eficiente, ya sea directamente donde se encuentran los equipos o de manera remota mediante el acceso web.

En cada una de las salas se instalaron sensores de alta precisión capaces de medir la temperatura y la humedad relativa, además de detectores de humo y una pantalla LCD en la que se despliega constantemente el estado general de los equipos, situaciones de riesgo en caso que se tengan, y las condiciones ambientales en tiempo real. Con respecto a los módulos UPS, se implementó una conexión hacia uno de los puertos que tienen disponibles, desde donde el sistema obtiene la información sobre el estado general del equipo.

La administración de todos estos módulos se realiza desde dos unidades centrales de procesamiento de información, las cuales poseen un protocolo de comunicación entre ellas y con cada uno de los sensores que tienen conectados. La primera de estas unidades posee conexión Ethernet y es la que implementa el servidor web donde se ubica la página del sistema, además administra las pantallas LCD, por su parte el módulo secundario se encarga de controlar los sensores ambientales y administrar la base de datos sobre el historial de operación. En la figura 1.2 se muestra el esquema de la solución implementada.

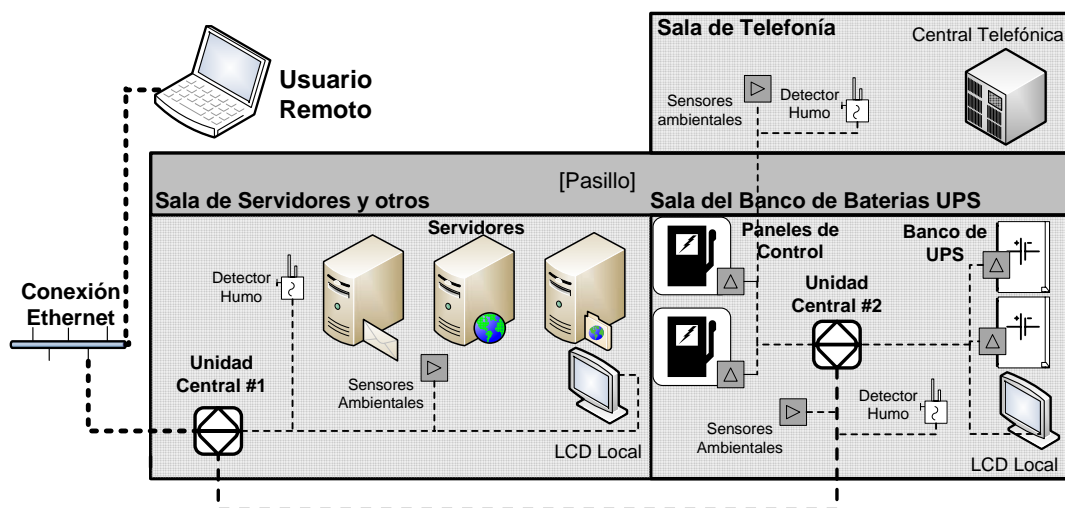


Figura 1.2 Diagrama general de la solución implementada.

Capítulo 2: Meta y Objetivos

2.1 Meta

Reducir significativamente los problemas en las salas de UPS y Servidores atribuibles a la detección inoportuna de condiciones¹ inadecuadas en la operación de los sistemas.

Indicador: Conjunto de datos estadísticos que evidencien una disminución de los problemas asociados con la detección no oportuna de errores, una vez que se ha puesto en funcionamiento el sistema.

2.2 Objetivo Principal

Desarrollar un sistema encargado de supervisar las condiciones³ de operación (ambientales y eléctricas) para los equipos que se encuentran dentro de las salas de Servidores y UPS del plantel de la PH Pírris, teniendo la capacidad de informar en tiempo real sobre anomalías detectadas a las personas que corresponde el cuidado de los equipos.

Indicador: Los empleados en el plantel de la PH Pírris tienen la opción de supervisar en tiempo real, de manera local o remota, las condiciones¹ de los sistemas en las salas de Servidores y UPS, ya sea por notificación del sistema (error detectado) o por iniciativa del usuario.

¹ Las condiciones de los sistemas se refieren a variables ambientales de Temperatura y Humedad, además de los parámetros de funcionamiento relacionados con las UPS y los sensores de humo instalados.

2.3 Objetivos Específicos

a. Objetivos de hardware

- I. Implementar el protocolo de comunicación Ethernet para enlazar el sistema con la red interna que posee el plantel del ICE, para de esta forma transmitir la información que se obtiene.

Indicador: Cumplir con los parámetros que define el estándar IEEE 802.32 para la comunicación Ethernet.

- II. Desarrollar el hardware necesario para darle soporte al sistema en las diferentes etapas de censado, comunicación y control que se requieren.

Indicador: Presencia de un medio físico que comprende e interconecta adecuadamente todos los elementos que forman parte del sistema propuesto.

- III. Instalar dos pantallas tipo LCD que permitan a los usuarios del sistema acceder la información generada en tiempo real desde las propias salas donde se ubican los equipos.

Indicador: Pantallas LCD en las salas de servidores y en la de UPS, desde donde se despliega continuamente la información recopilada por el sistema.

b. Objetivos de software

- I. Diseñar un protocolo eficiente de recolección y procesamiento para la información obtenida desde cada sensor instalado, implementado en las unidades receptoras correspondientes.

Indicador: Flujo adecuado de la información desde cada sensor hasta el punto de almacenamiento y despliegue (pantallas LCD, pag. web), determinado mediante un estudio de trazabilidad de los datos a través del sistema.

² Ver sección de bibliografía para mayor información sobre el estándar IEEE 802.3 y sus variantes.

- II. Desarrollar las aplicaciones de software para procesar la información generada por el sistema, desde las unidades ubicadas en las salas de Servidores y UPS hasta la aplicación remota vía Ethernet, incluyendo un registro en el que se muestre un historial sobre las condiciones de operación del sistema a través del tiempo.

Indicador: Consulta a la base de datos en la que se muestran registros de fecha y hora, que incluye los diferentes parámetros del sistema³ almacenados de manera permanente.

- III. Diseñar un algoritmo que permita controlar de manera eficiente las pantallas LCD y la manera secuencial en que se muestra en ellas la información general, además de los mensajes de error en caso necesario.

Indicador: Presencia de mensajes legibles y coherentes de manera secuencial en el LCD por un lapso de 6 segundos, presentando los datos indicados por la aplicación central.

c. Objetivos de documentación

- I. Presentar un documento escrito y digital, en el que se detalle la forma de utilizar el sistema adecuadamente, darle mantenimiento preventivo y corregir los errores más comunes que se pueden presentar.

Indicador: Documento escrito registrado en la biblioteca que posee el plantel del ICE con el nombre de "Manual de usuario para sistema de monitoreo en salas de servidores y UPS, PH Pirrís."

³ Los parámetros del sistema se refieren a todas las variables que se visualizan por la página web y que se almacenan de manera permanente. (temperatura, humedad, estado de UPS, extractor de aire, condiciones de error)

d. Objetivos de implementación

- I. Poner a disposición del usuario final la información que recopila el sistema, ya sea de forma remota (vía Ethernet) o en las propias salas de servidores y UPS mediante 2 pantallas tipo LCD.

Indicador: Calificación superior a 2 para el sistema en todos los ítems de la herramienta de evaluación del Apéndice A, en al menos tres evaluaciones realizadas por diferentes usuarios finales.

- II. Instalar los módulos receptores de información dentro de gabinetes debidamente diseñados para proteger equipos electrónicos, incluyendo también las pantallas LCD.

Indicador: Instalación del hardware dentro de las salas cumpliendo con la aprobación del departamento de Redes Eléctricas del PH Pirrís, encargado de supervisar las conexiones eléctricas dentro del plantel.

Capítulo 3: Marco Teórico

A continuación se detallan los principales conceptos que se relacionan con la solución del problema, incluyendo además una descripción de los equipos que se utilizaron.

3.1 Conexión Ethernet y servicio DHCP

Una de las principales características que fueron agregadas al sistema es la posibilidad de establecer una conexión para intercambio de información con la red interna que posee el plantel del PH Pirrís, lo cual se logró cumpliendo con el protocolo de comunicación Ethernet IEEE 802.3 referido en el apartado 3 de la sección de bibliografía del presente documento.

La red interna que posee el plantel brinda acceso al correo electrónico, internet, impresoras y demás servicios. Para la asignación de direcciones IP utiliza un servidor con el protocolo DHCP (siglas en inglés de Dynamic Host Configuration Protocol), lo cual se debió tener en cuenta a la hora de seleccionar el equipo a utilizar en el proyecto. El protocolo DHCP consiste en un protocolo de red que permite a los usuarios de una red IP (impresoras, PC, servidores) obtener sus parámetros de configuración automáticamente mediante una solicitud enviada al servidor DHCP al conectarse a la red. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van siendo solicitadas, quedando nuevamente disponibles al detectar que el usuario se desconectó. Además se lleva un control en todo momento sobre quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después. En la sección 4 de bibliografía se puede ubicar referencias sobre el funcionamiento del DHCP, además en la figura 3.1 se muestra un diagrama explicativo del funcionamiento del protocolo.

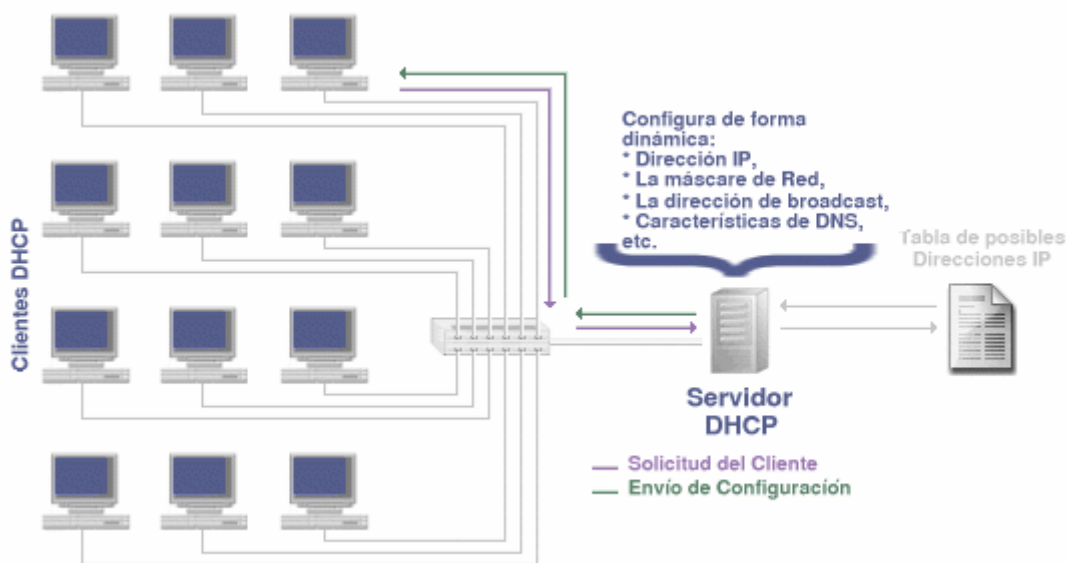


Figura 3.1 Diagrama para el protocolo de red DHCP.⁴

3.2 Protocolo de comunicación I²C

Le sistema desarrollado utiliza sensores de humedad y temperatura, una memoria externa tipo EEPROM y un reloj de tiempo real (RTC) que se configuran y generan información utilizando el protocolo de comunicación I²C. Es un bus muy usado en la industria, principalmente para comunicar microcontroladores y sus periféricos en sistemas integrados, además para comunicar circuitos integrados entre sí que normalmente residen en un mismo circuito impreso. La abreviación proviene del término en inglés “*Inter-Integrated Circuit*” y fue desarrollado inicialmente por la empresa Philips en el año 1992. La velocidad en el modo de operación estándar es 100Kbits por, aunque también permite velocidades superiores dependiendo del hardware que lo empleado.

⁴ Imagen tomada del sitio web: <http://www.netsecuritysolutionsltda.com/>, ver sección de bibliografía.

Una característica relevante del I²C es que emplea únicamente dos líneas en establecer la comunicación para realizar el envío y recepción de datos. La primera línea transmite la información, mientras que la segunda se utiliza como señal de reloj, requiriendo además la señal de tierra en el caso de los dispositivos que no comparten la misma tarjeta impresa y por ende la misma referencia a tierra.

El protocolo permite la opción de implementar un sistema en que varias unidades comparten un mismo bus ya que utiliza una dirección única para cada dispositivo conectado. Para establecer el orden de comunicación cada dispositivo está definido como “*master*” o “*esclavo*”, siendo el primero, también conocido como maestro, quien siempre inicia una transferencia de información, generando una señal de bus activo (START) y de inmediato enviando la dirección de la unidad con la que desea intercambiar información, posteriormente aquel dispositivo que tiene asignada la dirección señalada por el *maestro*, responde utilizando el bus de datos, dependiendo de si se requiere una función de lectura o escritura. Al finalizar la transferencia de los bytes necesarios, se genera una señal de bus inactivo (STOP), en la que se deja el bus a disposición de cualquier otro dispositivo que lo requiera utilizar.

La figura 3.2 muestra el funcionamiento del protocolo, cabe resaltar la distribución del primer byte que genera el *master* hacia todos los dispositivos conectados, en la que incluye la dirección de destino, el comando requerido y el bit que indica lectura/escritura.

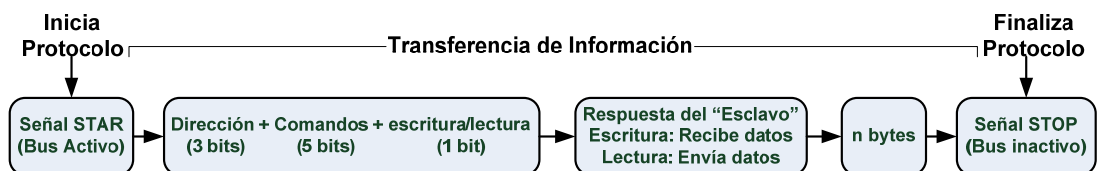


Figura 3.2 Esquema general de funcionamiento del Protocolo I²C.

El nombre general que se les da a las líneas de transmisión utilizadas por el I²C es SDA para datos y SCL para la señal de reloj. Dichas conexiones son de tipo colector abierto, por lo tanto se requiere instalar una resistencia de tipo “Pull-Up”, la cual cumple la función de definir siempre ante un estado de inactividad en el bus de datos, una tensión igual a Vcc sobre las líneas SDA y SCL. A continuación la figura 3.3 muestra un diagrama de conexión básico en un sistema que utiliza en bus I²C, ya sea con uno o varios dispositivos maestros.

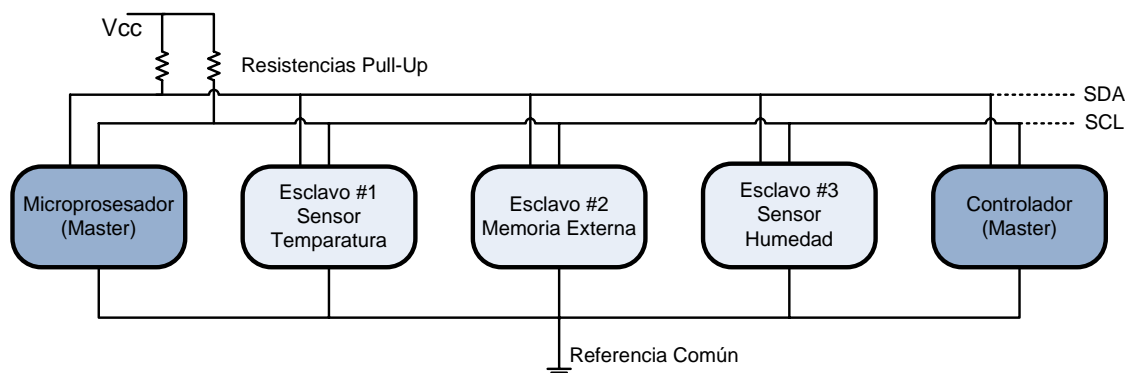


Figura 3.3 Conexión utilizando el protocolo I²C.

3.3 Protocolo de comunicación RS-232

Para implementar la conexión entre los dos módulos recolectores de datos, vital para el funcionamiento del sistema, se utilizó el protocolo de comunicación RS-232. Consiste en una norma para el intercambio serie de datos binarios, en donde se utilizan tres líneas para establecer la comunicación: Rx (transmisión de datos), Tx(recepción de datos) y GND(referencia). Una característica importante del protocolo es que permite la comunicación bidireccional simultáneamente (también llamada *full-duplex*) a pesar de contar con solo 3 líneas, además de soportar distancias de conexión hasta los 15 metros inclusive. Para su implementación normalmente se requiere de hardware externo debido a que utiliza tensiones de +12V y -12V para representar los datos binarios, por esta razón se requiere un dispositivo que traduzca los valores normales TTL de 0V y +5V a los utilizados en la norma RS-232. La figura 3.4 presenta un diagrama ilustrativo este tipo de conexión entre dos dispositivos.

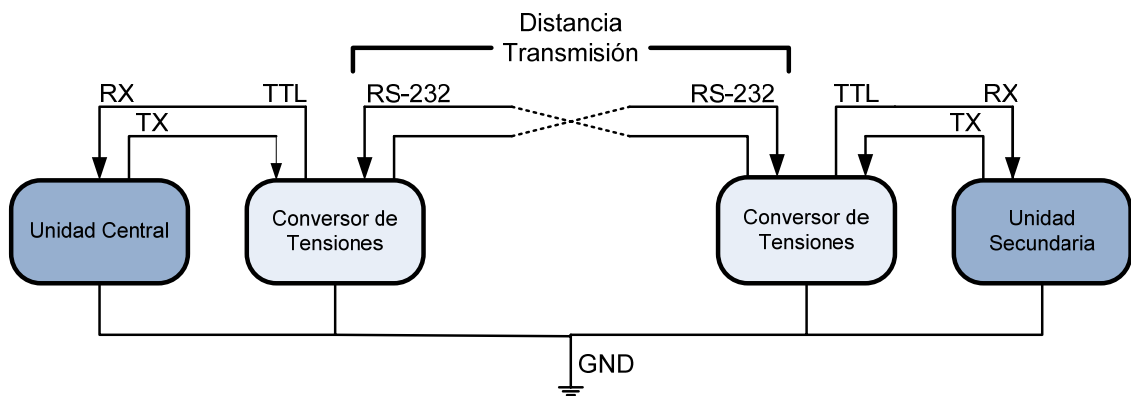


Figura 3.4 Conexión RS-232 entre dos dispositivos.

3.4 Protocolo de comunicación SPI

Como parte del sistema desarrollado se utilizan 2 pantallas tipo LCD para desplegar continuamente información. El sistema de comunicación que utilizan estos dispositivos con el controlador central es el protocolo SPI, el cual consiste en un estándar de transmisión de datos tipo serie, que se puede conectar con casi cualquier tipo de electrónica digital que acepte un flujo de bits serie regulados por una señal de reloj.

Sus siglas SPI provienen del término inglés *Serial Peripheral Interface* y utiliza generalmente 4 líneas para operar:

- Reloj - SCLK
- Salida de datos serial – SDO
- Entrada de datos serial – SDI
- Selección de chip - CS

Entre sus principales ventajas están que no requiere resistencias de pull-up para operar, además permite comunicación bidireccional simultánea o sea, que bajo este protocolo un dispositivo puede estar enviando y leyendo información al mismo tiempo. La utilización de la señal de CS añade la capacidad de multiplexar las líneas de datos, ya que el *master* habilita un único elemento de los que se encuentran conectados al bus antes de iniciar el intercambio de información, los demás miembros de la red que utilizan las mismas líneas de control no interfieren en la comunicación a menos que sean habilitados. La figura 3.5 muestra un esquema de conexión similar al utilizado en el proyecto, donde un microprocesador (*master*) controla dos LCD utilizando las señales de CS y compartiendo las demás líneas de control.

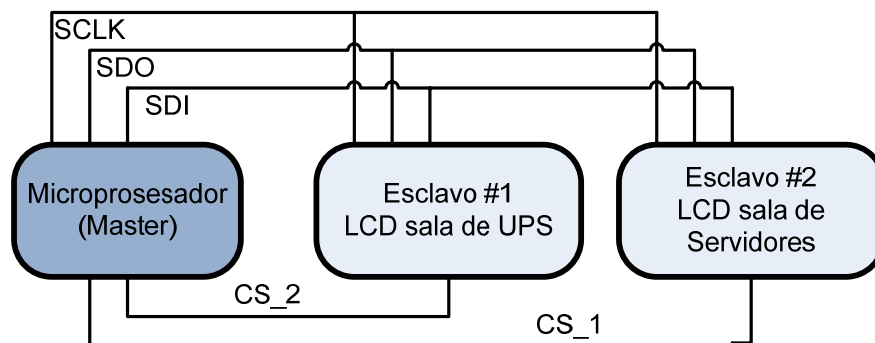


Figura 3.5 Conexión utilizando el protocolo de comunicación SPI.

3.5 Sistema de UPS

El proyecto Pirrís cuenta con 2 unidades UPS (*Uninterruptible Power Supply*) también llamadas SAI (*Sistema de Alimentación Ininterrumpida*) con una capacidad de 10KVA, fabricadas por la empresa Newave®. Son de conexión trifásica y proveen protección a diversos equipos, principalmente computadores personales, impresoras y aparatos similares que requieren alimentación constante. En general la forma de operación de un SAI consiste en proveer energía a los equipos conectados utilizando como respaldo un banco de baterías, las cuales son cargadas cuando la alimentación es normal, de esta forma al detectar alguna variación en la tensión de entrada, la misma se desconecta y entran en operación las baterías, manteniendo constante la tensión en la salida

hasta que se normalicen las condiciones de entrada. El tiempo que puede operar el SAI sin alimentación depende de cuantas baterías disponga y que tanto consume la carga.

Los equipos con que cuenta el ICE son de características industriales, tanto por sus dimensiones de potencia como por su costo y requerimientos de operación. Cuentan también con varias interfaces de comunicación, de las que se puede extraer información sobre la operación general del sistema, vida restante de las baterías y demanda de corriente desde la carga. En el diseño implementado se utilizó la interfaz denominada por el fabricante de las UPS como "Dry Port", que consiste en un conector del tipo DB-25P/F⁵ desde el que se obtienen señales sobre:

- Estado de la red de entrada
- Estado del banco de baterías
- Carga en Red/Inversor

3.6 Antecedentes bibliográficos

No se encontraron antecedentes dentro del PH Pirrís sobre anteriores propuestas o intentos de solucionar el problema objetivo de este proyecto de graduación. Para determinar las mejores opciones tecnológicas disponibles, se realizó una investigación a nivel de hardware para estudiar las últimas tendencias en unidades de censado y recolección de información, además se buscaron soluciones ya implementadas a problemas similares, y con base en esto se seleccionaron los dispositivos que se utilizaron. La búsqueda se realizó principalmente mediante internet.

⁵ Ver punto 6 de la bibliografía para obtener referencias sobre el puerto DB-25 y sus variantes.

Capítulo 4: Procedimiento Metodológico

A continuación se brinda una descripción de las etapas llevadas a cabo para obtener una solución al problema planteado. Los pasos a seguir se detallan según lo establece el método de diseño en ingeniería.

4.1 Reconocimiento y definición del problema

Inicialmente la problemática existente fue definida mediante entrevistas con los usuarios y personal encargado de los equipos contenidos dentro de las salas de UPS y Servidores. En la misma oportunidad se detallaron aspectos como la frecuencia de los problemas acontecidos, importancia para el proyecto Pirrís de los equipos en cuestión e intentos anteriores de solución.

La definición de la meta y los objetivos del proyecto se realizaron con base en dichas entrevistas y opiniones sobre las dificultades que les generaba el problema a los interesados, sin dejar de lado sugerencias de profesores y algunas restricciones necesarias para mantener el proyecto dentro de lo realizable y funcional.

4.2 Obtención y análisis de la información

La investigación bibliográfica previa se orientó sobre los manuales correspondientes las unidades contenidas en las salas, desde las centrales telefónicas hasta los SAI. Mediante consultas al personal encargado se obtuvo una descripción de los sistemas de administración y transferencia de potencia que se encuentran junto a las UPS, debido a que no se cuenta con documentación impresa sobre su diseño. De manera complementaria también se busco información sobre los equipos desde internet, además de recomendaciones de operación por parte de los fabricantes, manuales en línea, entre otros.

La información obtenida se evaluó partiendo inicialmente desde el punto de vista de las posibilidades de implementación que presentaban las salas, con respecto a disponibilidad de espacio, ruido eléctrico presente, modificaciones posibles de realizar y desempeño adecuado de un futuro diseño. Resultó importante para determinar la efectividad del diseño analizar soluciones ya implementadas a

problemas similares, con respecto a la manera en que se accede la información y la confiabilidad que se le brinda al usuario final sobre los datos recopilados. Los casos similares se ubicaron a través de internet.

Adicionalmente, antes de plantear alguna solución, se realizaron mediciones de los parámetros ambientales y eléctricos dentro de las salas, considerando factores clave como lo son el ruido eléctrico de línea que pueden generar equipos como éstos, y que evidentemente se deben considerar a la hora de instalar dispositivos electrónicos para evitar problemas con sensores, transmisión de datos y operación de los microcontroladores.

Para determinar la forma de acceder a la información y llevar un registro de las condiciones del sistema, se consideró la manera en que se administran los equipos de computo dentro del plantel y la cantidad de personas a las que interesa lleguen los datos, definiendo de esta forma la tecnología que mejor se adapta a dichas situaciones y descartando otras posibilidades por no ser eficientes o confiables.

4.3 Evaluación de las alternativas y síntesis de una solución

Una vez que se contó con una noción clara del problema y todo el entorno que lo rodea, se procedió a generar las posibles opciones de solución. Para facilitar este proceso se dividió el problema principal en sub-problemas relacionados siempre con los objetivos específicos del proyecto, de esta manera se generaron soluciones modulares que finalmente al juntarse convergían en un diseño final.

Con base en la información recopilada y la investigación bibliográfica fue posible depurar el diseño, descartando aquellas opciones de implementación que eran superadas por otra alternativa, ya sea por eficiencia, costo o confiabilidad; siempre trabajando de manera modular pero sin perder la noción de que cada unidad desarrollada se debía incorporar al sistema como un todo.

La simulación de las rutinas desarrolladas resultó de vital importancia, principalmente a nivel de software, ya que este proceso permite detectar errores

en la implementación y además verificar la funcionalidad de la propuesta en cuestión. Se utilizó el software *Pic18 Simulator IDE*®.

4.4 Implementación de la solución

El proceso de implementación de la solución seleccionada inicio con el desarrollo de las rutinas de software principales, diseñadas para los módulos recopiladores de información. El trabajo en software fue la etapa del proyecto que consumió más tiempo debido a la gran cantidad de procesos que se debían atender y la complejidad de los mismos, además de que los diferentes módulos debían enlazarse y poder intercambiar información constantemente, a pesar de utilizar diferentes lenguajes de programación o diferentes compiladores.

Cuando se tuvieron listas las primeras versiones del software se procedió a la etapa de simulación, en la que se verificaron en la medida de lo posible el intercambio de información, funcionamiento de protocolos, inicialización de unidades y comportamiento de variables. Sin embargo, esta depuración se realizó únicamente a nivel de software pues no se contaba aún con el hardware seleccionado, debido a atrasos en los trámites de compra.

Una vez que se contó con el hardware del sistema, se procedió a probar las rutinas de software directamente en los dispositivos finales. Primeramente se depuraron las rutinas de acceso y configuración de los sensores, mediante mediciones de prueba y comparación con parámetros conocidos (Temperatura, humedad y corriente). Luego se verificó el funcionamiento de las pantallas LCD y el despliegue correcto de los datos, dependiendo de las condiciones y alarmas detectadas. Este proceso se llevo a cabo en ambas unidades recopiladoras de información, requiriendo algunos ajustes para obtener resultados confiables principalmente en los sensores de corriente y en las pantallas del sistema.

Inicialmente se había planteado desarrollar una base de datos en lenguaje de alto nivel para administrar el historial del sistema, lo cual requería el uso de una computadora de manera dedicada al sistema, sin embargo después de analizar a fondo la situación y la administración que se realiza de los equipos de computo a

nivel del proyecto, se rediseño la etapa de almacenamiento de información para no requerir el uso de una computadora externa y agregarle autonomía al proyecto.

Posteriormente se iniciaron las pruebas al protocolo de comunicación entre las 2 unidades receptoras de información y la página web. Fue necesario realizar varios ajustes principalmente en la temporización del envío y recepción de los datos, además de simplificar algunas rutinas reprogramando las transferencias de datos y las situaciones en las que se requerían.

Finalmente se depuró el diseño de la página web, que en total despliega 12 archivos desde el modulo Ethernet (servidor). Fue necesario ajustar varios parámetros para lograr desplegar los datos y las condiciones de operación del sistema de manera adecuada, lo mismo que el historial de datos guardados, pues se dieron problemas de compatibilidad de los formatos utilizados inicialmente.

La primera versión del sistema ha sido probada mediante la evaluación del desempeño en la operación real del sistema, teniendo todos los dispositivos conectados. La comparación entre el funcionamiento esperado y el obtenido fue satisfactoria, requiriendo ajustes mínimos en el despliegue de datos y en algunas condiciones que podrían ocasionalmente generar problemas o errores no contemplados inicialmente.

Para dar a conocer el sistema a la comunidad involucrada se diseño un manual de usuario en el que se detallan las principales funciones, manera de utilizarlo, mantenimiento preventivo y solución a los problemas comunes. Otro medio de difusión es la página web del sistema, accesible desde cualquier punto de la red interna del PH Pirrís.

4.5 Reevaluación y rediseño

Es importante llevar un control sobre la operación del proyecto a largo plazo, con el fin de determinar si las precauciones tomadas en el diseño resultaron adecuadas para evitar la interferencia desde los equipos ubicados en las salas, o si bien se requieren algunas mejoras en la protección del sistema.

Además, la manera en que se implementaron los diferentes módulos facilita ampliar a futuro la cobertura del sistema ya sea a otras salas de interés para el proyecto, otros equipos u otros parámetros ambientales.

Capítulo 5: Descripción detallada de la solución

A continuación se detalla el diseño de la solución implementada para el proyecto, además se describe las razones por las cuales dicha propuesta fue superior a las demás opciones y por lo tanto fue elegida. Se brinda una descripción de las unidades desarrolladas, tanto a nivel de hardware como de software, sus parámetros y protocolos de comunicación.

5.1 Análisis de soluciones y selección final

Inicialmente se generaron diversas opciones para solucionar el problema, pues se contaba únicamente con las descripciones de los usuarios sobre la problemática en cuestión. Sin embargo, al añadir más información sobre el entorno que rodea el proyecto y las diferentes situaciones de operación que se pudieron constatar, las posibilidades se redujeron considerablemente hasta llegar a la propuesta final.

Entre las opciones de dispositivos de censado para las condiciones ambientales, desde un inicio se optó por usar sensores digitales para la temperatura y la humedad dentro de las salas, ya que estos cumplen adecuadamente los requerimientos definidos de espacio disponible, facilidad de instalación y confiabilidad en las mediciones. La selección del protocolo de comunicación serie I²C⁶ sobre las otras opciones disponibles, como el SPI⁸ se debió básicamente a que utiliza menos líneas de comunicación y por ende menos pines en el microcontrolador dedicado a administrar los sensores ambientales.

El sistema debe mostrar la información recopilada tanto en propias salas donde se encuentran los equipos como de manera remota. Para tal objetivo se dispuso utilizar pantallas LCD de manera local, debido a su facilidad de instalación, y la capacidad de ser controladas por las unidades receptoras de información mediante el protocolo de datos SPI⁸. En la segunda parte de dicho objetivo, relacionado con poner a disposición de los usuarios la información de manera remota, se presentaron varias opciones de solución.

⁶ Ver capítulo del Marco Teórico para mayores detalles sobre el I²C y SPI.

Una de ellas fue la alternativa de establecer una conexión directa hacia una computadora administradora del sistema, que se podía ubicar de manera remota en un sitio estratégico de fácil acceso para el personal. Sin embargo esta opción fue descartada debido a que los trámites a nivel del PH Pirrís para obtener y dedicar exclusivamente una PC al sistema hubiesen sido bastante complicados, además de que volvían la solución implementada dependiente directamente del funcionamiento del computador, ya que además de mostrar información se debía almacenar la base de datos para el historial de comportamiento del sistema y generar el registro de fecha/hora necesario. La figura 5.1 muestra un diagrama resumen de dicha propuesta inicial de solución al problema.

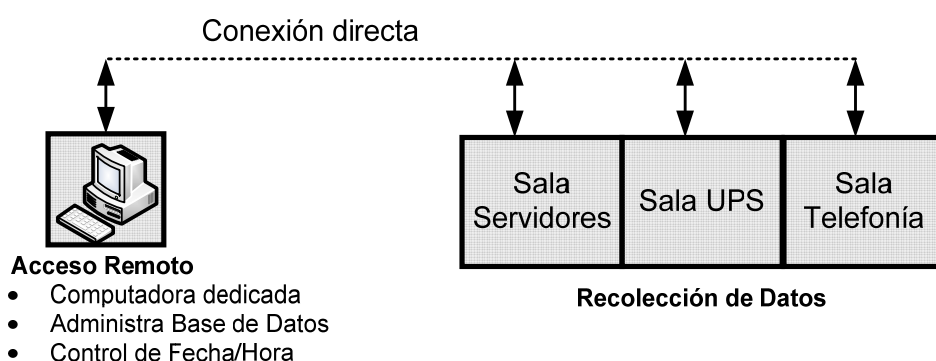


Figura 5.1 Propuesta de solución con conexión directa a PC dedicada al sistema.

Debido a que se rechazó la posibilidad de utilizar una computadora dedicada al sistema, fue necesario plantear nuevas opciones que la reemplazaran. Teniendo en cuenta la necesidad de almacenar de manera permanente un historial del sistema, se planteó el uso de una memoria externa tipo EEPROM⁷ en la que se pudiera almacenar datos de manera confiable y por el tiempo que fuese necesario. Dicha alternativa se implementó adecuadamente, con las limitaciones obvias de espacio si se compara con el uso de una base de datos en una PC, pero que resultó funcional para los requerimientos del sistema brindando autonomía en el respaldo de la información. La memoria utilizada es de 64 Kbytes, que consigue almacenar registros del sistema cada hora por un periodo

⁷ Ver sección 5.2 Descripción de hardware para más información sobre la memoria EEPROM.

superior a los 60 días, antes de requerir borrar los registros más antiguos para liberar espacio.

Otro aspecto que inicialmente debía llevar a cabo el computador es el brindarle información constante sobre la hora y fecha actual al sistema, parámetros fundamentales para el historial de datos y el despliegue de la información. La alternativa formulada para realizar esta función fue el uso de un RTC⁸, unidad encargada de mantener un registro actualizado sobre la fecha y hora en todo momento. Para utilizar el RTC fue necesario agregar algunos dispositivos extra e implementar nuevamente el protocolo de comunicación I²C desde la unidad administradora hacia el dispositivo, pero permitió brindarle los datos necesarios al sistema y prescindir por completo del uso de una PC externa.

Con respecto al medio de acceso remoto sin duda la mejor opción fue utilizar la red Ethernet interna que posee el PH Pirrís, ya que se logró poner a disposición de cualquier usuario que cuente con conexión a dicha red la información que recopila el sistema, sin importar donde se encuentre o cual computadora utilice. Los requisitos para el acceso se redujeron únicamente a tener instalado un explorador web de uso común y estar dentro de la red interna, dándole mayor eficiencia al proyecto pues no se requiere instalar ningún software especial, además el número de usuarios posible aumentó considerablemente limitado únicamente por las capacidades máximas del servidor web. A continuación la figura 5.2 presenta un esquema resumen de la propuesta modificada que se implementó como solución final.

⁸ Siglas del término inglés “Real Time Clock” (Reloj de tiempo real), ver sección 5.2

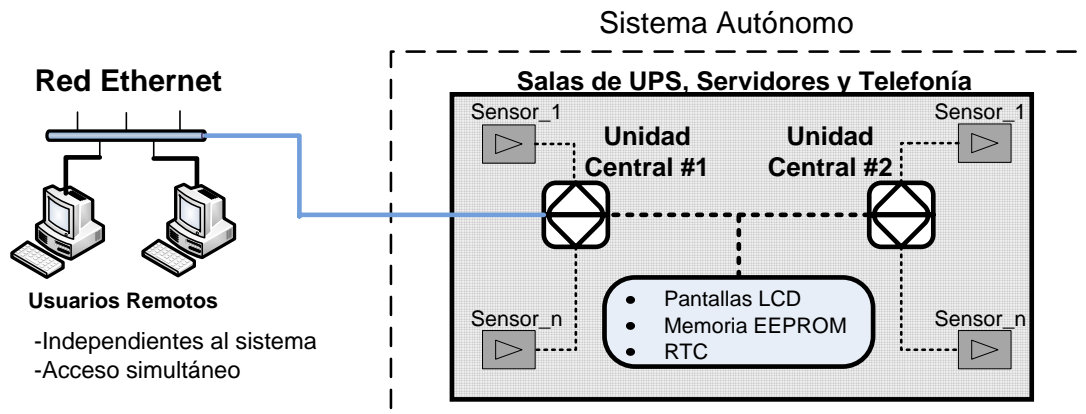


Figura 5.2 Esquema general de la solución final implementada.

5.2 Descripción del hardware

A continuación se presenta una descripción detallada de los diferentes módulos que conforman el sistema, primeramente las dos unidades recolectoras de información y posteriormente los demás dispositivos periféricos.

5.2.1 Módulo Principal (conexión Ethernet)

Funciona como el centro de control sobre las principales funciones del sistema, ya que desde ahí se controla el flujo de información y funciona como enlace hacia la conexión Ethernet. Corresponde al módulo SB65EC de la marca Modtronix®, el cual además es el encargado de administrar las 2 pantallas LCD, establecer la conexión RS-232 con la unidad secundaria y realizar todas las funciones relacionadas con la página web, sus peticiones de datos y constante actualización de información. Entre sus principales utilidades están:

- Hardware para implementar la conexión Ethernet.
- Driver para conexiones RS-232
- Utiliza el PIC 18F6627⁹ incluyendo todas sus funciones.
- Conectores para acceder a la mayoría de puertos en el PIC.

⁹ Ver sección B.7 de Anexos para más detalles del PIC 18F6627.

- Capacidad de almacenamiento y despliegue de páginas web (servidor web)

Desde este módulo se supervisan las señales de operación que generan las UPS, además de los sensores de corriente para las fases de salida, utilizando los convertidores Analógico-Digital que posee el PIC. Dispone de diversos conectores que facilitaron la implementación del sistema debido a la gran cantidad de dispositivos que se requirieron instalar. La figura 5.3 muestra el SB65EC utilizado en el proyecto, además en la sección B.3 de los anexos se ofrecen más detalles sobre el SB65EC.



Figura 5.3 Módulo Ethernet SBC65EC utilizado en el proyecto.

Las conexiones implementadas desde el SBC65EC incluyen un conector RJ-45¹⁰ hacia la red interna del proyecto y un adaptador de tres pines para la conexión RS-232 hacia la unidad secundaria. A continuación en la figura 5.4 se muestra un esquema de las conexiones que administra este dispositivo.

¹⁰ Ver el punto 7 de la bibliografía para referencias sobre el conector RJ-45.

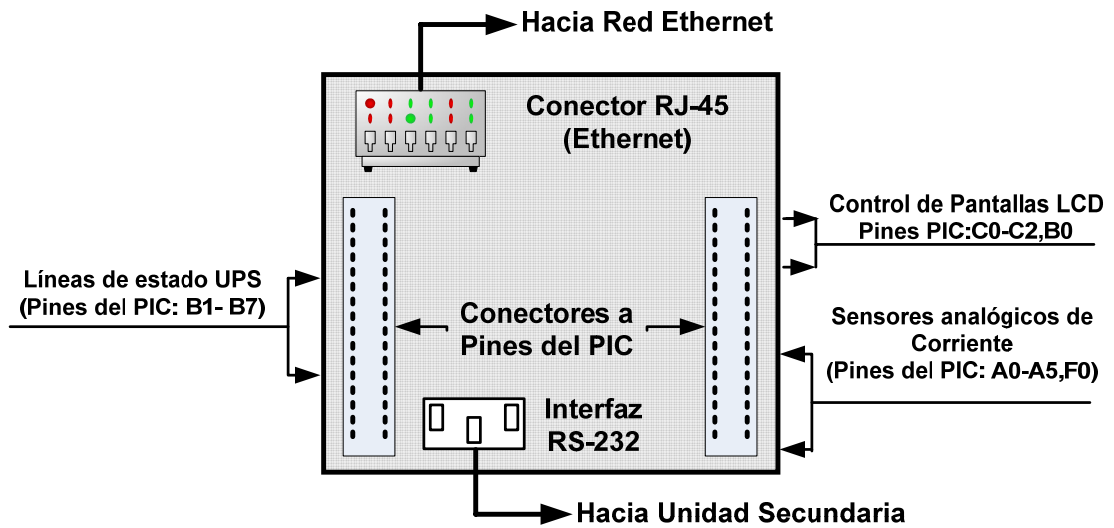


Figura 5.4 Diagrama de conexiones en el módulo primario.

5.2.2 Módulo Secundario

La unidad receptora de información secundaria es la tarjeta de desarrollo SBC28PC también de la marca Modtronix® que se muestra en la figura 5.5. Sus principales funciones son la administración completa de los sensores ambientales, el módulo RTC y la memoria EEPROM, incluyendo inicialización y acceso a dichos dispositivos. Además implementa conexión hacia los sensores de humo y debe responder a las solicitudes de información que son recibidas desde la unidad central. Entre sus principales características están:

- Drivers para implementar la conexión RS-232.
- Posibilidad de utilizar el PIC 16F876A¹¹ y todas sus funciones.
- Acceso a la mayoría de los puertos disponibles en el PIC.
- Diversos tipos de conectores que facilitan el acceso e implementación del sistema.

La figura 5.5 muestra el SBC28PC utilizado en el proyecto.

¹¹ Ver la sección B.2 de los anexos para más detalles sobre el PIC 16F876A.

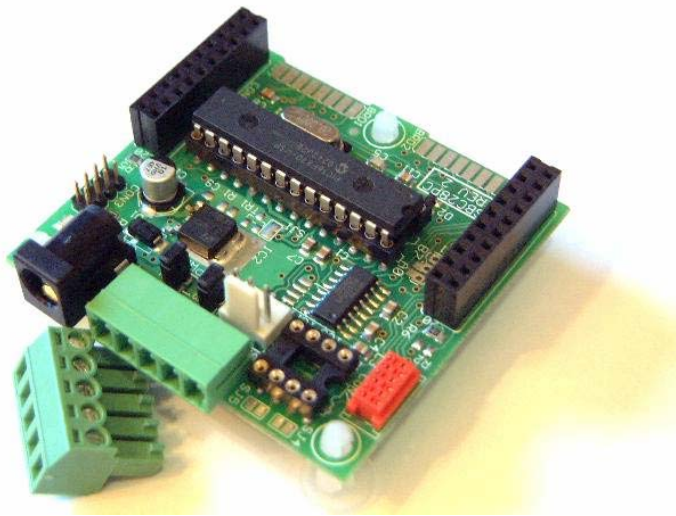


Figura 5.5 Tarjeta de desarrollo SBC28PC utilizada en el proyecto

Las conexiones implementadas en este módulo corresponden principalmente a protocolos de comunicación establecidos con los dispositivos periféricos conectados, para el envío y recepción de datos, configuraciones y comandos. El diagrama de conexiones se muestra a continuación en la figura 5.6.

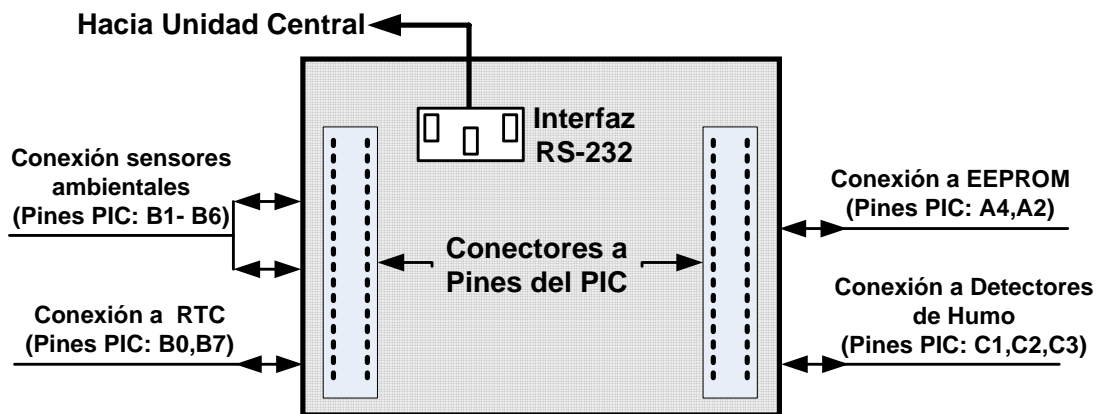


Figura 5.6 Diagrama de conexiones en el módulo secundario SBC28PC.

5.2.3 Sensores ambientales

El monitoreo y control de variables ambientales resulta de vital importancia para los objetivos del presente proyecto, por esta razón la selección de los dispositivos utilizados para medir la temperatura y la humedad se basó en parámetros como

exactitud, confiabilidad de los datos y resistencia a las condiciones de operación dentro de las salas.

Los dispositivos seleccionados son los SHT71¹² de la marca Sensirion®, implementan el protocolo de comunicación I²C, no requieren calibración y además tienen la capacidad de compensar el valor de humedad relativa dependiendo de la temperatura ambiente, brindando mayor exactitud en los valores de humedad generados.

Como se mencionó antes utilizan I²C lo cual ahorra conexiones con la unidad administradora, pero también requieren de resistencias “pull-up”¹³ en las líneas de datos. La figura 5.7 muestra un esquema del enlace de los dispositivos con la unidad receptora de datos.

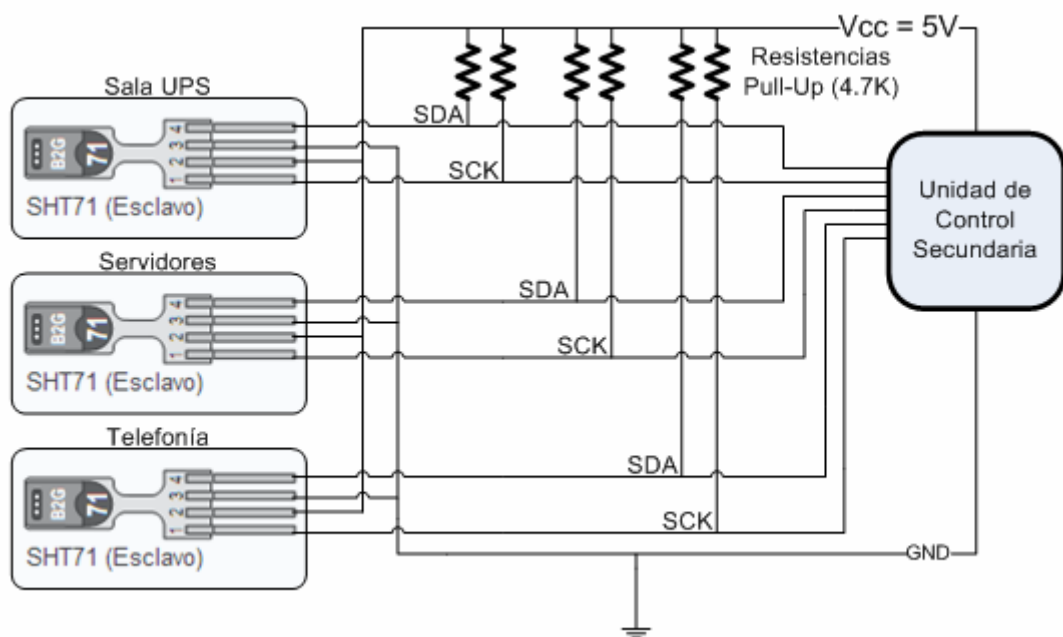


Figura 5.7 Conexiones desde los sensores ambientales.

5.2.4 Sensores de corriente

Se decidió agregar al sistema como un parámetro de medición más, las corrientes de salida entregadas en las tres fases de cada una de las UPS. Para este objetivo

¹² Ver sección B.9 de los anexos para mayores detalles de los sensores.

¹³ Ver capítulo 3: Marco teórico, protocolo I²C.

se utilizaron los sensores de corriente CTV-C de la marca ONSET®, que soportan un rango de corrientes hasta los 100 amperios AC, necesario pues en mediciones previas directamente sobre las fases se detectaron corrientes de hasta 60 Amperios.

Estos dispositivos funcionan por inducción de corriente al paso de la propia corriente a medir por un conductor colocado a través de su núcleo, Tienen la característica llamada “split core”, que quiere decir que el dispositivo que envuelve el conductor se puede abrir para introducir el cable sin necesidad de cortarlo o desprenderlo de uniones, aspecto de vital importancia ya que no era posible desconectar las fases para instalar los sensores en las UPS. La salida de los sensores corresponde a un valor de tensión que va de los 0 VDC a los 2.5 VDC, proporcional a la corriente en el conductor con un máximo de 100 Amperios AC. El CTV-C se muestra en la figura 5.8.



Figura 5.8 Sensor de corriente CTV-C¹⁴.

5.2.5 Detectores de humo

En cada una de las salas que abarca el sistema se instaló un detector de humo. Dichos dispositivos se encontraban dentro del catálogo de repuestos disponibles en el PH Pirrís, por lo que se realizaron algunas adaptaciones para utilizarlos y reducir costos en materiales.

Poseen dos relés en configuraciones normalmente abierto y normalmente cerrado que al detectarse humo cambian al estado opuesto, de esta manera se realizó

¹⁴ Figura tomada de <http://www.microdaq.com/>, ver punto 8 de la bibliografía.

una conexión hacia la unidad recolectora de información utilizando resistencias “pull-up” y el relé normalmente abierto, así cuando se activa el detector el voltaje en la línea de datos pasa de 5 VDC a 0 VDC. A figura 5.9 muestra un diagrama de la conexión implementada en el sistema.

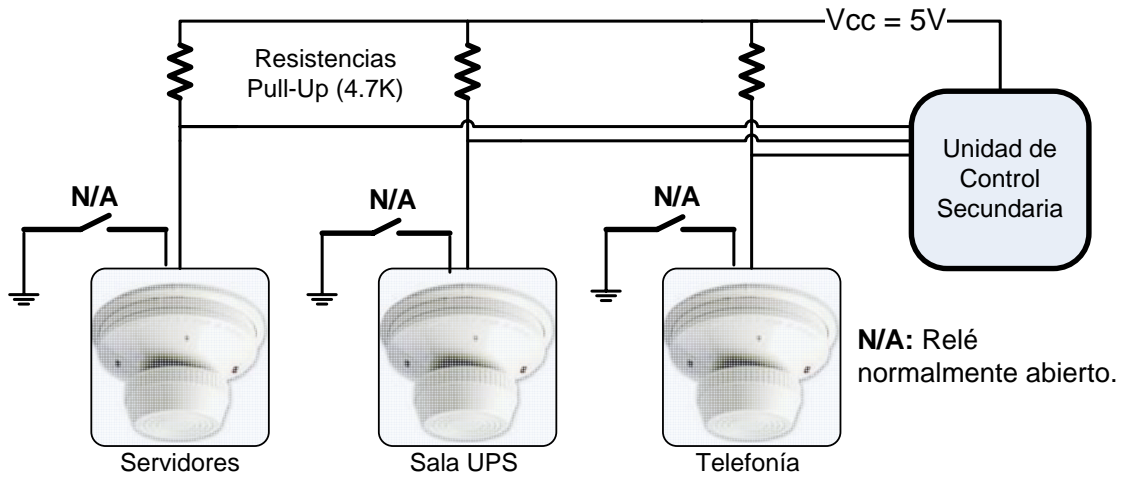


Figura 5.9 Conexiones establecidas hacia los detectores de Humo.

5.2.6 Conexión desde las UPS

El sistema de información que brindan las UPS consiste en contactos que se conmutan de un pin a otro al activarse la condición correspondiente a ellos, así por ejemplo al detectarse fallo en las baterías, la conexión entre la línea 6 y la 7 pasa a ser entre la 6 y la 8 dentro del puerto DB-25. Utilizando nuevamente resistencias de *pull-up* se adaptaron estas señales para ser conectadas directamente a las entradas digitales del PIC, tal y como se detalla a continuación en la figura 5.10.

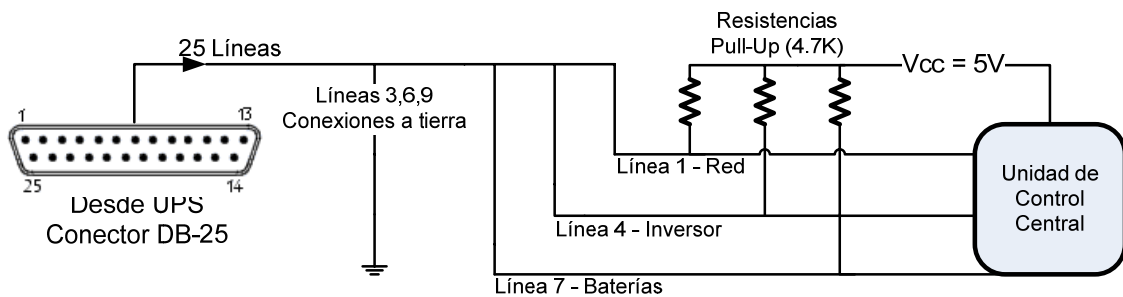


Figura 5.10 Conexión desde las UPS al módulo central.

5.2.7 Memoria EEPROM

Con relación a la memoria EEPROM, el circuito integrado que se utilizó fue el AT24C512 de marca Atmel. Implementa el bus de comunicaciones I²C, tiene una capacidad de 64Kbytes y la información que almacena puede ser leída en bloques de 128 bytes. La implementación de este circuito se realizó en conjunto con el RTC, compartiendo la misma tarjeta impresa (ver figura 5.11)

5.2.8 Módulo RTC

La instalación de un modulo RTC implica más trabajo que los dispositivos periféricos anteriores, esto debido a que requiere el uso de una batería de respaldo para evitar la pérdida de la información por un corte en la alimentación del circuito, además utiliza un cristal para generar la base de tiempo que le permite operar como reloj. Todo este hardware debe instalarse junto con el RTC, que para efectos del proyecto se utilizó en DS1307 de la empresa Dallas Semiconductor®.

Para facilitar la instalación se diseñó una tarjeta impresa en la que se colocaron los dispositivos antes mencionados, además de lo requerido por el bus de datos I²C utilizado por el integrado para comunicarse con su administrador. La placa impresa se diseño para ser colocada sobre los conectores que dispone el módulo secundario de recolección de datos, lo que disminuyó el cableado necesario, además la memoria EEPROM también fue instalada en dicha tarjeta impresa. La figura 5.11 muestra el diagrama de la tarjeta impresa.

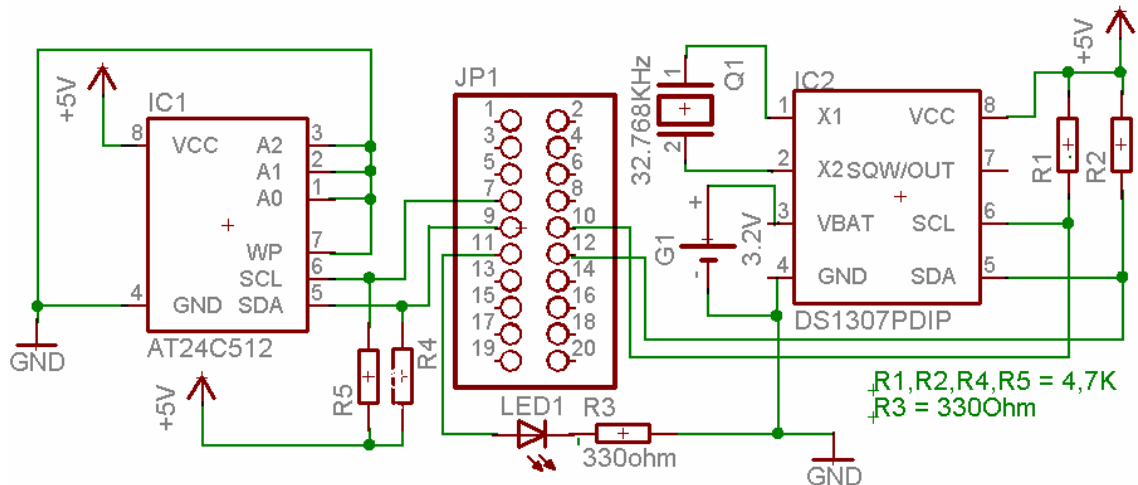


Figura 5.11 Diagrama del circuito implementando en la placa impresa.

5.3 Descripción del software

En esta sección se brinda el detalle de las rutinas de software implementadas para el sistema, basándose principalmente en diagramas de flujo y funcionamiento por bloques.

5.3.1 Software del Módulo Central

Como su nombre lo indica, en la unidad central se desarrollan las rutinas principales de control del sistema, que incluyen entre otros:

- Inicialización de dispositivos.
- Control de protocolos.
- Almacenamiento y flujo de información.
- Despliegue y solicitud de datos.
- Monitoreo de variables.

En la figura 5.12 se presenta el diagrama de flujo general que abarca el funcionamiento total de la unidad central, dicho esquema se divide en secciones que cumplen funciones específicas.

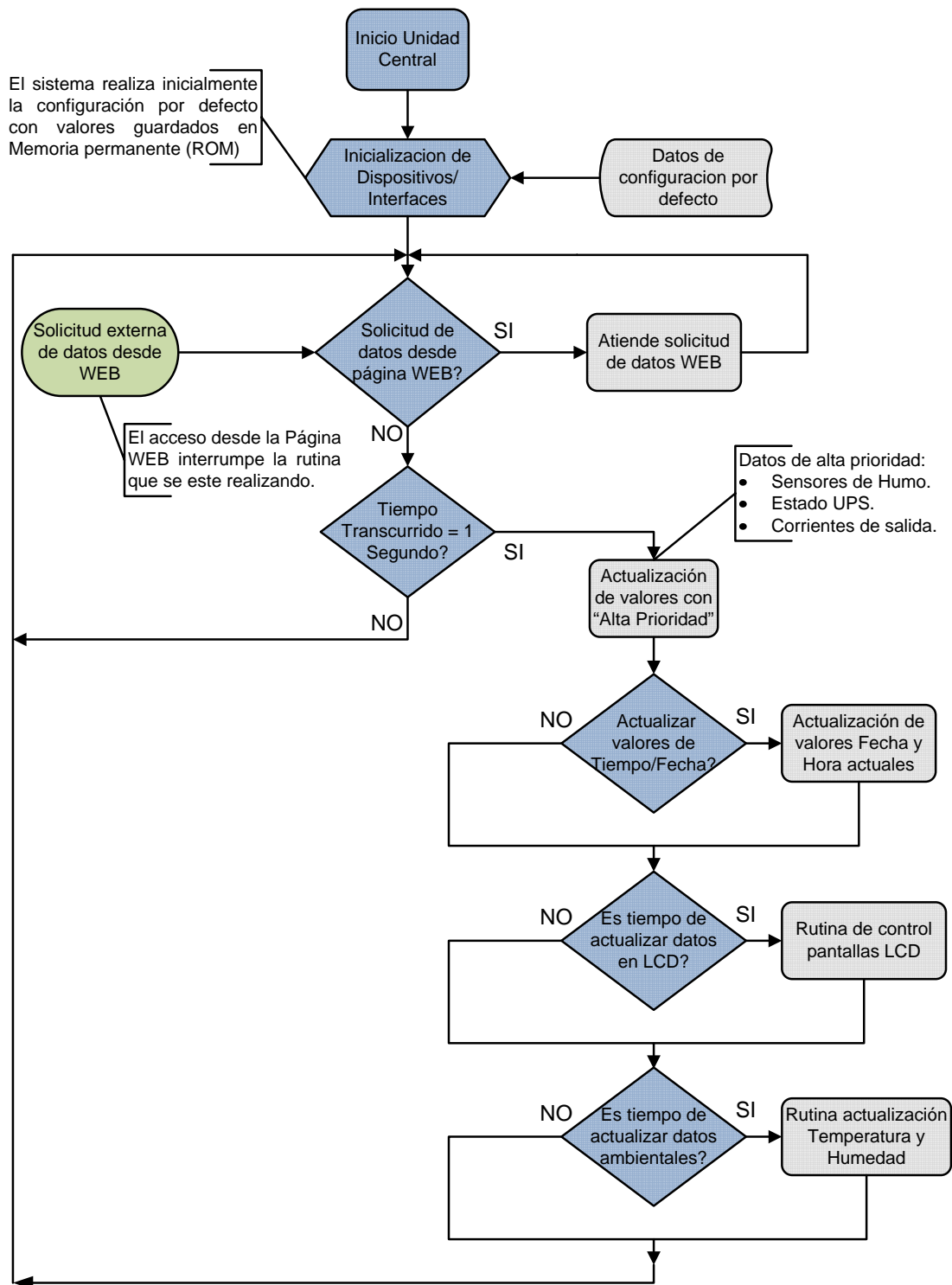


Figura 5.12 Diagrama para el software de la Unidad Central.

A nivel general, el funcionamiento del software implementado en la unidad central se basa en la ejecución de una rutina principal cada segundo aproximadamente, de manera tal que se verifican sensores, realizan configuraciones y se actualizan

datos dependiendo de valores preestablecidos de tiempo para cada evento. Los valores definidos como de “Alta Prioridad” se actualizan cada segundo con el fin de detectar lo antes posible una condición de riesgo en el sistema, tal es el caso de los sensores de humo, corriente y el estado de las UPS.

Por su parte las demás rutinas de procesamiento o actualización de datos deben cumplir cierto tiempo antes de volverse a ejecutar dentro del esquema, esto con el fin de no saturar la transferencia de información y volver más eficiente la respuesta del sistema ante un acceso desde la página web.

En el caso de las pantallas LCD el refrescamiento de datos se realiza cada 6 segundos mediante una secuencia definida de mensajes referentes las condiciones ambientales, posteriormente se muestra información sobre las condiciones de operación de los equipos y el estado general de las salas, generando un mensaje de error al detectar una condición de riesgo. Al terminar el ciclo se presenta la hora y fecha actuales para verificar el funcionamiento correcto del RTC.

La configuración inicial del sistema se realiza utilizando valores pregrabados en memoria permanente del módulo, dichos parámetros inicializan las interfaces y protocolos de comunicación incluyendo el Ethernet con DHCP, conexión SPI a las pantallas, RS-232 con la unidad secundaria y las funciones necesarias para la operación del servidor web, que se detallan en el siguiente apartado.

5.3.2 Servidor Web

El servidor web se encuentra programado de manera que inicialmente al detectar conexión con la red solicita datos de configuración al servidor DHCP, si no obtiene respuesta se establece por defecto la dirección IP¹⁵ como 10.1.0.1. La interacción entre el sistema y el servidor web (solicitud de datos) se realiza mediante la detección de códigos escritos dentro del propio cuerpo de las páginas web implementadas, dichos códigos están compuestos por la estructura que se muestra en la figura 5.13.

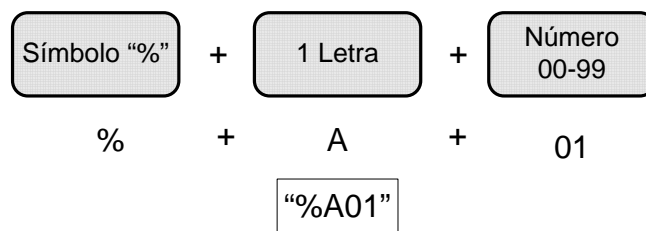


Figura 5.13 Código de acceso a información desde Web.

El algoritmo de acceso a la información implementado en el servidor realiza un escaneo de cada página solicitada mediante la red, de esta forma detecta cualquier secuencia que sea del tipo "% + letra + numero" dentro del cuerpo de la página y de inmediato ejecuta una rutina que sustituye éstos caracteres por la variable correspondiente, establecida en una tabla programada en el PIC. El usuario remoto recibe la página web modificada al agregarle la información requerida, por lo que nunca observará desde el explorador web la combinación "%X00" sino que por el contrario obtendrá el dato al que hace referencia dicha combinación.

¹⁵ Ver sección de bibliografía para referencias sobre el protocolo de direcciones IP.

La subrutina además reconoce el tamaño de las variables solicitadas, y mediante el uso de punteros se puede acceder incluso cadenas de caracteres o datos. En caso de encontrar un código que no corresponda a ninguna variable o conjunto de variables, la rutina devuelve un valor de cero (valor nulo) hacia la pagina web que se está visualizando, de esta forma es posible detectar cuando se da una solicitud inválida y evitar que el programa principal entre en un lazo infinito a la espera del dato o que se intente realizar cálculos con valores incongruentes.

5.3.3 Páginas Web implementadas.

Las páginas web implementadas desde el servidor Web del sistema fueron desarrolladas utilizando los lenguajes de programación HTML y JavaScript™. Mediante el lenguaje HTML se crearon los archivos de datos que conforman el cuerpo de la página mediante estructuras de alineación como tablas, párrafos, encabezados y divisiones, además se agregaron imágenes y enlaces hacia las demás secciones o archivos del sitio web desarrollado. Por su parte, JavaScript™ es una herramienta que viene a complementar las capacidades del HTML, facilitando la implementación de funciones complejas de alto nivel que se salen del alcance de HTML, su estructura es similar al lenguaje Java™ pero simplificado en algunos aspectos como la sintaxis, sin embargo su funcionalidad si es comparable.

El sitio web implementado consiste en una página principal escrita en HTML a la que se accede inicialmente, desde ahí se despliegan los menús con las opciones disponibles para el despliegue de los datos, en dichas opciones existe un enlace hacia los demás archivos contenidos en el servidor y mediante los cuales el sistema intercambia información a través de la red Ethernet. Estos archivos de intercambio están escritos utilizando JavaScript™ y se guardan con la extensión “.cgi” la cual es interpretada como un archivo ejecutable desde el explorador Web, permitiendo la interacción necesaria en el sistema. A continuación la figura 5.14 muestra un diagrama general de la estructura completa para el sitio web del sistema.

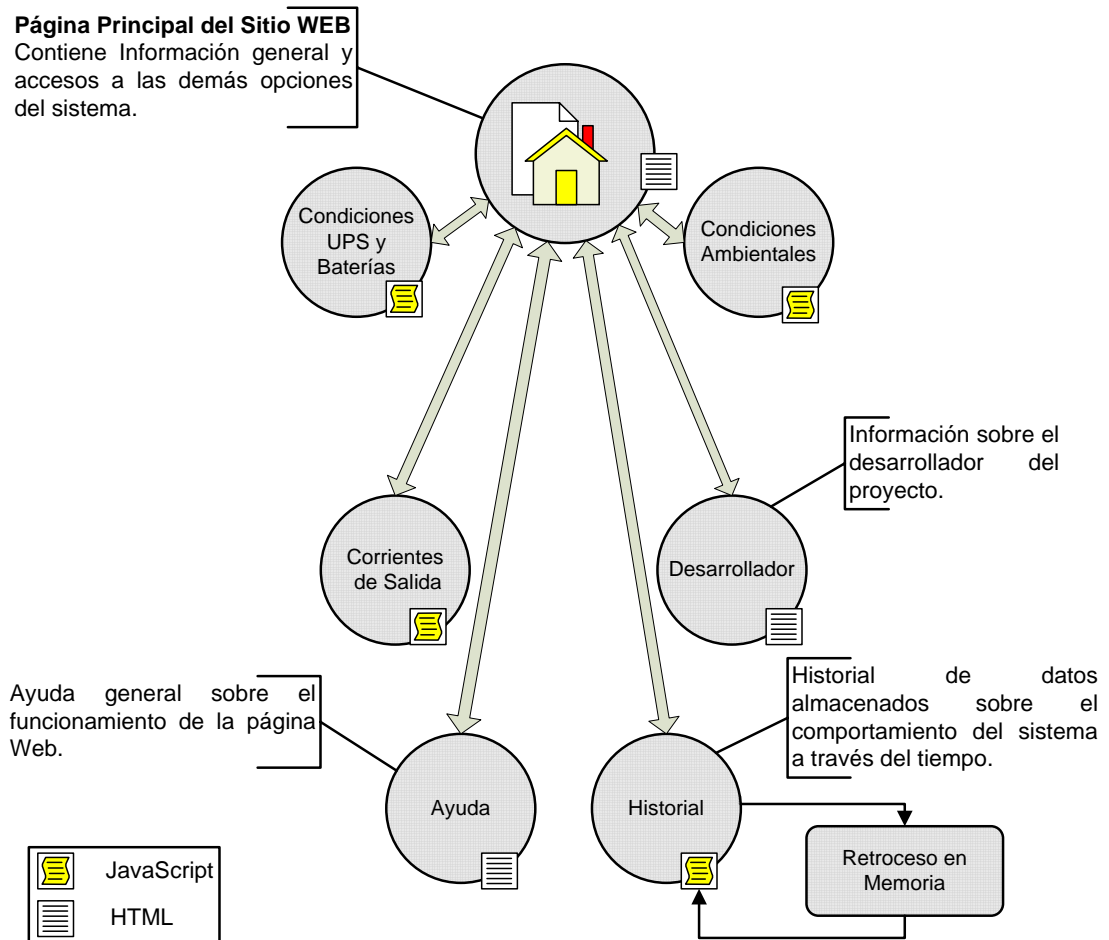


Figura 5.14 Diagrama ilustrativo del sitio Web del sistema.

5.3.4 Software del módulo secundario

La unidad secundaria, al igual que el primario, basa su funcionamiento en la ejecución de una rutina central de manera periódica en intervalos de un segundo. De esta forma se mantienen actualizados de una manera razonable los valores ambientales y los parámetros del RTC (fecha, hora) para todo el sistema, siendo refrescados cada vez que se cumple el tiempo establecido para realizar dicha acción. En el caso de los sensores ambientales las lecturas se realizan cada 2 minutos aproximadamente, mientras que la Fecha/Hora se actualiza cada minuto según sea necesario pudiendo llegar a actualizarse cada segundo si el primario así lo solicita.

Al inicio de la aplicación se configuran todos estos intervalos de tiempo, además se inicializan las interfaces de comunicación con los sensores, la memoria EEPROM, el RTC y el protocolo de comunicación RS-232 con el módulo central. Estos dispositivos requieren comandos específicos de inicialización para operar de manera adecuada, por lo tanto una vez que se establece la conexión mediante el bus de datos I2C, de inmediato se realiza la configuración de cada elemento para que opere de acuerdo al sistema. La figura 5.15 muestra el diagrama de flujo para la operación de la unidad secundaria.

Es necesario mencionar que en el módulo secundario existe toda una rutina encargada de configurar los parámetros iniciales a la memoria EEPROM y al reloj de tiempo real (RTC) incluyendo el año, mes, fecha, día, hora y minutos. El programa funciona conectado a una PC normal que cuente con un puerto serie y con algún software para controlar dicho puerto, como el caso del Hyperterminal™ en el ambiente Windows™. Al iniciar el sistema la rutina envía a través del puerto RS-232 del módulo secundario una petición de la letra “s” de esta forma si existe un usuario conectado y desea ingresar nuevos valores al RTC, sólo debe presionar ese carácter desde la PC para ingresar al menú de configuración, si después de 10 segundos no se ingresa ningún carácter o el valor ingresado no es una “s”, se continua normalmente con el proceso de inicio y configuración. En el mismo menú se presenta la opción de reiniciar (borrar) los datos almacenados en memoria EEPROM hasta el momento para que el usuario decida si los desea eliminar.

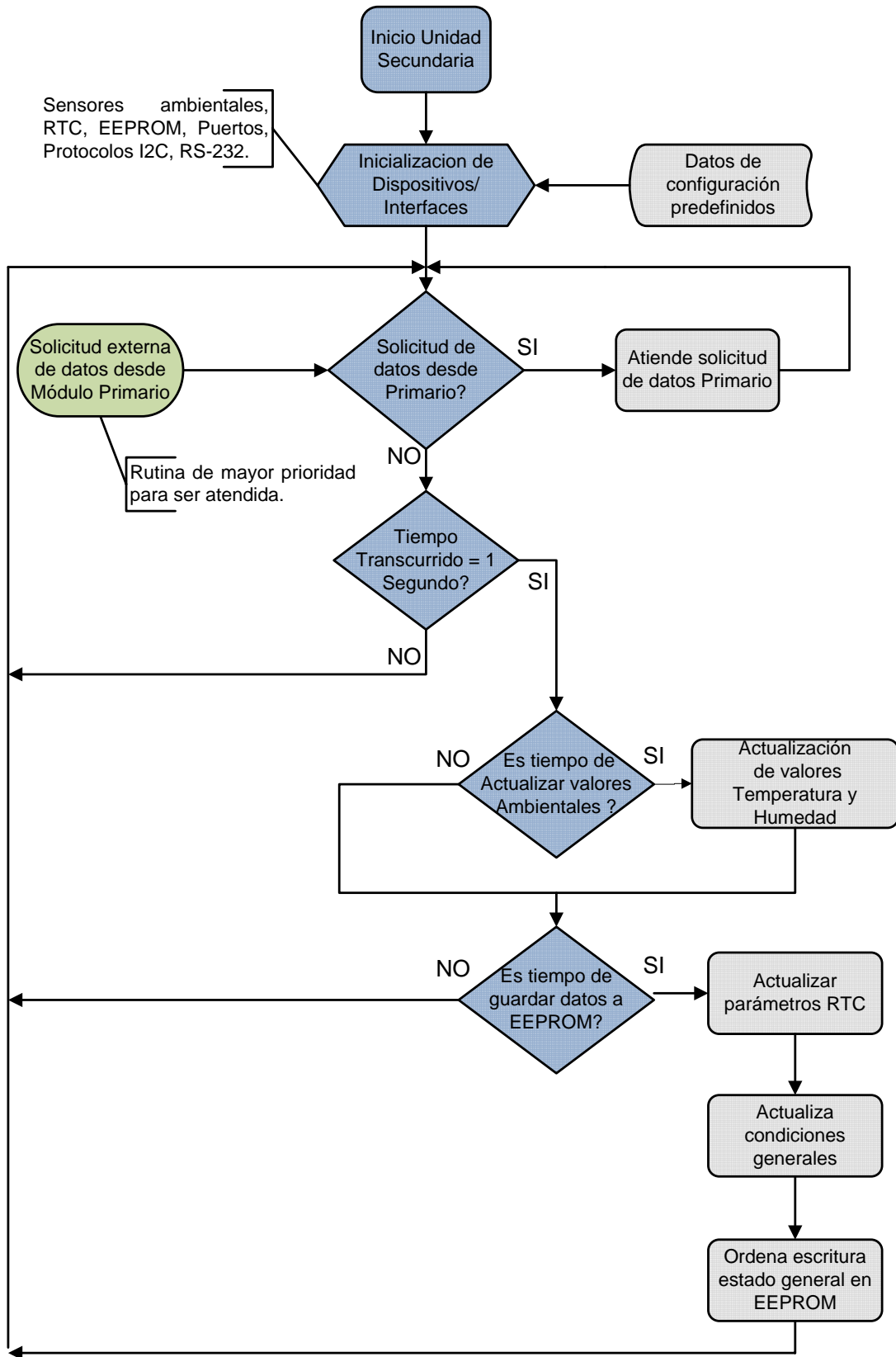


Figura 5.15 Diagrama para el software de la unidad secundaria.

El proceso de almacenamiento de información en la memoria permanente se realiza de manera automática, inicialmente configurado para almacenar el estado general del sistema cada hora. Cada paquete almacenado consta de 40 bytes de información, que deben ser actualizados y ordenados adecuadamente antes de grabarse, esto debido a que de lo contrario sería imposible realizar una posterior lectura si no se encuentra previamente definido el formato a utilizar. La figura 5.16 muestra la estructura de un paquete de datos almacenado.

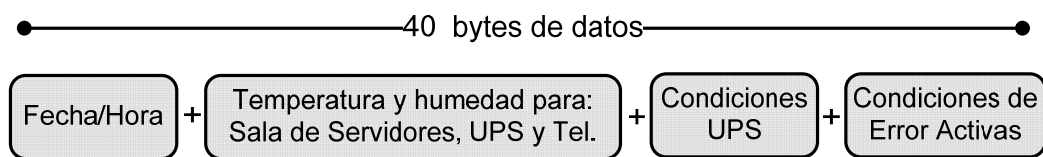


Figura 5.16 Formato para paquetes de datos almacenados.

Los sensores ambientales generan información que debe ser procesada por el microcontrolador para obtener los datos finales de temperatura y humedad, dicho cálculo se realiza en la unidad secundaria y existe toda una rutina de software encargada del proceso. Inicialmente se envía la solicitud de un nuevo dato al dispositivo, el cual realiza la medida correspondiente y devuelve los valores obtenidos a la unidad secundaria, donde son procesados mediante ecuaciones proporcionadas por el fabricante de los sensores para obtener el resultado final que corresponde a la Humedad y la Temperatura con dos decimales de precisión.

5.3.5 Protocolo de comunicación entre el Módulo central y el secundario.

Tal y como se ha descrito anteriormente, la operación del sistema requiere un constante intercambio de información entre las unidades recopiladoras de datos. Para este propósito se implementó un protocolo de comunicación que define el procedimiento, formato y prioridad de los paquetes transferidos, utilizando el principio de solicitud-respuesta siendo siempre el módulo principal quien inicia la secuencia de intercambio.

La unidad central inicia el protocolo enviando el código de solicitud de datos, posteriormente espera la respuesta desde el secundario que consiste en un byte

que indica el paso a la siguiente etapa del intercambio de información, la cual consiste en que el primario envía el identificador de los datos que requiere y luego espera a que el secundario se los envíe, las opciones de petición disponibles son las siguientes:

- Código "A" = Solicitud de información ambiental de las 3 salas (Temperatura y Humedad).
- Código "B" = Solicitud de datos del RTC (Fecha y hora actual).
- Código "C" = Solicitud de actualización del estado de las UPS.
- Código "D" = Petición del envío de una página completa (paquete de información almacenada en la EEPROM).
- Código "E" = Reinicio del contador de páginas enviadas.

Desde el secundario existe una rutina encargada de revisar periódicamente el puerto RS-232, con el fin de detectar cuando se recibe el código de petición de datos desde el primario (Inicio de la comunicación) para luego indicar al primario que envíe el identificador de la operación requerida y proceder con la rutina correspondiente.

Para evitar que alguna de las unidades pudiera entrar en un lazo infinito de espera de un código durante el proceso de comunicación, la espera máxima permitida en ambos módulos es de 0,5 segundos, después de ese tiempo si no se recibe el código esperado se asume un error de datos y se reinicia el proceso de comunicación. Esta función brinda al sistema confiabilidad en cuanto a que la comunicación no se interrumpe permanentemente ante posibles errores de datos, sino que los detecta y vuelve a iniciar el proceso, además ambas unidades actúan de la misma forma pero independientemente evitando que un problema en una de ellas pueda afectar directamente el funcionamiento de la otra. La figura 5.17 muestra el diagrama general del protocolo de comunicación.

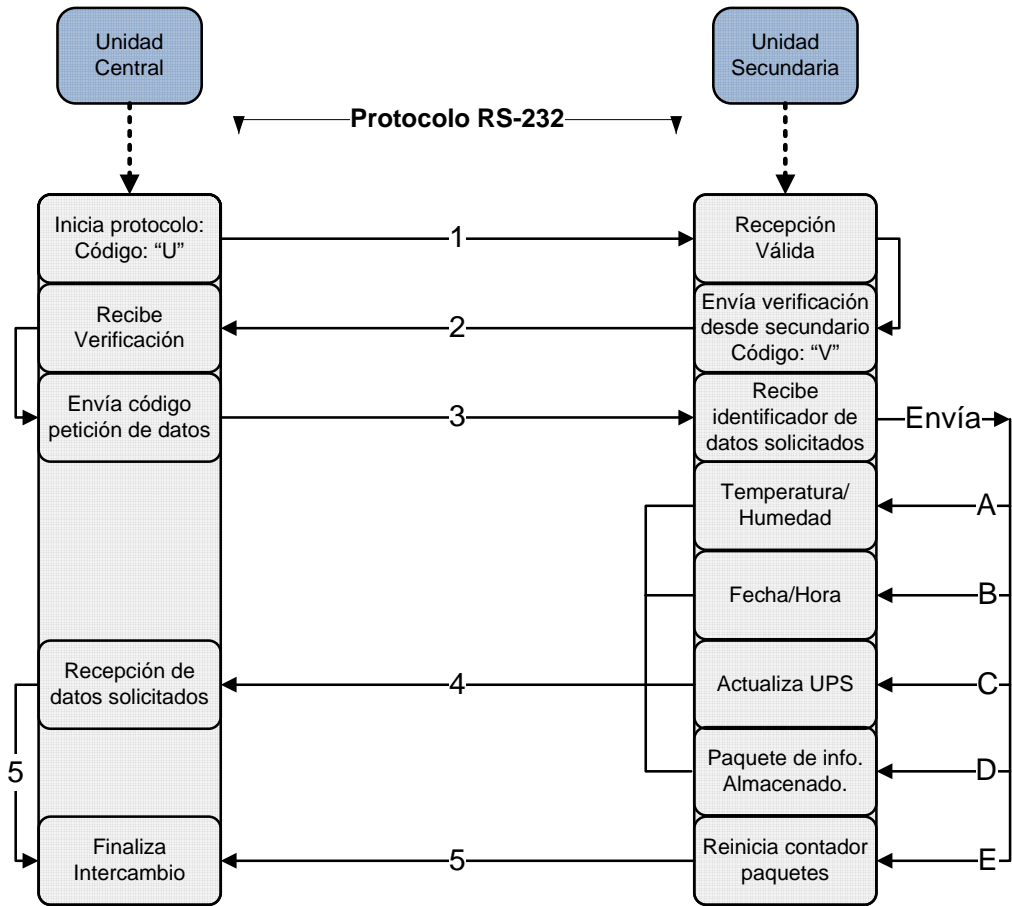


Figura 5.17 Diagrama protocolo comunicación RS-232.

Capítulo 6: Análisis de Resultados

A continuación se presenta un análisis de los resultados generados a partir de las pruebas sobre los equipos y el software desarrollado, todas con el objetivo de verificar el funcionamiento de cada etapa del sistema, así mismo se evalúa su desempeño con respecto al cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del proyecto.

6.1 Resultados

Inicialmente se realizaron pruebas a los sensores utilizados, tomando datos y comparando los valores obtenidos con otros dispositivos de medición similares bajo las mismas condiciones de operación, controlando dentro de lo posible que no existieran fuentes externas que pudieran alterar los datos. La tabla 6.1 contiene los resultados obtenidos en las pruebas llevadas a cabo a los sensores ambientales y los de corriente, indicando además los instrumentos de comparación.

Tabla 6.1 Verificación de los sensores ambientales y de corriente.

Parámetro	Valor sensor	Valor comparación	Porcentaje diferencia	Instrumento alternativo
Temperatura °C	19.06	19.22	0.83%	Termocupla
Humedad Relativa	66.38	66.27	0.16%	Equipo de medición especializado
Corriente (A)	25.5	24.86	2.57%	Amperímetro de gancho

El despliegue de datos en las pantallas LCD se llevó a cabo correctamente, teniendo en cuenta la secuencia de información que debe seguir el sistema así como el detalle de las condiciones de riesgo en caso de que existan y el tiempo en que se muestra cada mensaje. La figura 6.1 muestra al LCD operando en el sistema y desplegando algunos datos, las condiciones de error fueron introducidas externamente para verificar su funcionamiento.

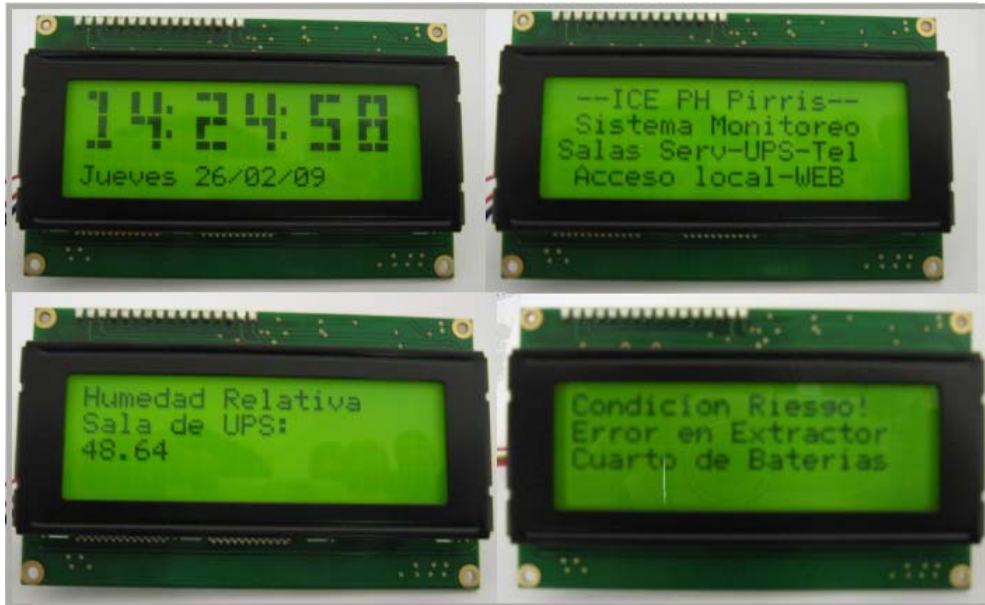


Figura 6.1 Detalle de los mensajes mostrados en el LCD.

A la tarjeta impresa que contiene el RTC y la EEPROM se le realizaron pruebas para determinar el correcto funcionamiento, como escritura y lectura en la EEPROM. En el caso del RTC, se implementó una rutina que visualiza desde las pantallas LCD el avance del reloj cada segundo, lo que permite sincronizar el sistema con un temporizador externo para luego dejar funcionar el sistema por varios días y verificar si existe alguna desviación en el tiempo. Durante las pruebas realizadas, en un periodo de una semana no se detectó adelanto o atraso en el reloj de la tarjeta, sin embargo para hacer la prueba más efectiva se debe dejar operar el RTC al menos por un mes para descartar problemas en la base de tiempo. En la figura 6.2 se muestra la tarjeta que contiene el RTC y la batería de respaldo.

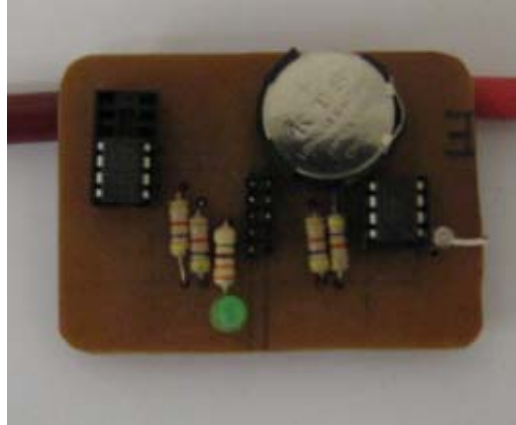


Figura 6.2 Tarjeta impresa que contiene el RTC y la memoria EEPROM.

Una etapa fundamental en las pruebas realizadas consistió en verificar los resultados de despliegue de información en la página web del sistema, lo cual también verifica la correcta transferencia de datos vía RS-232 entre los módulos y en la red Ethernet del PH Pirrís. Se accedieron las diferentes secciones del sitio web y a continuación se muestran imágenes de cada una de ellas, respectivamente la figura 6.3 muestra la pantalla de inicio del sitio web, la figura 6.4 el estado de las UPS, la figura 6.5 las condiciones ambientales y la figura 6.6 el historial almacenado del sistema.

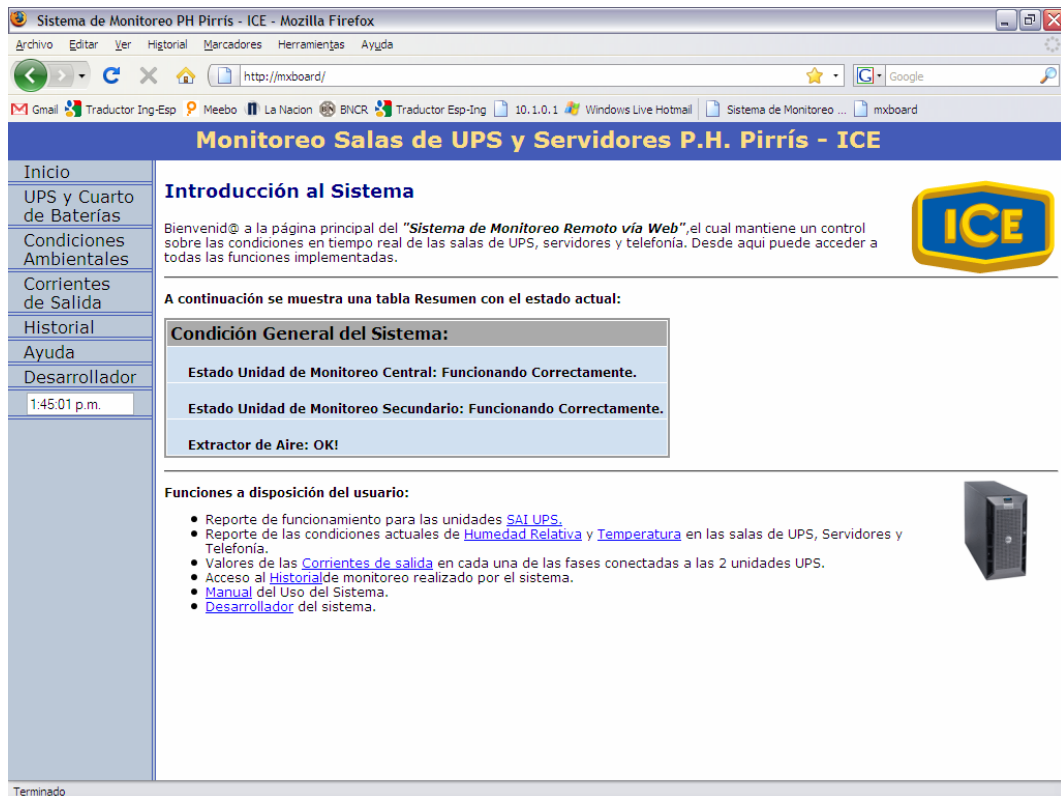


Figura 6.3 Página de inicio del sitio web del sistema.

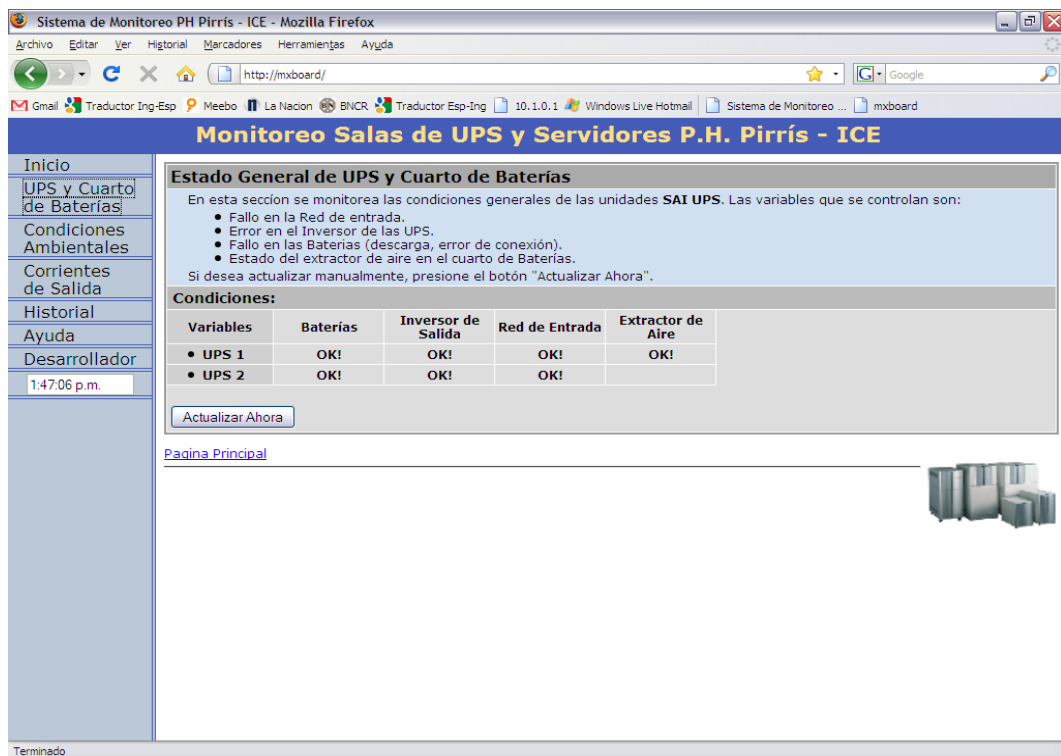


Figura 6.4 Estado general de las UPS y Baterías.

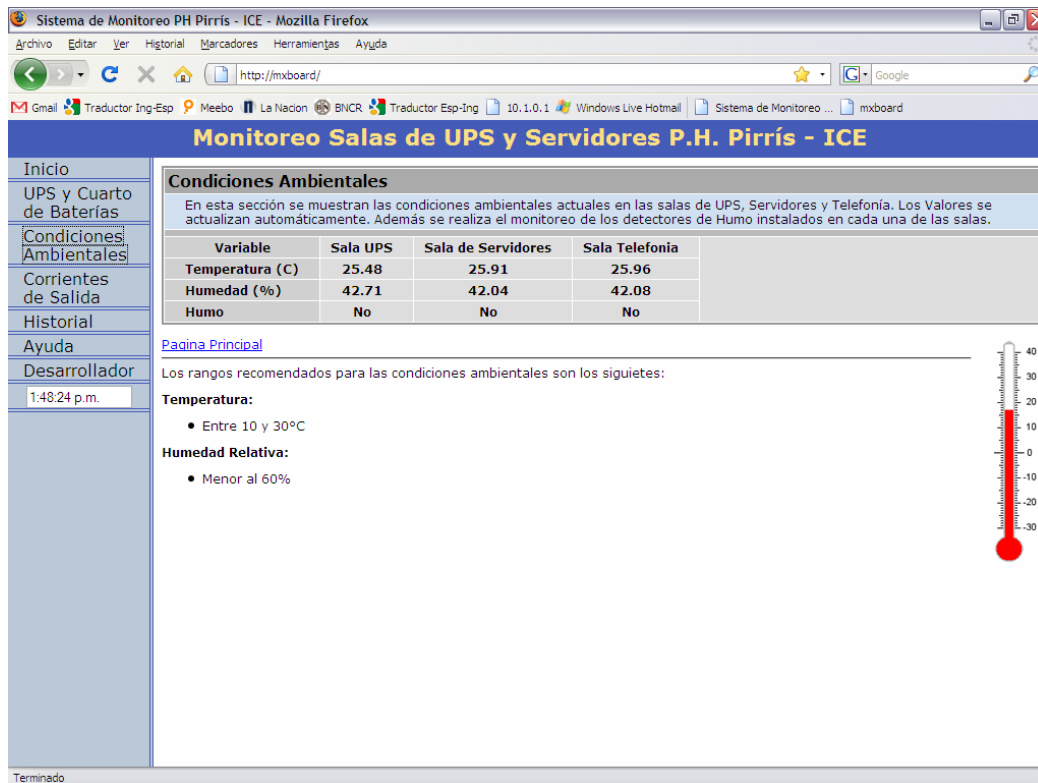


Figura 6.5 Condiciones ambientales desde la página web.

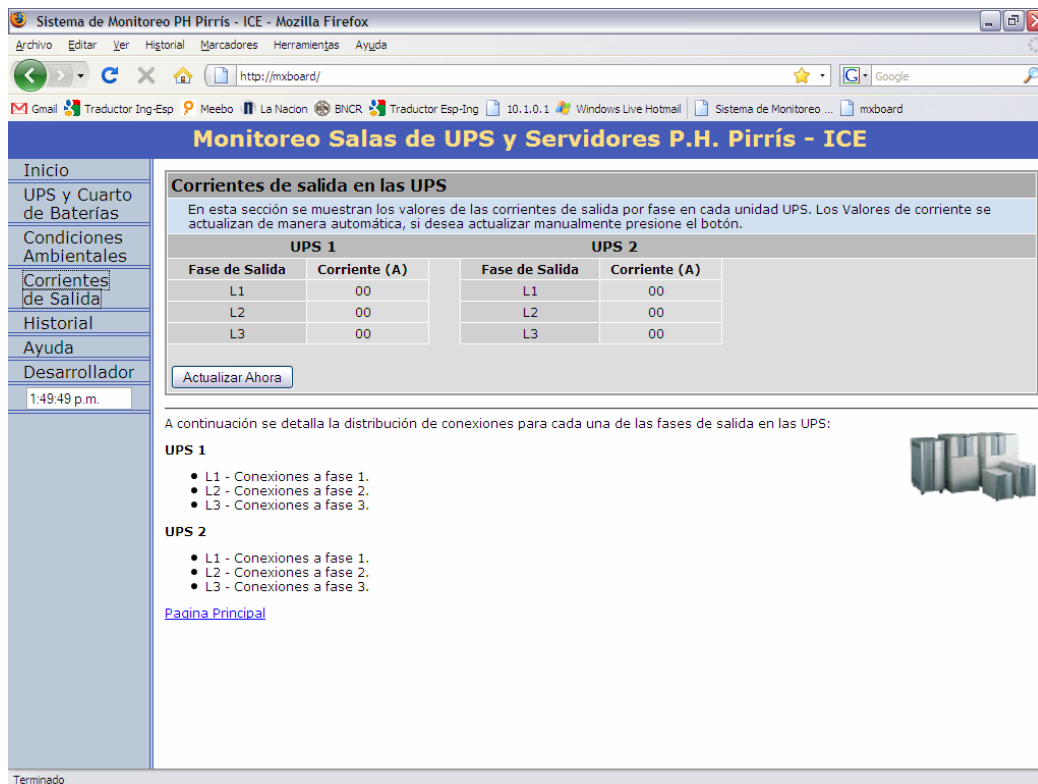


Figura 6.6 Despliegue de corrientes de salida desde página web.

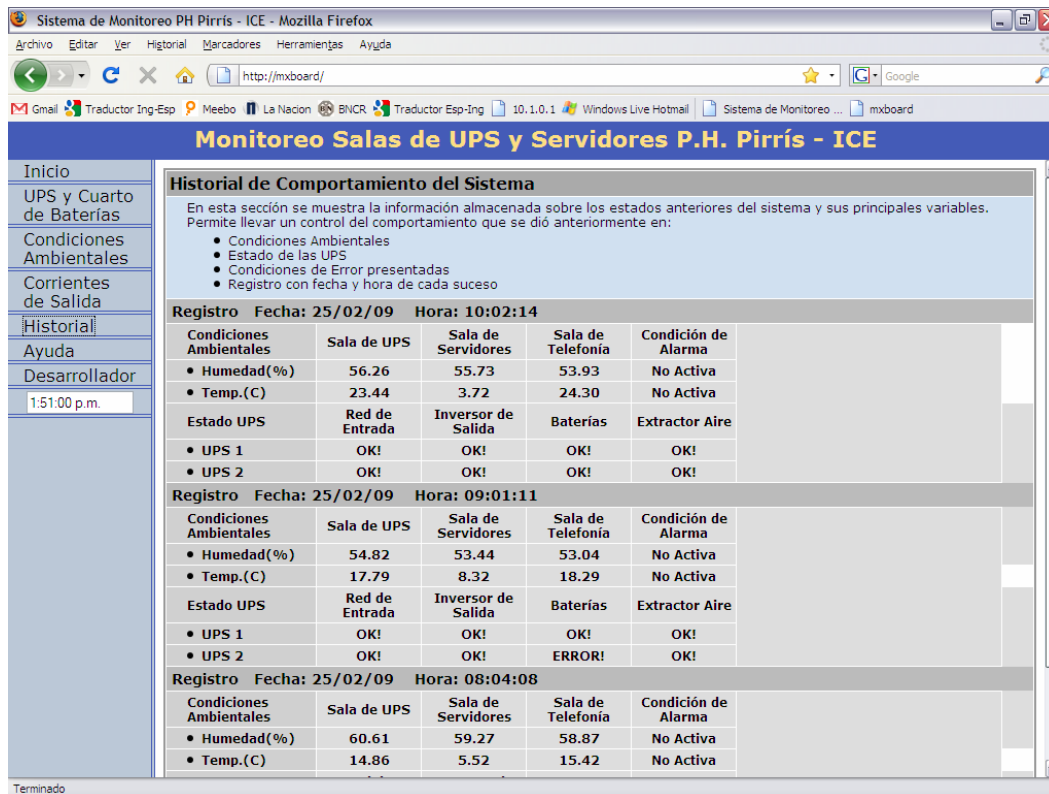


Figura 6.7 Historial del sistema desde la página web.

6.2 Análisis

La implementación del protocolo de comunicación Ethernet para enlazar el sistema a la red interna del PH Pirrís se llevó a cabo con éxito, esto se puede constatar con el acceso desde la página web a toda la información que recopila el sistema en cada una de sus etapas. En la figura 6.3 se muestra la pantalla inicial del sistema, en donde se resume el estado de operación de las unidades recolectoras de información, mientras que en las figuras 6.4, 6.5, 6.6 y 6.7 se detalla funcionamiento de las demás secciones del sitio web, corroborando el acceso a los datos y por ende el funcionamiento del protocolo Ethernet tal y como se planteó en un inicio.

Por su parte se completó adecuadamente el desarrollo de la base de datos para el historial de comportamiento del sistema, basado en la memoria permanente tipo EEPROM y administrado desde la unidad secundaria de procesamiento. En la figura 6.7 se muestra la página del sitio web donde se puede verificar el comportamiento del sistema mediante registros llevados a cabo en intervalos de

aproximadamente una hora, éstos datos se encuentran de manera permanente hasta un máximo de 2 meses de retroceso temporal, contando con referencias de fecha y hora para identificar el momento en que se realizó cada uno de ellos. Además con el despliegue de los registros temporales también se verifica la funcionalidad del software desarrollado para tales propósitos, encargado de actualizar, darle formato, guardar y leer cada uno de los paquetes de información desde la memoria no volátil, incluyendo el proceso de envío que consta de tres etapas: solicitud desde el sitio web, lectura correspondiente y envío desde el módulo secundario hacia el primario, y de ahí a través de Ethernet hasta el usuario remoto.

El protocolo de recolección de datos resultó ser funcional y cumplir con los requisitos planteados desde el inicio del proyecto, esto se pudo constatar en el caso de los sensores ambientales y de corriente al observar la tabla 6.1, en donde se muestran las comparaciones entre los valores recopilados por el sistema y los valores obtenidos de dispositivos similares de medición. El porcentaje de diferencia con respecto al dato externo de medición entre los valores no superó el 2.57% para el caso de las corriente, el 0.83% para la temperatura y el 0.16% para la humedad relativa, lo que refleja la confiabilidad de los datos brindados y la efectividad del proceso de recolección de los mismos. Los datos ambientales también se pueden observar desde la página web, mediante la opción de condiciones ambientales, detallada en la sección de Resultados.

Un punto importante que se estableció fue el poner la información a disposición del usuario de manera eficiente, incluyendo las propias salas donde se encuentran los equipos como puntos de acceso a los datos. Para este fin se decidió utilizar pantallas tipo LCD que se colocaron en la sala de servidores y en la de UPS específicamente. En la figura 6.1 se muestran algunas de las secuencias de datos que se brindan a través de los LCD hacia quien se encuentre en las propias salas, permitiendo al usuario local tener acceso directo a la información de manera secuencial y en tiempo real, lo que cumple con los requisitos planteados inicialmente. En las pantallas se muestra periódicamente las

condiciones ambientales, el estado de las UPS, cuarto de baterías y sensores de humo, así como la fecha y hora actual del sistema.

Para brindarle al sistema los datos de fecha y hora actuales se instaló un reloj de tiempo real (RTC), así como una batería de respaldo para que no se pierdan los datos en caso de falla y el reloj continúe avanzando normalmente. Su funcionamiento ha quedado comprobado de varias maneras, incluyendo el despliegue de la hora en los LCD, los registros obtenidos desde la página web y las rutinas de pruebas que se detallan en la sección anterior. Dicho elemento está relacionado con el cumplimiento de varios objetivos iniciales del proyecto, a pesar de no mencionarse directamente, de su funcionamiento depende el despliegue de los datos y el almacenamiento de la información. En la figura 6.2 se muestra el despliegue de la hora actual en el LCD y la tarjeta impresa que contiene en RTC y los elementos que requiere para funcionar como lo son la batería y el oscilador.

Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones.

7.1 Conclusiones

- La conexión Ethernet del sistema hacia la red interna del PH Pirrís ofrece gran capacidad de difusión de la información y facilita el acceso a los datos por parte de los usuarios.
- Mediante pantallas LCD es factible establecer un despliegue de datos con las características necesarias para ser accedido localmente, en ambientes donde no se dispone de espacio para colocar otros dispositivos.
- El protocolo de comunicación I²C es una opción adecuada para conectar dispositivos periféricos a una unidad central cuando se requiere tener el mínimo posible de líneas de transmisión.
- El protocolo de comunicación “petición-respuesta” establecido en el sistema permite la comunicación entre dos unidades, al tiempo que simplifica el software necesario debido a su baja complejidad.
- El complemento entre la estructura base de una página web escrita en HTML y el lenguaje de programación JavaScript™ permite desarrollar rutinas complejas de interacción entre el usuario y el sitio web.
- El algoritmo de recolección de datos utilizando una secuencia definida para cada dispositivo conectado, es la opción más simple para administrar sistemas de monitoreo con múltiples fuentes de información.
- La implementación de una base de datos en una memoria interna al sistema evita la necesidad de utilizar equipos de cómputo externos, brindando autonomía al sistema en todas sus funciones.
- El acceso a la información mediante pantallas LCD y exploradores WEB hace mínimos los requisitos de un usuario para poder utilizar el sistema, ya sea desde una PC o de manera local.

- Los datos suministrados por el sistema son de alta confiabilidad, hecho demostrado con pruebas de comparación y estabilidad de los protocolos de comunicación.

7.2 Recomendaciones

Es importante considerar para futuros trabajos de ampliación o mejoras relacionadas con el proyecto, que la forma en que se interconectan los dispositivos es de vital importancia en este tipo de ambientes donde el ruido eléctrico y las fuentes de perturbaciones abundan. El tipo de conexión que se establezca debe ser con cables blindados (mejor resistencia a ruido externo) y el hardware que se utilice debe cumplir con requisitos de tolerancia adecuados para entornos de este tipo.

Además, por experiencia adquirida durante el desarrollo del proyecto, al realizar pruebas con los dispositivos programables, es vital contar con un sistema de estabilización en la alimentación suministrada, pues en una red eléctrica como la utilizada en el PH Pirrís es común encontrar motores y otros dispositivos como soldadoras que hacen la red muy ruidosa, lo que afecta de sobremanera el proceso de depuración donde se pretenden detectar errores en el sistema pero se tienen perturbaciones capaces de reiniciar los equipos que se están probando. La utilización de una UPS para computadora convencional solucionó el problema de inestabilidad en la red de entrada.

Bibliografía

- [1] Mision del ICE. Instituto Costarricense de Electricidad ICE *Mision del ICE* [en línea]. Consultado el 25 de febrero del 2009. http://www.grupoice.com/esp/ele/infobase/mision_electri.htm
- [2] Grupo ICE. Instituto Costarricense de Electricidad. *Proyecto Hidroeléctrico Pirrís* [en línea]. Consultado el día 25 de febrero del 2009. http://www.grupoice.com/esp/ele/infraest/proyect/icelec/proyecto_pirris_icelec.htm
- [3] IEEE Standards Associations. *IEEE 802.3 LAN/MAN CSMA/CD Access Method*. [en línea]. Detalles sobre el protocolo de comunicación Ethernet. Consultado el 22 de febrero del 2009. <http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>
- [4] DHCP. Protocolo de configuración dinámico para clientes de redes. *DHCP* [en línea]. Consultado el 22 de febrero del 2008. <http://es.wikipedia.org/wiki/DHCP>
- [5] Net Security Solutions. Información sobre protocolos de configuración en redes *IP*. [en línea]. Consultado el 17 de febrero del 2009. http://www.netsecuritysolutionsltda.com/spanish/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=58
- [5] SPI Bus. Enciclopedia libre Wikipedia. *Descripción del funcionamiento del bus SPI* [en línea]., Consultado el 22 de febrero del 2009. http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface_Bus
- [6] Conector DB25, Enciclopedia libre Wikipedia. *Conector DB-25* [en línea]. Consultado el 22 de febrero del 2009. <http://en.wikipedia.org/wiki/DB25>
- [7] Conexión RJ-45. , Enciclopedia libre Wikipedia. *Conector RJ-45* [en línea]. Consultado el 22 de febrero del 2009. http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_cruzado
- [8] DataLogger. Microdaq. *Sensor de corriente CTV-C* [en línea]. Consultado el 22 de febrero del 2009. <http://www.microdaq.com/data-logger/ac-current.php>

[9] Protocolo IP. Enciclopedia libre Wikipedia. *Protocolo de comunicación IP* [en línea]. Consultado el 22 de febrero del 2009. http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_IP

[10] I2C-BUS. Organización creadora de I2C. *Protocolo de comunicación I²C*. [en línea] Consultado el 12 de febrero del 2009. Sitio web. <http://www.i2c-bus.org/>

Apéndices

Apéndice A.1: Tabla de evaluación para el despliegue de los datos del sistema.

La presente tabla es una herramienta utilizada para evaluar la calidad del despliegue de la información recopilada por el sistema de monitoreo. Se debe asignar un valor entre 1 y 5 según se considere la calidad en el despliegue de los datos, para cada uno de los aspectos que se indican.

Tabla 9.1 Herramienta de evaluación para el despliegue de los datos.

Parámetro a evaluar sobre la información	Puntaje: 1-2-3-4-5
Facilidad de comprensión	
Facilidad de acceso	
Importancia de los datos	
Escala: 1. Malo 2. Deficiente. 3. Regular 4. Adecuado 5. Muy Bueno	
Nombre evaluador (a): Firma: _____	

Apéndice A.2: Manual de Usuario del sistema.

Instituto Costarricense de Electricidad - ICE

Proyecto Hidroeléctrico Pirrís

Taller Eléctrico



Sistema especializado de monitoreo para las salas de Servidores y UPS del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís.

Manual de Usuario

Rolando Bonilla Vargas

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electrónica

Introducción

El ICE mantiene actualmente en desarrollo el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, ubicado en la Zona de los Santos, provincia de San José. En su plantel de operaciones cuenta con una sala donde se ubican Servidores y equipo de redes, otra con UPS y paneles de control de potencia, y además una con las centrales telefónicas del proyecto. El presente documento consiste en una guía de operación y mantenimiento para el proyecto denominado “**Sistema especializado de monitoreo para las salas de Servidores y UPS del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís.**” El cual consiste en un sistema de monitoreo para las variables ambientales y eléctricas dentro de las salas mencionadas, presentando la información de manera local y de forma remota a través de un sitio web. Además se lleva un historial del comportamiento del sistema.

CONTENIDO

1	Descripción del sistema.....	61
2	Variables Monitoreadas.....	62
2.1	Humedad y Temperatura.....	62
2.2	Corrientes de Salida.....	62
2.3	Condiciones de operación UPS.....	62
2.4	Sensores de Humo.....	62
2.5	Operación del cuarto de baterías.....	62
3	Acceso a la Información.....	63
3.1	Pantallas LCD.....	63
3.2	Conexión desde el sitio Web.....	63
3.2.1	Página principal o de inicio del sitio web.....	64
3.2.2	Página estado general de UPS y cuarto de baterías.....	65
3.2.3	Página de condiciones ambientales.....	66
3.2.4	Página de corrientes de salida.....	67
3.2.5	Página Historial del sistema.....	68
4	Recomendaciones de operación y mantenimiento.....	71
5	Solución a problemas comunes.....	72
5.1	No existe conectividad hacia la página web.....	72
5.2	Las pantallas LCD no muestran datos.....	72
5.3	Los datos mostrados no son coherentes o presentan variaciones fuertes.....	73
6	Detalles del hardware utilizado.....	74
7	Diagrama de conexiones eléctricas.....	¡Error! Marcador no definido.
8	Soporte técnico.....	77
9	Desarrollador del proyecto:.....	78

Descripción del sistema

El sistema desarrollado consiste en una red de dispositivos recolectores y procesadores de información, capaces de comunicarse entre sí e intercambiar información con la red interna del PH Pirrís. A continuación se muestra el diagrama del equipo instalado.

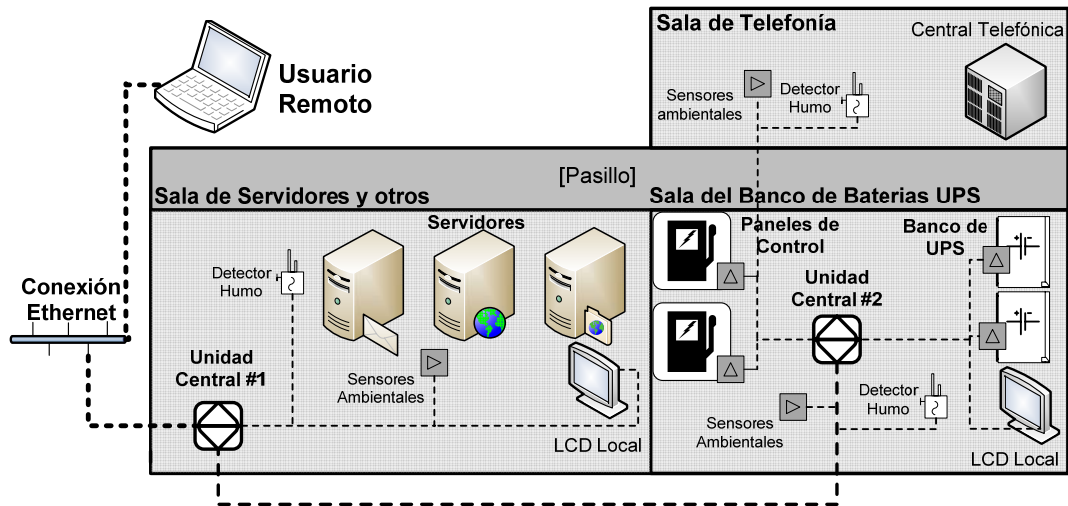


Figura 1.1 Diagrama general del sistema de monitoreo.

Variables Monitoreadas

7.3 Humedad y Temperatura

Los parámetros ambientales de humedad y temperatura se recopilan constantemente desde las tres salas donde se encuentra instalado el sistema. La precisión de los datos es de dos posiciones decimales y la actualización se da cada 2 minutos.

7.4 Corrientes de Salida

Corresponden a las tres fases de salida en los sistemas de UPS, por lo que en total se monitorean 6 valores desde los 2 módulos UPS que dispone el PH Pirrís. La resolución de los datos es de 2 decimales y se actualizan constantemente a petición del usuario desde el sitio web.

7.5 Condiciones de operación UPS

Desde los módulos UPS se extrae la información más relevante sobre el estado general de operación, específicamente condición de la red de entrada, banco de baterías e inversor de salida. La información se brinda a los usuarios desde las propias salas o desde el sitio WEB.

7.6 Sensores de Humo

Se cuenta con un sistema de alerta en caso de incendio, basado en sensores de humo instalados en cada una de las salas. En caso de detectarse alguna situación de fuego de inmediato se muestra un mensaje de alerta en las salas y en el sitio web.

7.7 Operación del cuarto de baterías

Desde el cuarto de baterías que requieren las UPS para operar, se monitorea el estado del extractor de gases peligrosos, para en caso de falla generar una señal de alerta de inmediato a través del sistema.

Acceso a la Información

El sistema implementa dos formas de acceso a los datos recopilados, una de ellas es a través de las pantallas instaladas en las salas de UPS y Servidores, y la otra corresponde al sitio web desarrollado para tal fin.

7.8 Pantallas LCD

Se encuentran ubicadas dentro de la Sala de UPS y dentro de la sala de Servidores, presentan los datos recopilados de manera secuencial, de esta forma el usuario recibe en segmentos (pantallas) toda la información disponible. A continuación se muestran algunos de los mensajes desplegados.

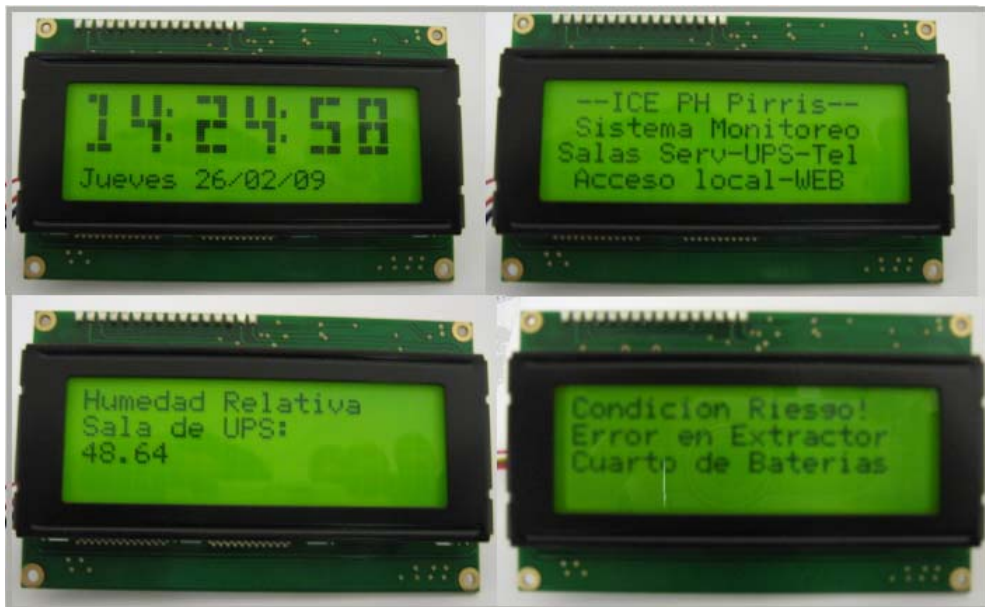


Figura 7.1 Detalle de los mensajes mostrados en el LCD.

7.9 Conexión desde el sitio Web.

El sistema cuenta con un sitio web dedicado en exclusivo a mostrar la información recopilada desde las salas, incluyendo además un registro temporal (fecha-hora) sobre las principales variables, condiciones de operación y alarmas generadas. A continuación se detallan las 7 secciones que pueden ser accedidas desde la página principal:

7.9.1 Página principal o de inicio del sitio web.

Muestra un resumen de las condiciones de operación actuales del sistema, además brinda información sobre las funciones disponibles y los respectivos enlaces para acceder a estas secciones. En la parte izquierda de la página se encuentra el menú central del sitio web, mientras que en la parte central se ubica la tabla resumen de operación que contiene el detalle de la unidad monitoreo central y secundaria, además de la condición actual del extractor de aire en el cuarto de baterías.

Cuando se detecta una condición de riesgo en alguna de las unidades de monitoreo, de inmediato se muestra una descripción del problema en la misma tabla.

Sistema de Monitoreo PH Pirris - ICE - Mozilla Firefox

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

http://mxboard/


Gmail Traductor Ing-Esp Meebo La Nacion BNCR Traductor Esp-Ing 10.1.0.1 Windows Live Hotmail Sistema de Monitoreo ... mxboard

Monitoreo Salas de UPS y Servidores P.H. Pirris - ICE

Inicio
UPS y Cuarto de Baterías
Condiciones Ambientales
Corrientes de Salida
Historial
Ayuda
Desarrollador
1:45:01 p.m.

Introducción al Sistema

Bienvenid@ a la página principal del "Sistema de Monitoreo Remoto vía Web", el cual mantiene un control sobre las condiciones en tiempo real de las salas de UPS, servidores y telefonía. Desde aquí puede acceder a todas las funciones implementadas.




A continuación se muestra una tabla Resumen con el estado actual:

Condición General del Sistema:
Estado Unidad de Monitoreo Central: Funcionando Correctamente.
Estado Unidad de Monitoreo Secundario: Funcionando Correctamente.
Extractor de Aire: OK!

Funciones a disposición del usuario:

- Reporte de funcionamiento para las unidades [SAI UPS](#).
- Reporte de las condiciones actuales de [Humedad Relativa](#) y [Temperatura](#) en las salas de UPS, Servidores y Telefonía.
- Valores de las [Corrientes de salida](#) en cada una de las fases conectadas a las 2 unidades UPS.
- Acceso al [Historial](#) de monitoreo realizado por el sistema.
- [Manual](#) del Uso del Sistema.
- [Desarrollador](#) del sistema.



Terminado

Figura 7.2 Página de inicio del sitio web del sistema.

7.9.2 Página estado general de UPS y cuarto de baterías.

Se muestra el detalle las condiciones principales de operación en la UPS 1 y la UPS 2, además del extractor de aire. Los valores pueden ser actualizados en cualquier momento por el usuario.

Monitoreo Salas de UPS y Servidores P.H. Pirrís - ICE

Estado General de UPS y Cuarto de Baterías

En esta sección se monitorea las condiciones generales de las unidades SAI UPS. Las variables que se controlan son:

- Fallo en la Red de entrada.
- Error en el Inversor de las UPS.
- Fallo en las Baterías (descarga, error de conexión).
- Estado del extractor de aire en el cuarto de Baterías.

Si desea actualizar manualmente, presione el botón "Actualizar Ahora".

Condiciones:

Variables	Baterías	Inversor de Salida	Red de Entrada	Extractor de Aire
• UPS 1	OK!	OK!	OK!	OK!
• UPS 2	OK!	OK!	OK!	OK!

[Actualizar Ahora](#)

[Pagina Principal](#)

Terminado

Figura 7.3 Estado general de las UPS y Baterías.

7.9.3 Página de condiciones ambientales

En esta sección se detallan los parámetros ambientales presentes en las tres salas que monitorea el sistema, además de los sensores de humo instalados en cada una. Los valores se actualizan a petición del usuario con un rango mínimo de 2 minutos para producir nuevos datos.

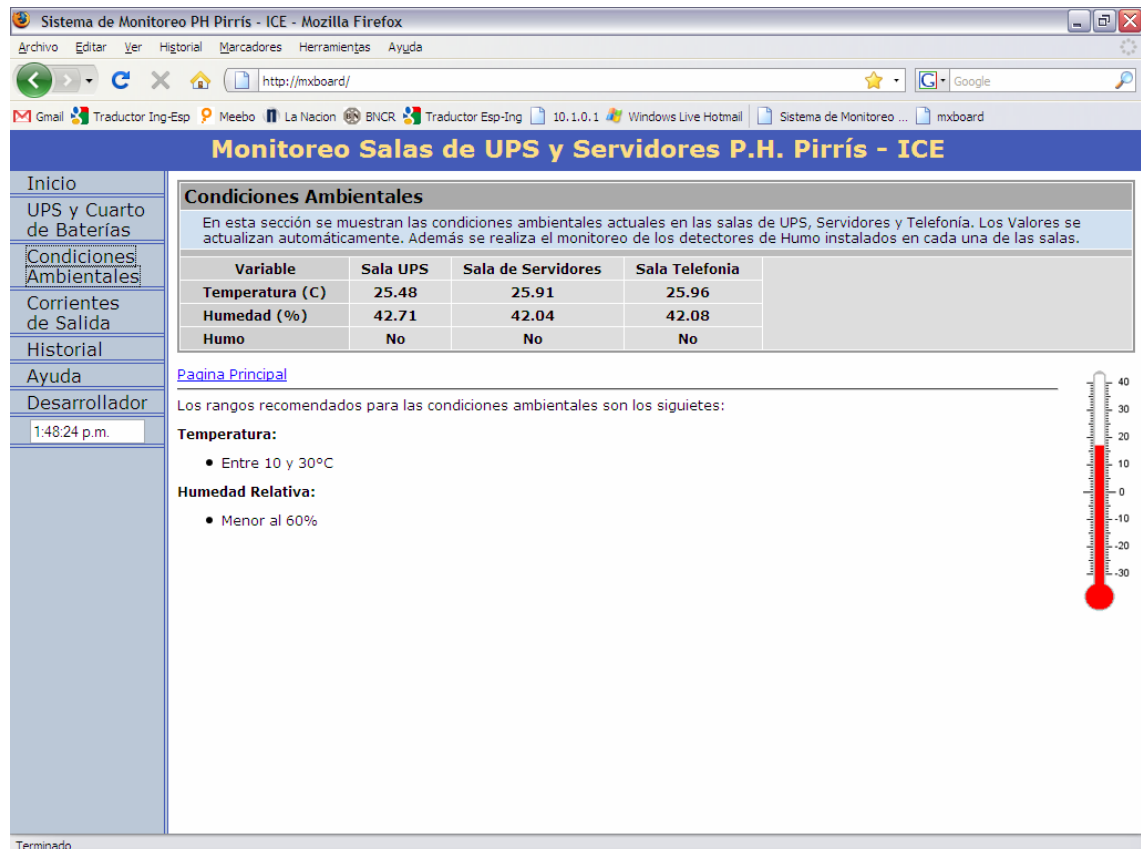


Figura 7.4 Condiciones ambientales desde la página web.

7.9.4 Página de corrientes de salida

Se muestran cada uno de los valores de corriente correspondientes a los dos módulos UPS, cada una de las fases se encuentra identificada. Los valores mostrados se actualizan por petición del usuario con la frecuencia que desee.

Monitoreo Salas de UPS y Servidores P.H. Pirris - ICE

Corrientes de salida en las UPS

En esta sección se muestran los valores de las corrientes de salida por fase en cada unidad UPS. Los Valores de corriente se actualizan de manera automática, si desea actualizar manualmente presione el botón.

UPS 1		UPS 2	
Fase de Salida	Corriente (A)	Fase de Salida	Corriente (A)
L1	00	L1	00
L2	00	L2	00
L3	00	L3	00

A continuación se detalla la distribución de conexiones para cada una de las fases de salida en las UPS:

UPS 1

- L1 - Conexiones a fase 1.
- L2 - Conexiones a fase 2.
- L3 - Conexiones a fase 3.

UPS 2

- L1 - Conexiones a fase 1.
- L2 - Conexiones a fase 2.
- L3 - Conexiones a fase 3.

[Página Principal](#)

Terminado

Figura 7.5 Despliegue de corrientes de salida desde página web.

7.9.5 Página Historial del sistema

Como parte de la aplicación final existe una sección que se encarga de llevar un control sobre las condiciones en que ha operado el sistema a través del tiempo, llevando registros con fecha y hora de realización, en los que se detallan los parámetros más relevantes. Cada hora se genera un registro y se almacena en memoria permanente, pudiendo documentar un máximo de 2 meses en el comportamiento de las salas.

Para retroceder en los registros que se tienen basta con recargar la página o utilizar el enlace que se encuentra al pie de la tabla de datos, al final si se desea volver al inicio de los registros se debe seleccionar esa opción en el menú inferior.

Monitoreo Salas de UPS y Servidores P.H. Pirrís - ICE

Historial de Comportamiento del Sistema

En esta sección se muestra la información almacenada sobre los estados anteriores del sistema y sus principales variables. Permite llevar un control del comportamiento que se dió anteriormente en:

- Condiciones Ambientales
- Estado de las UPS
- Condiciones de Error presentadas
- Registro con fecha y hora de cada suceso

Registro Fecha: 25/02/09 Hora: 10:02:14

Condiciones Ambientales	Sala de UPS	Sala de Servidores	Sala de Telefonía	Condición de Alarma
• Humedad(%)	56.26	55.73	53.93	No Activa
• Temp.(C)	23.44	3.72	24.30	No Activa
Estado UPS	Red de Entrada	Inversor de Salida	Baterías	Extractor Aire
• UPS 1	OK!	OK!	OK!	OK!
• UPS 2	OK!	OK!	OK!	OK!

Registro Fecha: 25/02/09 Hora: 09:01:11

Condiciones Ambientales	Sala de UPS	Sala de Servidores	Sala de Telefonía	Condición de Alarma
• Humedad(%)	54.82	53.44	53.04	No Activa
• Temp.(C)	17.79	8.32	18.29	No Activa
Estado UPS	Red de Entrada	Inversor de Salida	Baterías	Extractor Aire
• UPS 1	OK!	OK!	OK!	OK!
• UPS 2	OK!	OK!	ERROR!	OK!

Registro Fecha: 25/02/09 Hora: 08:04:08

Condiciones Ambientales	Sala de UPS	Sala de Servidores	Sala de Telefonía	Condición de Alarma
• Humedad(%)	60.61	59.27	58.87	No Activa
• Temp.(C)	14.86	5.52	15.42	No Activa

Terminado

Figura 7.6 Historial del sistema desde la página web.3

Finalmente en la figura 3.8 se muestra la sección de ayuda desplegada desde el sitio web, donde se brinda una descripción de las principales opciones y la manera de accederlas. La figura 3.9 muestra información sobre el desarrollador del proyecto.

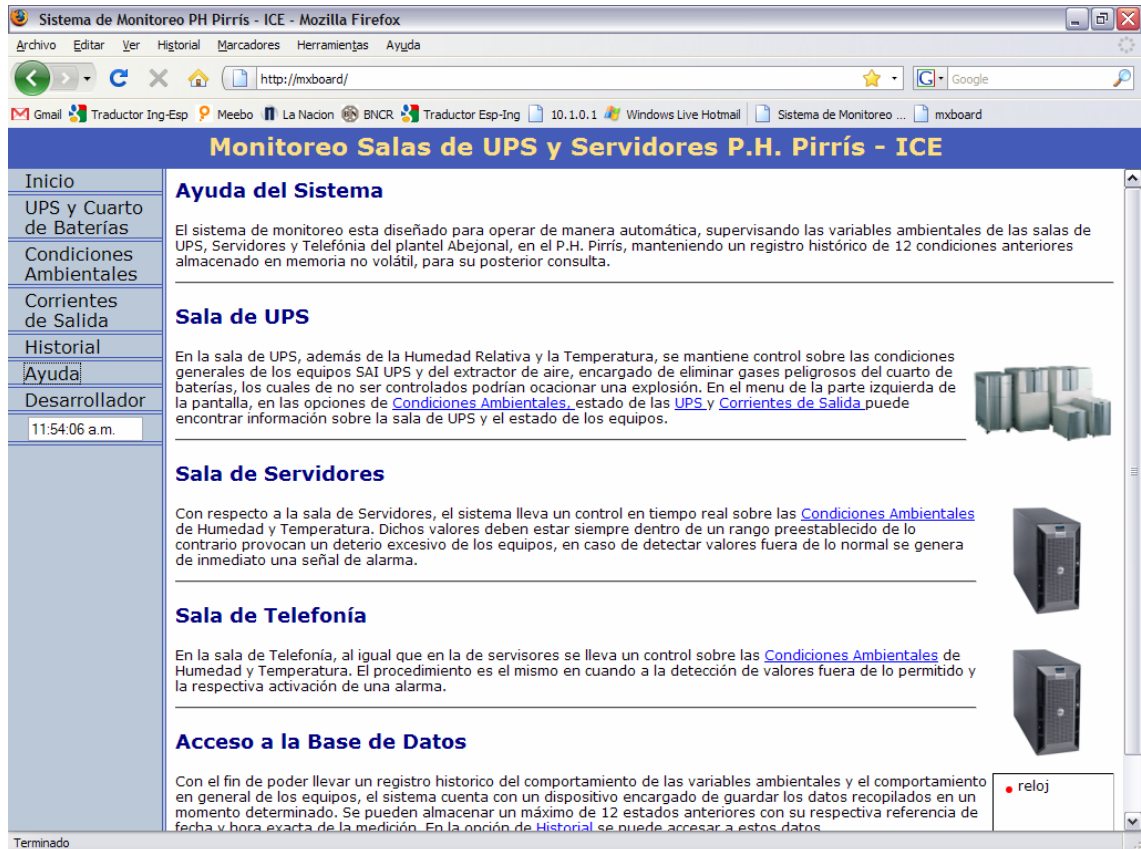


Figura 7.7 Ayuda desde el sitio Web.

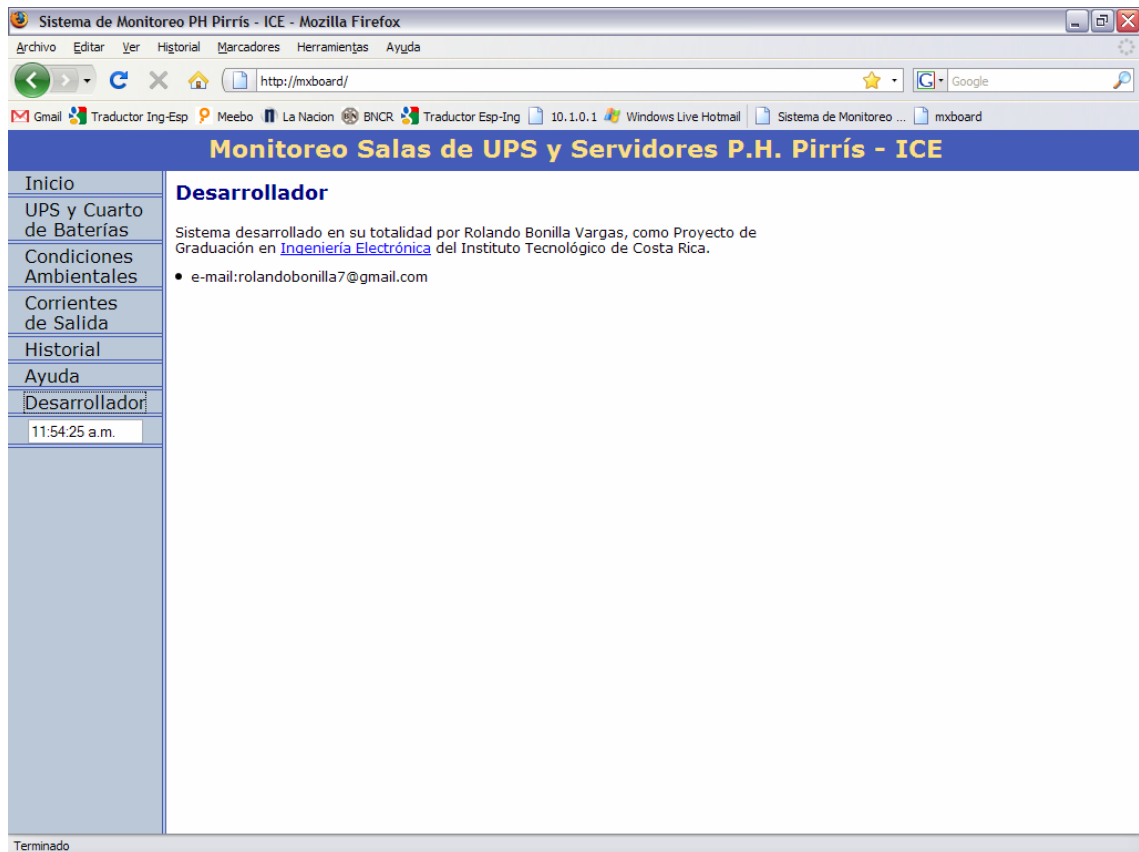


Figura 7.8 Información sobre el desarrollador del proyecto.

Recomendaciones de operación y mantenimiento

El sistema de monitoreo ha sido diseñado de forma en que pueda operar de manera autónoma, esto quiere decir que no necesita de otros equipos externos como computadoras o para realizar todas sus funciones. Sin embargo es necesario cumplir con algunas condiciones mínimas para que se dé una operación adecuada de todos los dispositivos, las cuales se detallan a continuación:

- Se debe usar siempre un equipo de estabilización en la alimentación desde la red al sistema, por ejemplo una UPS convencional para uso doméstico.
- Los gabinetes donde se encuentran los equipos se deben mantener siempre cerrados, con el fin de evitar la entrada de polvo u otro tipo de contaminación hacia los dispositivos internos.
- No se deben cambiar los adaptadores de entrada hacia los dispositivos, pues se corre el riesgo de aplicar una tensión mayor a la soportada por el sistema.
- No se deben tocar ninguno de los dispositivos electrónicos ya sean tarjetas integradas o sensores, debido a que son sensibles a las cargas electroestáticas como las que se pueden generar en el cuerpo humano. El mismo cuidado se debe tener con los cables de datos que interconectan los equipos.
- Los sensores han sido colocados siguiendo un esquema de datos técnicos, por lo que no se deben tratar de desconectar o reconectar sin tener claro conocimiento del dispositivo y sus conexiones, pues de lo contrario se podría dañar el equipo irreversiblemente.

Solución a problemas comunes

A continuación se presenta una lista de los problemas que pueden ocurrir con mayor frecuencia y pueden ser solucionados por el usuario final, siguiendo las respectivas indicaciones.

7.10 No existe conectividad hacia la página web

- 1- Verificar el estado de las conexiones de red, tanto en la computadora desde la que se desea acceder, como en el propio módulo Ethernet ubicado en la sala de UPS. Las conexiones se encuentran dentro del gabinete que muestra la pantalla LCD, levantando la puerta frontal.
- 2- Verificar si el usuario que pretende conectarse al sistema tiene los permisos requeridos para acceder a la red interna, de lo contrario no se puede establecer la conexión.
- 3- En última instancia se debe reiniciar el módulo Ethernet, desconectando la alimentación del sistema por al menos un minuto de tiempo. Esta acción reinicia también la conexión de red y la configuración previa.

7.11 Las pantallas LCD no muestran datos

- 1- Revisar que la alimentación hacia las pantallas esté debidamente conectada. El adaptador correspondiente se encuentra rotulado con el nombre "LCD", y debe mantener encendida una luz roja que indica funcionamiento correcto.
- 2- Verificar la conexión en los buses de control hacia la pantalla. Se debe abrir la puerta de los gabinetes y revisar en la parte posterior de las pantallas que todos los cables se encuentren conectados. Cada cable se encuentra rotulado, sin embargo NO se debe intentar realizar una conexión en caso de no tener certeza plena de la ubicación de la misma, pues se corre el riesgo de dañar el equipo permanentemente.

7.12 Los datos mostrados no son coherentes o presentan variaciones fuertes.

- 1- Se debe verificar que no se estén realizando trabajos de soldadura o que impliquen motores de alta potencia cerca de las salas donde se ubica el sistema, pues estas condiciones pueden afectar el funcionamiento. El problema debería solucionarse al eliminarse las fuentes de perturbación.
- 2- Se debe proceder a reiniciar el sistema por completo, lo cual se realiza apagando la UPS de alimentación, ubicada en la sala de servidores. Para garantizar el reinicio los módulos deben estar apagados al menos 1 minuto de tiempo.
- 3- No se debe tratar de dar servicio de reparación a los sensores o a las conexiones entre los dispositivos si no se cuenta con la capacitación respectiva.

En general el sistema ha sido diseñado para operar de manera autónoma, sin requerir asistencia técnica periódica, sin embargo los problemas antes mencionados se pueden generar comúnmente por las condiciones de operación bajo las que se encuentran los dispositivos. Es importante resaltar que no se debe tratar de reparar alguna situación que no corresponda a las descritas anteriormente, y que los procedimientos de reparación se deben seguir estrictamente para evitar posibles daños a los equipos. Para reparaciones mayores se debe contactar al personal encargado.

Detalles del hardware utilizado

A continuación se muestran referencias sobre los datos técnicos de cada uno de los dispositivos utilizados, con el fin de brindar información para posibles mejoras o reparaciones futuras. Se incluye además un enlace en internet para obtener mayores detalles.

Tabla 6.1 Especificaciones de Componentes Electrónicos.

COMPONENTE	Detalle
<p>Kit de Desarrollo Ethernet SBC65EC, marca Modtronix)</p> <p>Referencia: http://www.modtronix.com/product_info.php?cPath=105_112&products_id=149</p> <ol style="list-style-type: none">1) Implementación de conexión Ethernet bajo el estándar de la IEEE 802.3.2) Programable con la interfaz ICSP o compatible.3) Al menos una conexión RS-232, SPI e I2C; con el correspondiente hardware.4) Memoria programable, escritura-lectura.5) Puertos de entrada salida programables.6) Compatible con un modulo LCD a través de SPI o I2C7) Capacidad de funcionar como servidor WEB a partir de software provisto por el fabricante.	 A photograph of the SBC65EC development kit, a green printed circuit board (PCB) populated with various electronic components. It features a central microcontroller, several integrated circuits, and connectors for RS-232, SPI, and I2C. A small LCD display is visible on the board.
<p>Kit de Desarrollo SBC28PC-IR marca Modtronix</p> <p>Referencia: http://www.modtronix.com/product_info.php?cPath=106_115&products_id=110</p> <ol style="list-style-type: none">1) Programable con la interfaz ICSP o compatible.2) Al menos una conexión RS-232, SPI e I2C; con el correspondiente hardware.3) Memoria programable, escritura-lectura.4) Puertos de entrada salida programables.5) Compatible con un modulo LCD a través de SPI o I2C	 A photograph of the SBC28PC-IR development kit, a green PCB with various electronic components. It includes a microcontroller, several ICs, and connectors for RS-232, SPI, and I2C. A small LCD display is also present on the board.

<p>Módulo LCD 4x20 LCD2S-204YHY marca Modtronix</p> <p>Referencia: http://www.modtronix.com/product_info.php?products_id=274</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Variedad de formatos pre-gravados en la unidad. 2) Comunicación a través de los puertos SPI o I2C (incluyendo el respectivo Driver). 3) Lectura-Escritura del dato que se muestra en el LCD. 4) Luz de fondo. 	
<p>Sensor de Humedad SHT71 marca Sensirion</p> <p>Referencia: http://www.sensirion.com/en/01_humidity_sensors/05_humidity_sensor_sht71.htm</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Interfaz de puerto con los estándares SPI o I2C. (Incluyendo el respectivo Driver). 2) Brinda la Temperatura y la Humedad Relativa. 3) Rango de 0-100% en la humedad relativa. 	
<p>Programador ICSP PX-200 marca Microchip</p> <p>Referencia: http://microcontrollershop.com/product_info.php?products_id=2174</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Conexión a través del puerto USB 2.0 2) Programador de microcontroladores con la interfaz RJ12 ICD e ICD2. 3) Compatible con la línea de productos de Microchip o similares. 	
<p>Conector para el Programador y la tarjeta: PIC ICSP Adapter de Microchip</p> <p>Referencia: http://microcontrollershop.com/product_info.php?products_id=1159</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Interfaz entre tarjetas PIC y un programador PIC con un conector ICSP de 2.0mm 2x4 	

<p>Circuito Integrado: PIC16F876A-E/SP marca Microchip</p> <p>Referencia: http://www.microchipdirect.com/productsearch.aspx?Keywords=16f876A</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Múltiples puertos de entrada-salida programables. 2) Interfaz I2C, SPI, USART, RS232 y sus respectivos drivers. 3) Alimentación de 5V DC, con reloj de 20MHz y package de 28 pines 4) Memoria Escritura-lectura para usuario y programa. 5) Contiene Timers, PWM y al menos 6 convertidores del tipo "ADC". 	
<p>Sensor de Corriente: CTV-C marca DataLogger</p> <p>Referencia: http://www.microdaq.com/data-logger/ac-current.php</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) En la escala de 0 a 100A en AC. 2) Del tipo <i>Split-Core</i>. 3) Corriente o voltaje de salida proporcional a la corriente censada. 4) Frecuencia de operación en el rango de 50 a 60 Hz. 	

Soporte técnico

Contactar al personal administrador de las salas de UPS, Servidores y Telefonía en el PH Pirrís para mayor información.

Desarrollador del proyecto:

Rolando Bonilla Vargas, como proyecto de graduación para Escuela de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica, para optar por el Título de Ingeniero en Electrónica con grado académico de Licenciatura. Terminado en el mes de marzo del 2009.

Dirección electrónica: rolandobonilla7@gmail.com

Anexos

Anexo B.1 Manual de usuario de los sistemas de UPS.



2. Descripción

2.1 Fiabilidad y Estándares de Calidad.

Felicidades por elegir **conceptpower**.

El **conceptpower** suministrará a su equipamiento con una alimentación rápida y fiable durante años.

NEWAVE SA tiene su sede en Suiza y está especializada en el diseño y manufacturación de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida.

El único y modular SAI **conceptpower** pertenece a la última generación de sistemas SAI trifásicos para potencias medias. Su alta fiabilidad, su bajo coste de trabajo y sus excelentes prestaciones eléctricas son sólo algunas de sus cualidades más destacables en este innovador SAI.

Los criterios y métodos empleados por NEWAVE SA para el diseño e implementación corresponden a los más rigurosos niveles de calidad.

La Swiss Association for Quality and Management System (SQS) certifica que, de acuerdo con la norma ISO 9001/EN 29001, la compañía Newave SA cumple dicha norma satisfactoriamente. (Registro No.: 14879-01, fecha: 12 Abril 1999.)

2.2 Modelos Conceptpower – Opción en Paralelo

Los SAI **conceptpower** tiene tres líneas de producto:

Classic-Line : El armario Classic-Line contiene un Módulo SAI y una batería estándar.

Gemini-Line: El armario Gemini-Line contiene dos Módulos SAI y una batería estándar.

Upgrade-Line: El armario Up-Grade contiene tres Módulos SAI , sin baterías.

2.3 Configuraciones Módulos Single/ Paralelo y Single/Multi- Armario

El **conceptpower** tiene unas características de paralelo únicas en el mercado. Distinguimos:

- Configuración Módulos Single/Paralelo

Configuración Módulo Single .-Si una configuración consiste en un Módulo single (Classic-, Gemini- o Upgrade-Line con un solo módulo).

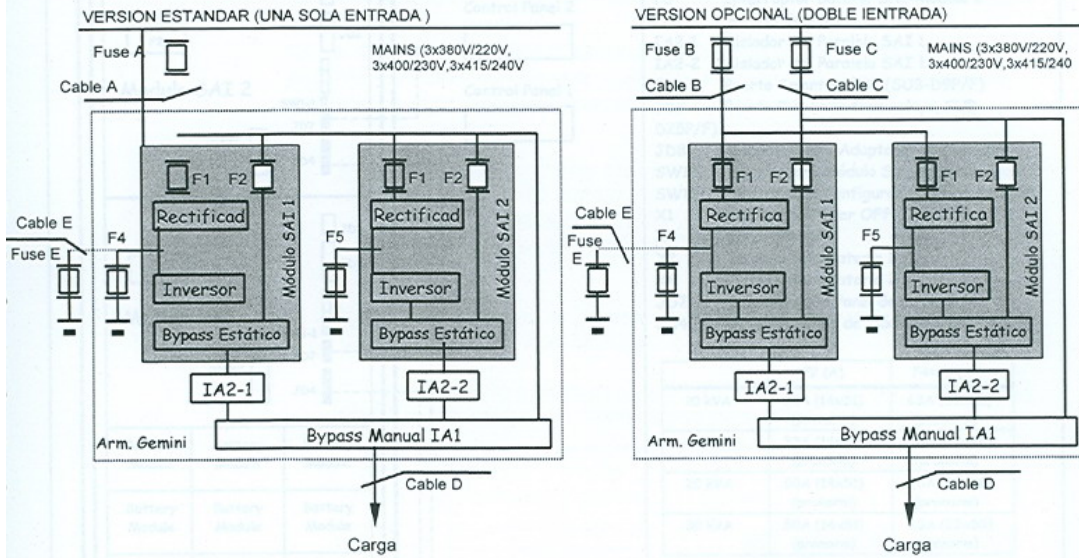
Módulo Paralelo: Módulo paralelo es un módulo que trabaja en paralelo con otros módulos equivalentes.

- Configuraciones Single/Multi-Armario

Configuración Armario Único: Un armario único significa que no hay más armarios en cadena trabajando en paralelo.

Configuraciones Multi-Armario: Es posible poner en paralelo Armarios Conceptpower(Classic-, Gemini-, o Upgrade-Line)en Configuraciones Multi-Armario, para incrementar el número de módulos en paralelo

Diagrama de Bloques Gemini-Line



Secciones de cable y calibre de Fusibles recomendados por las Normas Europeas. Se debe respetar la normativa Local.

VERSION ESTANDAR (UNA SOLA ENTRADA)

Power (kVA)	Fuse A (Ag/CB)	Cable A (IEC 60950-1:2001)	Cable D (IEC 60950-1:2001)	Fuse E (+/N/-)	Cable E (+/N/-)
10	3x40	5x6	5x6	3x32A	3x4
10+10	3x40	5x6	5x6	3x63A	3x10*
15	3x63	5x10	5x10	3x63A	3x10
15+15	3x63	5x10	5x10	3x100A*	3x25*
20	3x80	5x16	5x16	3x63A	3x10
20+20	3x80	5x16	5x16	3x125A*	3x35*
30	3x100	5x25	5x25	3x80A	3x16
30+30	3x100	5x25	5x25	3x125A*	3x35*

VERSION OPCIONAL (DOBLE IENTRADA)

Power (kVA)	Fuse B (Ag/CB)	Cable B (IEC 60950-1:2001)	Fuse C (Ag/CB)	Cable C (IEC 60950-1:2001)	Cable D (IEC 60950-1:2001)	Fuse E (+/N/-)	Cable E (+/N/-)
10	3x40	5x6	3x40	4x6	5x6	3x32A	3x4
10+10	3x40	5x6	3x40	4x6	5x6	3x63A*	3x10*
15	3x63	5x10	3x63	4x10	5x10	3x63A	3x10
15+15	3x63	5x10	3x63	4x10	5x10	3x100A*	3x25*
20	3x80	5x16	3x80	4x16	5x16	3x63A	3x10
20+20	3x80	5x16	3x80	4x16	5x16	3x125A*	3x35*
30	3x100	5x25	3x100	4x25	5x25	3x80A	3x16
30+30	3x100	5x25	3x100	4x25	5x25	3x125A*	3x35*

*only valid for common battery use

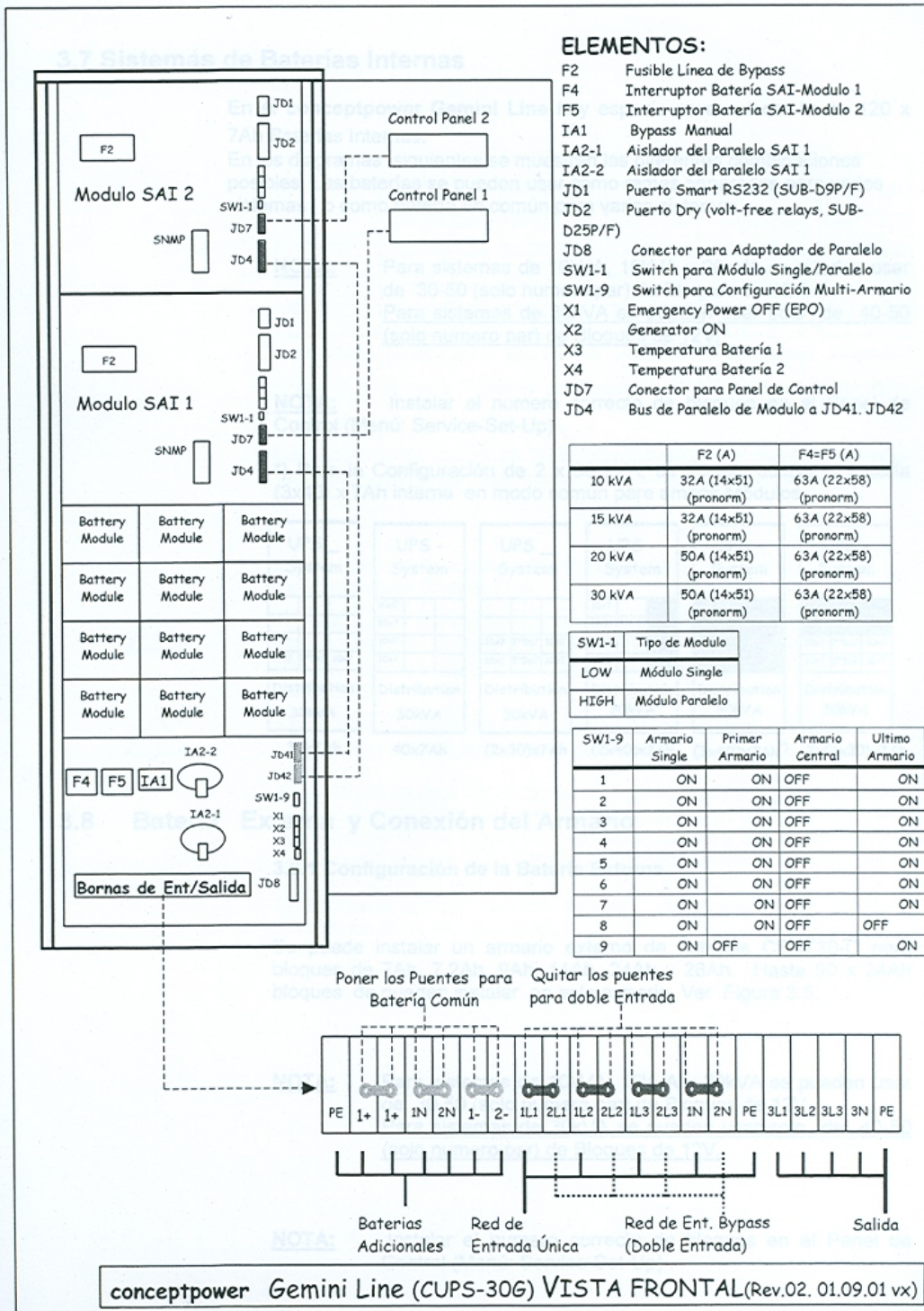


Figura 3.5: Bornas de Entrada/Salida, Vista Frontal conceptpower – Gemini Line
Newave_OPM_CPG_10K_30K_ES_V1.0.doc-Instalación

Anexo B.2 Hoja de datos PIC 16F876A.



PIC16F87XA

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin
PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,
can be incremented during Sleep via external
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™
(Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address
detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for
Brown-out Reset (BOR)

Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital
Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference
(VREF) module
 - Programmable input multiplexing from device
inputs and internal voltage reference
 - Comparator outputs are externally accessible

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash
program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM
memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)
via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

- Low-power, high-speed Flash/EEPROM
technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I ² C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

Anexo B.3 Hoja de datos del módulo web SB65EC.

Product Documentation	SBC65EC
-----------------------	---------

2 Features

- Has 32 general purpose user programmable I/O ports that can be monitored, configured and updated via web pages, HTTP and UDP. Twelve inputs can be configured as 10 bit Analog Inputs, and 4 as 10-bit PWM outputs.
- Programmed with Modtronix SBC65EC Web Server, for details [click here](#).
- Can be configured and controlled via web pages, for details [click here](#).
- Accepts commands via UDP or HTTP for configuring the board and controlling outputs, for details see modtronix.com/products/sbc65ec/doc/commands
- Implements tags that can be placed on web pages to display dynamic information and current input status, for details see modtronix.com/products/sbc65ec/doc/tags
- Programmed with a bootloader for updating firmware over the network or internet.
- Is part of our MicroX product range, meaning you can upgrade or expand it with any of the other MixroX products. For details see modtronix.com/microx
- Can be used as a daughter board to Ethernet enable any product.
- Diode protected 2.1mm power connector for standard DC transformer. Center is positive.
- 98KBytes FLASH, 3840 Bytes SRAM and pluggable EEPROM. Default TCP/IP stack uses less than half the available memory, which leaved heaps of code space for custom code.
- Has space for a 8 pin Ramtron SPI FRAM chip (32Kbyte FM25256 chip for example) to be assembled on the bottom of the board.
- Wide operating voltage range from 7 – 30V.
- Default operating frequency of 40MHz, software configurable low power mode that runs at 10MHz.
- Red 3mm User programmable LED.
- RJ45 connector with built in LEDs to indicate link and activity status.
- Micro Match connector for connecting a LCD2S serial LCD display with keypad decoder. For details on LCD2S range of LCD displays, see modtronix.com/products/led2s
- RS232 interface via 3 pin Molex type connector or Daughter Board connector.
- Has a 40 pin Daughter Board connector. For details see modtronix.com/microx/expansion.
- Assembled with brand name, quality components. For example, electrolytic capacitors used are extra long life rated (5 times more than standard), Industrial rated semiconductors (not commercial).
- Has an ICSP (In Circuit Serial Programming) connector (ICPC1 type) - CPU can be programmed and debugged in circuit. For details see modtronix.com/picboards/prog.
- Programmed with free Modtronix TCP/IP stack that features:
 - Includes MAC, IP, ARP, ICMP, TCP, UDP, HTTP, HTTP Compression, FTP, DHCP, NetBIOS, DNS, MXFS
 - Socket support for TCP and UDP
 - Portable across PIC18 MCUs
 - Out-of-box support for Microchip MPLAB C18 and Hi-Tech PICC-18 compilers
 - RTOS independent

Modtronix Engineering	Page 3
Web Page: www.modtronix.com/products/sbc65ec	

Anexo B.4 Hoja de datos del módulo secundario SBC28PC.

<i>Product Documentation</i>	<i>SBC28PC</i>
------------------------------	----------------

2 Features

- 22 I/O ports when using common PIC chips, for example the PIC16F876A or PIC18F252.
- Is part of our MicroX product range, and has a *Frontend connector*, *Daughter board connector* and a *Compact Daughter board connector* for expansion. Any of our Daughter or Compact Daughter boards can be plugged into it. For example, a prototype Daughter board can be plugged into it for the user to do prototyping. For details on our MicroX range see www.modtronix.com/microx.
- Compact size of 58mm x 54mm. For details see www.modtronix.com/microx/dimensions.
- Assembled with High Quality, Industrial Temperature components - electrolytic capacitors used are extra long lifetime rated!
- Diode protected 2.1mm power connector for a standard DC transformer.
- Wide operating voltage range from 7 to 30V.
- On board 15kV ESD protected RS232 interface. Assembled with industrial temperature range interface driver chip.
- 5 pin 3.81mm terminal block connector with RS232 or CAN BUS signals (when CAN interface driver is assembled), ground and external power.
- The power pin on the 5 pin terminal block connector can be connected to the boards unregulated power supply (the input of the 2.1mm power connector) via a strap. This can be used to:
 - Provide power for all other boards daisy chained to this one. For this to work this board must be powered via its 2.1mm power connector! It will supply power to all other boards daisy chained to it.
 - Obtain power for this board. In this case no power has to be supplied via the 2.1mm power connector. It will obtain its power via the 5 pin terminal block connector.
- Power LED to indicate when device is powered.
- Micro Match socket with Power, I²C and SPI signals. The Micro Match connector can be used to daisy chain multiple I²C devices together.
- Has a standard Modtronix ICSP (In Circuit Serial Programming) connector for programming the on board PIC chip - CPU can be programmed in circuit. For details see <http://www.modtronix.com/picboards/prog>

Modtronix Engineering	Page: 4
Web Page: www.modtronix.com/products/sbc28pc	

Anexo B.5 Hoja de datos del LCD (SPI-LCD)204a.

2 Features

- Can be controlled via SPI or I²C bus
- Assembled with 2x16 or 4x20 line character displays, with or without back lighting
- Two high current, open collector outputs (OUT1 and OUT2), with output current of 1000mA each
- 3 general purpose input/output pins (GPIO1, GPIO2 and GPIO3) that can be used for:
 - 2 Analog inputs with 10 bit resolution and 1 digital I/O
 - 3 Digital I/O lines that can be used for inputs or outputs (1k output impedance).
- Keypad encoder for a keypad up to 16 keys (4 rows by 4 columns)
- Keypad has a configurable button repeat delay and repeat rate
- Can be configured to sound a buzzer (connected to OUT2) each time a button is pressed
- LCD Backlighting controlled via software, has 254 brightness levels
- LCD Contrast controlled via software, has 254 contrast levels
- User configurable start up screen
- 80 Byte buffer for messages received via serial interface
- Large number of LCD commands for moving cursor, moving display and more
- Up to 8 custom characters can be defined
- Built in commands for drawing Bar Graphs
- When using a 4x20 LCD, large characters spanning 3x2 characters can be drawn
- 6 Pin Micro Match connector with I²C, SPI and power signals
- 10 Pin (10 pins x 1 row), 2.54mm connector for connecting a keypad of up to 4 rows by 4 columns
- 10 Pin (5 pins x 2 rows), 2.54mm connector with user outputs, I²C, SPI and power signals
- DIP switch for setting serial mode and I²C address
- Low current consumption - without LCD backlight is about 4mA
- Assembled with brand name, quality components. For example, electrolytic capacitor used is extra long life rated, which is 5 times more than standard!
- PIC processor can be programmed with custom firmware via 5 in circuit serial programming pins.

3 Connectors

The LCD2S has 3 connectors with serial interface, power and I/O signals.

3.1 Connector X1 - Micro Match 6 Pin Connector

The LCD2S has a 6 pin Micro Match type connector for controlling it via the SPI or I²C interface.

<i>X1 – 6 pin micro match type connector</i>		
<i>Pin</i>	<i>I²C Signal</i>	<i>SPI Signal</i>
1	SDA – Serial Data	SDI – Serial data input
2	+5V	+5V
3	GND	GND
4	SCL – Serial Clock	SCK – Serial Clock
5		SDO – Serial Data Output
6	I ² C Interrupt	CS – Chip select, active low

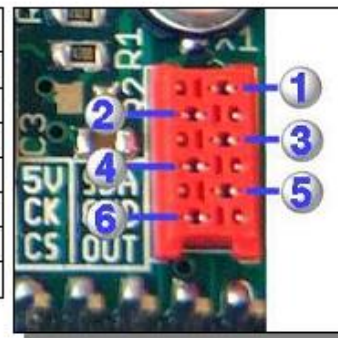


Figure 1

Anexo B.6 Hoja de datos del RTC DS1307.



DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

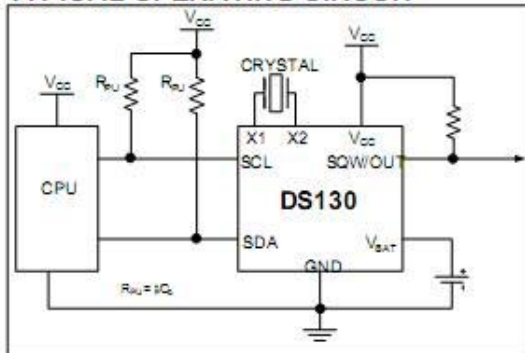
GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

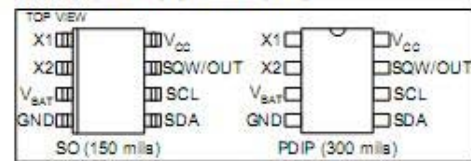
FEATURES

- Real-Time Clock (RTC) Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
- 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
- I²C Serial Interface
- Programmable Square-Wave Output Signal
- Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C
- Available in 8-Pin Plastic DIP or SO
- Underwriters Laboratories (UL) Recognized

TYPICAL OPERATING CIRCUIT



PIN CONFIGURATIONS



ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+Denotes a lead-free/RoHS-compliant package.

*A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free package. An "N" anywhere on the top mark indicates an industrial temperature range device.



PIC18F8722 FAMILY

64/80-Pin, 1-Mbit, Enhanced Flash Microcontrollers with 10-Bit A/D and nanoWatt Technology

Power Management Features:

- Run: CPU On, Peripherals On
- Idle: CPU Off, Peripherals On
- Sleep: CPU Off, Peripherals Off
- Ultra Low 50 nA Input Leakage
- Run mode Currents Down to 25 μ A Typical
- Idle mode Currents Down to 6.8 μ A Typical
- Sleep mode Current Down to 120 nA Typical
- Timer1 Oscillator: 900 nA, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 1.6 μ A, 2V Typical
- Two-Speed Oscillator Start-up

Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes, up to 40 MHz
- 4x Phase Lock Loop (PLL) – Available for Crystal and Internal Oscillators
- Internal Oscillator Block:
 - Fast wake from Sleep and Idle, 1 μ s typical
 - Provides a complete range of clock speeds from 31 kHz to 32 MHz when used with PLL
 - User-tunable to compensate for frequency drift
- Secondary oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Fail-Safe Clock Monitor:
 - Allows for safe shutdown if peripheral clock stops

Peripheral Highlights:

- High-Current Sink/Source 25 mA/25 mA
- Three Programmable External Interrupts
- Four Input Change Interrupts
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module (40/44-pin devices only):
 - One, two or four PWM outputs
 - Programmable dead time
 - Auto-shutdown and auto-restart

Peripheral Highlights (Continued):

- Up to 2 Capture/Compare/PWM (CCP) modules, one with Auto-Shutdown (28-pin devices)
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module Supporting 3-Wire SPI (all 4 modes) and I²C™ Master and Slave modes
- Enhanced Addressable USART module:
 - Supports RS-485, RS-232 and LIN/J2602
 - RS-232 operation using internal oscillator block (no external crystal required)
- 10-Bit, up to 13-Channel Analog-to-Digital (A/D) Converter module:
 - Conversion available during Sleep
- Dual Analog Comparators with Input Multiplexing
- Programmable 16-Level High/Low-Voltage Detection (HLVD) module

Special Microcontroller Features:

- C Compiler Optimized Architecture
- 100,000 Erase/Write Cycle Enhanced Flash Program Memory Typical
- 1,000,000 Erase/Write Cycle Data EEPROM Memory Typical
- Flash/Data EEPROM Retention: 100 Years Typical
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
 - Programmable period from 4 ms to 131s
- Single-Supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug (ICD) via Two Pins
- Wide Operating Voltage Range: 2.0V to 5.5V
- Programmable Brown-out Reset (BOR) with Software Enable Option

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	10-Bit A/D (ch)	CCP/ ECCP (PWM)	MSSP		EUSART	Comparators	Timers 8/16-Bit	External Bus
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)				SPI	Master I ² C™				
PIC18F6527	48K	24576	3936	1024	54	12	2/3	2	Y	2	2	2/3	N
PIC18F6622	64K	32768	3936	1024	54	12	2/3	2	Y	2	2	2/3	N
PIC18F6627	96K	49152	3936	1024	54	12	2/3	2	Y	2	2	2/3	N
PIC18F6722	128K	65536	3936	1024	54	12	2/3	2	Y	2	2	2/3	N
PIC18F8527	48K	24576	3936	1024	70	16	2/3	2	Y	2	2	2/3	Y
PIC18F8622	64K	32768	3936	1024	70	16	2/3	2	Y	2	2	2/3	Y
PIC18F8627	96K	49152	3936	1024	70	16	2/3	2	Y	2	2	2/3	Y
PIC18F8722	128K	65536	3936	1024	70	16	2/3	2	Y	2	2	2/3	Y

Anexo B.8 Hoja de datos de la memoria EEPROM AT24C512.

Features

- Low-voltage and Standard-voltage Operation
 - 5.0 ($V_{CC} = 4.5V$ to $5.5V$)
 - 2.7 ($V_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$)
 - 1.8 ($V_{CC} = 1.8V$ to $3.6V$)
- Internally Organized 65,536 x 8
- 2-wire Serial Interface
- Schmitt Triggers, Filtered Inputs for Noise Suppression
- Bidirectional Data Transfer Protocol
- 1 MHz (5V), 400 kHz (2.7V) and 100 kHz (1.8V) Compatibility
- Write Protect Pin for Hardware and Software Data Protection
- 128-byte Page Write Mode (Partial Page Writes Allowed)
- Self-timed Write Cycle (5 ms Typical)
- High Reliability
 - Endurance: 100,000 Write Cycles
 - Data Retention: 40 Years
 - ESD Protection: >4000V
- Automotive Grade and Extended Temperature Devices Available
- 8-pin PDIP and 20-pin JEDEC SOIC, 8-pin LAP, and 8-ball dBGATM Packages

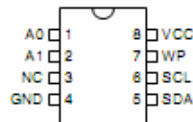
Description

The AT24C512 provides 524,288 bits of serial electrically erasable and programmable read only memory (EEPROM) organized as 65,536 words of 8 bits each. The device's cascadable feature allows up to 4 devices to share a common 2-wire bus. The device is optimized for use in many industrial and commercial applications where low-power and low-voltage operation are essential. The devices are available in space-saving 8-pin PDIP, 20-pin JEDEC SOIC, 8-pin Leadless Array (LAP), and 8-ball dBGAs packages. In addition, the entire family is available in 5.0V (4.5V to 5.5V), 2.7V (2.7V to 5.5V) and 1.8V (1.8V to 3.6V) versions.

Pin Configurations

Pin Name	Function
A0 - A1	Address Inputs
SDA	Serial Data
SCL	Serial Clock Input
WP	Write Protect
NC	No Connect

8-pin PDIP

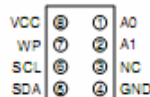


8-pin Leadless Array



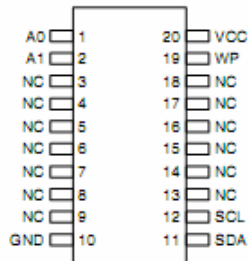
Bottom View

8-ball dBGAs



Bottom View

20-pin SOIC



2-wire Serial EEPROM

512K (65,536 x 8)

AT24C512

Rev. 1116D-07/00

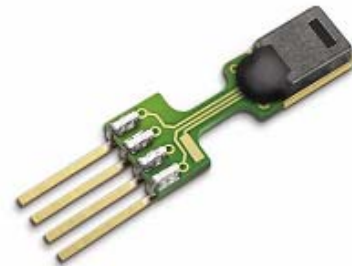


Anexo B.9 Hoja de datos del sensor ambiental SHT71.



Datasheet SHT7x (SHT71, SHT75) Humidity and Temperature Sensor

- Fully calibrated
- Digital output
- Low power consumption
- Excellent long term stability
- Pin type package – easy integration



Product Summary

SHT7x (including SHT71 and SHT75) is Sensirion's family of relative humidity and temperature sensors with pins. The sensors integrate sensor elements plus signal processing in compact format and provide a fully calibrated digital output. A unique capacitive sensor element is used for measuring relative humidity while temperature is measured by a band-gap sensor. The applied CMOSens® technology guarantees excellent reliability and long term stability. Both sensors are seamlessly coupled to a 14bit analog to digital converter and a serial interface circuit. This results in superior signal quality, a fast response time and insensitivity to external disturbances (EMC).

Each SHT7x is individually calibrated in a precision humidity chamber. The calibration coefficients are programmed into an OTP memory on the chip. These coefficients are used to internally calibrate the signals from the sensors. The 2-wire serial interface and internal voltage regulation allows for easy and fast system integration. The small size and low power consumption makes SHT7x the ultimate choice for even the most demanding applications.

SHT7x is supplied on FR4 with pins which allows for easy integration or replacement. The same sensor is also available surface mountable packaging (SHT1x) or on flex print (SHTA1).

Dimensions

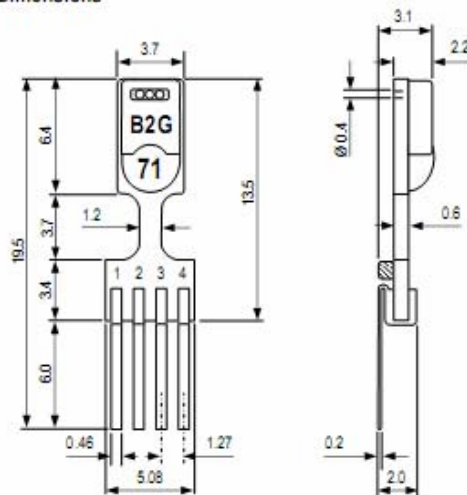


Figure 1: Drawing of SHT7x (applies to SHT71 and SHT75) sensor packaging, dimensions in mm (1mm = 0.039inch). Contact assignment: 1: SCK, 2: VDD, 3: GND, 4: DATA. Hatched item on backside of PCB is a 100nF capacitor – see Section 2.1 for more information.

Sensor Chip

SHT7x V4 – for which this datasheet applies – features a version 4 Silicon sensor chip. Besides a humidity and a temperature sensor the chip contains an amplifier, A/D converter, OTP memory and a digital interface. V4 sensors can be identified by the alpha-numeric traceability code on the sensor cap – see example "B2G" code on Figure 1.

Material Contents

While the sensor is made of a CMOS chip the sensor housing consists of an LCP cap with epoxy glob top on an FR4 substrate. Pins are made of a Cu/Be alloy coated with Ni and Au. The device is fully RoHS and WEEE compliant, thus it is free of Pb, Cd, Hg, Cr(6+), PBB and PBDE.

Evaluation Kits

For sensor trial measurements, for qualification of the sensor or even experimental application of the sensor there is an evaluation kit *EK-H2* available including sensor, hard and software to interface with a computer.

For more sophisticated and demanding measurements a multi port evaluation kit *EK-H3* is available which allows for parallel application of up to 20 sensors.