

1-1-2006

## Sistema de control de refrigeración vía telefónica

Carlos Andrés Pandales  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_automatizacion](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion)

---

### Citación recomendada

Pandales, C. A., & . (2006). Sistema de control de refrigeración vía telefónica. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_automatizacion/57](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/57)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería en Automatización by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# **SISTEMA DE CONTROL DE REFRIGERACION VIA TELEFONICA**

CARLOS ANDRES PANDALES

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERIA DE DISEÑO & AUTOMATIZACION ELECTRONICA

SANTAFE DE BOGOTA, D.C.

2006

# **SISTEMA DE CONTROL DE REFRIGERACION VIA TELEFONICA**

CARLOS ANDRES PANDALES

44942070

Monografía para optar al título de Ingeniero de Diseño & Automatización Electrónica

Director

PEDRO LUIS MUÑOZ

Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERIA DE DISEÑO & AUTOMATIZACION ELECTRONICA

SANTAFE DE BOGOTA, D.C.

2006

# CONTENIDO

<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>2. JUSTIFICACION</b> .....	<b>5</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
3.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	6
3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	6
<b>4. ALCANCE</b> .....	<b>8</b>
<b>5. DESCRIPCION DEL PROBLEMA</b> .....	<b>10</b>
5.1 SOLUCION DEL PROBLEMA.....	12
<b>6. MARCO TEORICO</b> .....	<b>15</b>
6.1 TECNOLOGIA WAP.....	15
6.1.1 Inicios y Motivaciones wap.....	15
6.1.2 Arquitectura Wap.....	17
6.1.2.1 Componentes de la Arquitectura Wap .....	20
6.1.3 Lenguajes de Programacion.....	27
6.1.3.1 HDM.....	27
6.1.3.2 WML.....	27
6.1.3.3 WMLSCRIPT.....	28
6.1.4 Desarrollar en Wap.....	29
6.1.4.1 Herramientas de desarrollo .....	30
6.1.5 Futuro Wireless.....	31
6.1.6 Documentos WML.....	32
6.2 ADMINISTRACION DE UN BUCLE DE CONTROL .....	35
6.3 CONTROLADORES DE BUCLE UNICO .....	38

6.4	MODOS DE CONTROL .....	38
6.4.1	Encendido/Apagado .....	39
6.4.2	PID .....	39
6.4.3	Control Proporcional .....	40
6.4.4	Control Integral y PI .....	41
6.4.5	Control Derivativo y PID .....	41
6.5	POTENCIA ELECTRICA .....	42
6.5.1	Potencia en sistemas con excitacion senoidal .....	43
6.5.2	Potencia Suministrada a una Impedancia por una Fuente Desarrollada en Serie de Fourier ,, .....	45
6.5.3	Algoritmo de Calculo .....	47
6.5.3.1	Metodos de Muestreo para el Calculo de la Potencia Activa .....	47
6.5.4	Metodos Propuestos .....	51
<b>7.</b>	<b>DESCRIPCION DEL SISTEMA .....</b>	<b>53</b>
7.1	ADQUISICION DE SEÑALES EXTERNAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS .....	54
7.2	TRANSPORTE DE DATOS .....	54
7.3	ANALISIS DE DATOS Y GENERACION DE ALARMAS .....	54
7.4	DESCRIPCION DEL DIAGRAMA EN BLOQUES .....	55
7.5	VARIABLES MONITOREADAS .....	57
7.6	ALARMAS DE CONTROL .....	59
7.7	CICLO DE VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO PRE-VIAJE .....	60
7.8	CONDICIONES DE TRABAJO Y ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS .....	60
7.9	SELECCION DEL MICROCONTROLADOR .....	63
7.10	ESPECIFICACIONES PC-SERVIDOR .....	64
7.11	SELECCION DEL SISTEMA OPERATIVO .....	66
7.12	SELECCION DE LA CONEXIÓN A INTERNET .....	67

<b>8. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>72</b>
8.1 ADQUISICION DE SEÑALES.....	72
8.1.1 Acondicionamiento de señal de voltaje .....	73
8.1.2 Acondicionamiento de señal de corriente .....	74
8.1.2.1 Calculo de la potencia activa .....	76
8.1.3 Acondicionamiento de señal de temperatura .....	77
8.1.4 Comunicación con el pc .....	79
8.1.5 Teclado para ingreso de datos .....	81
8.2 ETAPA DE POTENCIA.....	82
8.3 SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES .....	84
8.3.1 Protocolo de transferencia de datos pc - pic .....	81
8.3.1.1 Recuperación de Errores y Temporización Xmodem .....	88
8.4 SUBSISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS.....	89
8.4.1 Base de datos.....	92
8.4.1.1 Acceso a la base de datos dao desde la aplicación.....	92
8.4.2 Tablas .....	93
8.4.2.1 Tabla de usuarios .....	93
8.4.2.2 Tabla cuartos refrigerados .....	94
8.4.2.3 Tabla de variables.....	95
8.4.3 Interface grafica .....	95
8.4.3.1 Formulario de inicio.....	97
8.4.3.2 Pantalla de m onitoreo .....	98
8.4.3.3 Formulario de administrador de usuarios.....	99
8.4.3.4 Formulario de reportes.....	100
<b>9. ANALISIS DE RESULTADO .....</b>	<b>102</b>
<b>10. INNOVACIONES Y MEJORAS .....</b>	<b>108</b>
<b>11. COSTOS .....</b>	<b>110</b>

12.	CONCLUSIONES.....	113
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	115

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA DE UNA CONEXIÓN WAP .....	19
FIGURA 2. ARQUITECTURA WAP .....	21
FIGURA 3. ARQUITECTURA WAP .....	23
FIGURA 4. FORMATO DE DOCUMENTO WML .....	32
FIGURA 5. DOCUMENTO WML .....	34
FIGURA 6. SISTEMA DE BUCLE ABIERTO .....	36
FIGURA 7. SISTEMA DE BUCLE CERRADO .....	36
FIGURA 8. DESCRIPCION DEL SISTEMA .....	53
FIGURA 9. DIAGRAMA DE BLOQUES .....	55
FIGURA 10. DIAGRAMA DEL SUBSISTEMA DE ADQUISICION DE SEÑALES .....	56
FIGURA 11. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE ACONDICIONADOR DE VOLTAJE .....	74
FIGURA 12. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE ACONDICIONADOR DE CORRIENTE .....	76
FIGURA 13. ACONDICIONAMIENTO MEDIDA DE TEMPERATURA .....	79
FIGURA 14. COMUNICACIÓN SERIAL .....	81
FIGURA 15. CONEXIÓN DEL TECLADO .....	82
FIGURA 16. MODULO DE SALIDA AC .....	83
FIGURA 17. INTERFACE GRÁFICA DESARROLLADA COMO PROTOTIPO DE PRUEBAS .....	91
FIGURA 18. TABLA DE USUARIOS ADMINISTRADORES .....	94
FIGURA 19. TABLA DE CUARTOS REFRIGERADOS .....	94
FIGURA 20. TABLA DE ALARMA .....	95
FIGURA 21. TABLA DE VARIABLE VOLTAJE .....	95
FIGURA 22. FORMULARIO VB DE AUTENTICACIÓN .....	97
FIGURA 23. PAGINA WAP DE AUTENTICACIÓN .....	98
FIGURA 24. PANTALLA DE MONITOREO .....	98



FIGURA 25. PAGINA WAP DE MONITOREO Y CAMBIO DE SETPOINT.....	99
FIGURA 26. OPCIÓN PARA MODIFICAR LOS USUARIOS .....	99
FIGURA 27. FORMULARIO DE ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS .....	100
FIGURA 28. FORMULARIO REPORTE DE ALARMAS .....	101
FIGURA 29. PAGINA WAP CONSULTA DE TEMPERATURA .....	101
FIGURA 30. COMPARACIÓN DE MEDICIONES DE VOLTAJE .....	105
FIGURA 31. COMPARACIÓN DE MEDICIONES DE CORRIENTE.....	106
FIGURA 32. COMPARACIÓN DE MEDICIONES DE TEMPERATURA.....	107

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. VARIABLES MONITOREADAS .....	58
TABLA 2. ALARMAS. ....	59
TABLA 3. PRE-VIAJE .....	61
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE MICROCONTROLADORES. ....	63
TABLA 5. COMPARATIVA ENTRE CONEXIÓN ADSL Y RDSI. ....	70
TABLA 6. CALIBRACION DEL TERMISTOR. ....	78
TABLA 7. CARACTERES ASCII XMODEM. ....	84
TABLA 8. MEDICIONES DE VOLTAJE DE LA RED ELÉCTRICA .....	104
TABLA 9. MEDICIONES DE CORRIENTE .....	105
TABLA 10. MEDICIONES DE TEMPERATURA. ....	106
TABLA 11. ERROR MÁXIMO DE CADA PRUEBA EJECUTADA. ....	107
TABLA 12. ENVÍO DE PAGINA WAP (50 BYTES).....	108
TABLA 13. ANALISIS DE COSTOS. ....	111
TABLA 14. COSTOS DE MATERIAL INDIRECTO.....	112
TABLA 15. COSTO IMPLEMENTACIÓN DE LA PAGINA WAP.....	112

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. COMPONENTES ELECTRONICOS .....	119
ANEXO B. DIAGRAMAS ESQUEMATICOS.....	120
ANEXO C. DIAGRAMA EN BLOQUES DE MICROCONTROLADOR 16F877. ....	126
ANEXO D. DIAGRAMA EN BLOQUES DE ALMACENAMIENTO DE DATOS.....	127
ANEXO E. DIAGRAMA EN BLOQUES MICROCONTROLADOR.....	128



# INTRODUCCION

Desde sus comienzos, las comunicaciones móviles han tenido una gran acogida; sus características como cobertura y una tendencia a la baja de sus costos las hacen llamativas, generando así, una elevada preferencia de los consumidores por éstas frente a la tradicional telefonía alámbrica fija. Su desarrollo continuo, se ha visto representado en la evolución de los sistemas de comunicaciones inalámbricas, hasta los actuales que permiten incluso, video conferencia desde un teléfono celular.

Por otra parte, las aplicaciones WAP es un área de investigación actual, que persigue el desarrollo de sistemas de automatización de procesos industriales, abarcando los aspectos relacionados con refrigeración y la comunicación con ésta para el control remoto de cuartos fríos.

El trabajo descrito, realiza una de las aplicaciones que se pueden desarrollar haciendo uso de las ventajas que ofrecen las comunicaciones inalámbricas e internet y recopila tanto bases conceptuales como de aplicación para personas interesadas en los temas. La aplicación es un desarrollo en control remoto de refrigeración acorde con la realidad y necesidades de las pesqueras de la ciudad de Buenaventura, haciendo uso de herramientas disponibles en el entorno. Aportando además, adaptaciones novedosas, dentro de las cuales se encuentran el brindar amplia movilidad para el monitoreo y supervisión de cuartos de refrigeración.

El proyecto Sistema de Control de Refrigeración Vía Telefónica pretende satisfacer una necesidad de las pesqueras de Buenaventura, mediante el desarrollo de un dispositivo, que puede conectarse a una red inalámbrica por medio de un teléfono móvil, para la realización de supervisión y

monitoreo de cuartos fríos. Todo está dirigido desde la pantalla del equipo móvil en un ambiente agradable y sencillo. El prototipo además asegura la integridad y confidencialidad de la información. El hecho de utilizar un teléfono móvil como puente de comunicación a la red inalámbrica hace que el prototipo desarrollado en este trabajo de grado pueda ser más económico y además proporcionar como valor agregado un teléfono móvil completamente funcional que además le provea comunicación al usuario final.

Dentro del proyecto se plantean tres principales subsistemas que son muy importantes especificar ya que cada uno realiza una labor específica, pero deben estar perfectamente acoplados para el adecuado funcionamiento general del sistema. Estos subsistemas son : El subsistema de adquisición de señales, el cual es el encargado de tomar las señales externas y procesarlas para enviarlas para que sean analizadas en el punto de concentración, el subsistema de comunicación, que es por donde se va transportar la información de monitoreo y finalmente el subsistema de almacenamiento de datos el cual se encarga de realizar la manipulación de los datos enviados desde el subsistema de adquisición de señales y realizar la visualización correspondientes de los diferentes eventos que se generan.

Aunque en la parte de internet se han realizado varios desarrollos en la Universidad de la Salle, sobre el tema de la transmisión inalámbrica de datos a través de redes de telefonía, se ha investigado poco en el ámbito de trabajos de grado y no se encuentra referencia alguna acerca de las últimas tendencias en tecnología inalámbrica y protocolos como por ejemplo WAP. Lo cual implica, que el desarrollo de este trabajo puede aportar una base para trabajos futuros, ampliando la visión de los estudiantes con respecto a nuevos desarrollos en este campo y temas de vanguardia ligados; igualmente servirá como referencia bibliográfica o texto de consulta sobre la teoría asociada a la actualidad tecnológica colombiana en estas áreas.

## 1. ANTECEDENTES

El auge mundial de las telecomunicaciones móviles celulares ha sido realmente sorprendente, a pesar de que en sus inicios se pensaba que no iba a tener mucha explotación, en nuestros días existen más de 500 millones de abonados en todo el mundo.

La telefonía móvil consiste en ofrecer un acceso “vía radio” a un equipo de telefonía, de tal forma que pueda realizar y recibir llamadas dentro del radio de cobertura del sistema (área dentro de la cual el terminal móvil puede conectarse con el sistema de radio para llamar o ser llamado).

La diversidad de servicios que en estos momentos se presenta en la telefonía celular, indica que la industria está trabajando en acelerar el desarrollo de tecnologías de comunicaciones móviles, además de que el sistema de comunicación donde tanto servicios de voz como de datos puedan despacharse sin importar la ubicación, red o terminal puede aparecer en un futuro cercano. Por lo que cada día los usuarios de esta tecnología se incrementan.

En el 2005 en Colombia, sobrepasando las expectativas dentro del mercado de celulares, se experimentó un crecimiento superior al 50%. Al presente más de 11 millones de Colombianos poseen ya un teléfono celular, reafirmando también lo pronosticado a principios de ese mismo año sobre la tendencia de los celulares a sustituir en Colombia a las líneas fijas, que apenas superaron los 6 millones de abonados en el primer trimestre del año 2005, convirtiéndose en una alternativa real a la telefonía fija.

Los colombianos optan cada vez más por la telefonía móvil, sobre todo si residen en grandes ciudades. Las causas de este disparo en las ventas se deben a nuevas propuestas de utilización celular que hicieron su aparición a finales de 1999: las tarjetas de prepago y valor del minuto

reducido de llamadas al mismo operador, a las que están sujetos el 70% de los usuarios de teléfonos celulares en Colombia.

Como se ha visto estas cifras indican que en un inicio los teléfonos celulares eran un lujo y pocas personas los poseían; hoy por hoy es normal que alguien esté hablando por celular. La movilidad y los nuevos servicios de valor agregado, hacen que la telefonía celular sea el segmento de más rápido crecimiento de la industria de las telecomunicaciones.

En la investigación realizada hasta ahora no se han encontrado antecedentes de realización de proyectos de control vía telefónica en Buenaventura, y esta fue una de las razones que motivaron la creación del Sistema de Control de Refrigeración Vía Telefónica un prototipo para Ultramar de Occidente primera pesquera y constructora de cuartos fríos de la ciudad de Buenaventura y primer grupo que incursiona en este mercado, ya que la mayoría de los sistemas de refrigeración utilizados actualmente requieren de una supervisión permanente.

Algunas de las pesqueras que han reafirmado su posición de consolidarse en el mercado y han visto la necesidad de superar las limitantes de los sistemas de refrigeración actuales, han buscado otros mecanismos que les faciliten el monitoreo de la temperatura de forma sistemática, encontrando un gran obstáculo, el costo.

Es así como, las posibilidades de obtener un sistema de monitoreo y control remoto de bajo costo y adecuado para la conservación del pescado y otros artículos perecederos, es una alternativa viable y atractiva para los propietarios de unidades de refrigeración.

Por ello, la solución planteada en este proyecto de grado, es la construcción de un sistema de supervisión y monitoreo de refrigeración funcional y sencillo, que ofrezca como principales beneficios el monitoreo permanente de la temperatura.



## 2. JUSTIFICACION

Hoy en día los avances de la tecnología han propiciado nuevas necesidades y nuevas facilidades a los usuarios, que la usan. Controlar o monitorear algún dispositivo o aplicación vía inalámbrica o por internet, da ventaja a los usuarios de poder realizar otras actividades en otros lugares, mientras se esta controlando una aplicación remotamente, además de que ahorra tiempo de acceso, y se puede manejar desde la palma de sus manos.

La rápida expansión y la versatilidad de la telefonía móvil ha hecho que se desarrollen nuevas utilidades y servicios que les permitan adaptarse y soportar demandas adicionales de los usuarios, no limitándose al servicio telefónico de voz. Actualmente se tiene un gran porcentaje de usuarios que pueden adquirir teléfonos móviles con aplicaciones WAP (protocolo de acceso inalámbrico) que requieran acceder a las conveniencias inalámbricas por que es un medio que proporciona una vía de comunicación casi completa como: llamadas telefónicas, agenda de números telefónicos, recibir mensajes de texto, correo electrónico, realizar cualquier tipo de operaciones de comercio electrónico, etc. Y teléfonos móviles con todas las características anteriores y además con un micronavegador en un entorno grafico para poder acceder a internet.

En cuanto a seguridad de la aplicación para controlar o monitorear un dispositivo electrónico, también hay confianza. WAP proporciona seguridad a las aplicaciones que lo usen con el protocolo de seguridad WTLS ( Wireless Transaction Layer Secure) equivalente al SSL de Internet.

Además, El servidor WEB donde residen los contenidos y las aplicaciones ofrecidas por el servicio es además un servidor WEB estándar; esa es otra de las ventajas de WAP al tratarse de una solución prácticamente transparente para el mundo Internet.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO PRINCIPAL**

Construir un prototipo de un sistema de control remoto de refrigeración que garantice de forma permanente la supervisión y monitoreo de cuartos fríos. Para asegurar el adecuado manejo de la cadena de frío, que sea fácil de operar, con bajos costos de adquisición.

### **3.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS**

1. Conocer y aprender a desarrollar aplicaciones wap basadas en telefonía celular.
2. Diseñar, construir e implementar un módulo de transmisión de datos que permita almacenar las medidas de voltaje, corriente y temperatura obtenidas.
3. Simular y realizar la transmisión correcta de dicha información por medio de la red telefónica celular.
4. Diseñar y desarrollar el software correspondiente a la aplicación que permita adquirir, almacenar, actualizar y tener acceso a los datos obtenidos, así como establecer la comunicación entre dos terminales para el envío de estos datos.
5. Monitorear el estado del compresor, ventilador del condensador, ventilador del evaporador y supervisar voltaje, corriente y temperatura.
6. Detectar fallas que se presenten en el funcionamiento del sistema de refrigeración, de forma que las mismas puedan ser utilizadas para efectuar los mantenimientos que sean requeridos.

7. Desarrollar una interfaz que capture los datos leídos por el dispositivo de medición de voltaje, corriente, temperatura y los envíe a un computador para ser procesados en un software aplicativo.

## 4. ALCANCE

En el año 2005 el departamento de mantenimiento de Ultramar de Occidente me ofreció la oportunidad de desarrollar un dispositivo de control remoto y comunicaciones de bajo costo pensado para el mercado de consumo. Debía ser barato, los componentes de fácil adquisición y con intención de producirlo masivamente en Buenaventura para los cuartos refrigerados de esta compañía.

Había varias dificultades adicionales para mantener el costo bajo y a la vez producir un diseño fiable, que pudiera reunir las exigencias de la compañía. Como resultado se diseño como prototipo un dispositivo de monitoreo y mensajes vía telefónica, conocido como Control de Refrigeración Vía Telefónica que es un dispositivo de mensajes telefónicos y de monitoreo de refrigeración y calefacción autónoma de una sola pieza para ser instalada al frente de cuartos fríos, cámaras, supermercados o pequeños sistema industriales. Explota la posibilidad de interconexión entre un microcontrolador PIC y la telefonía celular para formar la base de un dispositivo de comunicaciones útil. Éste es usado para aplicaciones como mensajes cortos, control, seguridad y como interfaz para recogida de datos (temperatura, estado de los sensores, voltaje, corriente, alarmas).

Esta solución, no solo proporciona ventajas de monitorización, si no que además genera muchos otros beneficios. Puesto que el sistema posee una cantidad respetable de información acerca de los parámetros de funcionamiento de la unidad de refrigeración, la compañía de mantenimiento puede efectuar operaciones de servicio a distancia vía telefónica por medio de dispositivos WAP. Esto da una mejor planificación del servicio y reduce el número y la duración de los problemas de funcionamiento.

El proyecto se implementará para una sola unidad de refrigeración por tratarse de un prototipo, pero estará diseñado de forma que se pueda ampliarse para múltiples cuartos fríos con una pequeña modificación en el programa del microcontrolador y el software.

## 5. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El interés de las pesqueras en Buenaventura en la actualidad es la calidad de sus productos y servicios, buscando satisfacer las expectativas de los consumidores, cumplir con especificaciones de normas aplicables, y suministrarlos a un determinado costo, generando ganancias y ante todo siendo día a día más competitivos.

Ultramar de Occidente encargada de instalar y construir cuartos fríos a diferentes pesqueras de Buenaventura, prestando servicios de alquiler de cuartos refrigerados para congelación de productos en sus diferentes bodegas de la ciudad, controles de temperatura y en general creando negocios y soluciones alrededor de esta tecnología y este servicio. Es así responsabilidad de Ultramar de Occidente mantener el servicio en buenos niveles y hacerse cargo de los daños y/o reclamos de los usuarios. Cada vez que sucede un daño son los técnicos los que deben desplazarse para hacer la revisión, de igual forma cada vez que un componente del sistema de la unidad del cuarto frío falla Ultramar de Occidente debe cambiarla y/o repararla, generando costos operativos y administrativos mayores de Ultramar de Occidente, haciendo menores las ganancias y generando inconformidad y mala imagen ante los clientes, situación está última manifestada por el Ing. Walter Caicedo gerente de Ultramar de Occidente, por eso se pretende desarrollar un prototipo de SISTEMA DE CONTROL DE REFRIGERACIÓN VÍA TELEFÓNICA debido a los siguientes problemas:

**PROBLEMA 1.** Uno de los elementos más preocupantes y que causan mayor perjuicio sobre el servicio prestado son el mal funcionamiento de los controles de temperatura de los cuartos fríos donde se generan problemas como:

- La unidad funciona pero no enfría lo suficiente.

- La unidad no produce calor o el calor es insuficiente.
- La unidad no logra terminar el ciclo de calefacción.
- No inicia ciclo de descongelar automáticamente.

Debido a este mal control de frío hace que el equipo congele demasiado y no le da tiempo de parada o descanso, y como no existe un sistema de monitoreo que indique que se presentan fallas en la unidad ó que existe una emergencia; se quema el compresor porque el motor funciona día y noche sin parar lo que ocasiona la pérdida de cualquier producto que se encuentre en el cuarto frío y provocando daños parciales o definitivos en los dispositivos y motores de refrigeración de la unidad. generando pérdidas, discontinuidad del servicio y/o caídas del sistema.

**PROBLEMA 2.** El costo de mantenimiento, en el año de 2005 registraron 19 daños en los cuartos fríos propiedad de Ultramar de Occidente, debido al mal funcionamiento del control de temperatura, de las cuales 8 no se pudieron reparar y debieron ser reemplazadas por otros dispositivos. Este cambio tuvo en total un costo de \$3'835,066, y los otros 9 daños se repararon a razón de \$1'733,333, para un total de gastos por mantenimiento de \$5'568,399.

**PROBLEMA 3.** Los costos generados por el transporte de los técnicos son elevados debido a la gran cobertura de bodegas con cuartos fríos que se encuentran en Buenaventura, Estos dineros se podrían utilizar para el mejoramiento de la gestión de la empresa prestadora del servicio.

**PROBLEMA 4.** No se tiene una supervisión sobre el estado de los cuartos fríos y su funcionamiento hasta que se realice la visita del técnico, imposibilitando la pronta detección de fallas.

**PROBLEMA 5.** Las quejas permanentes que Ultramar de Occidente ha recibido por ineficiente manejo de la carga refrigerada, por daños y/o pérdidas.

## 5.1 SOLUCION DEL PROBLEMA

Diseñar un SISTEMA DE CONTROL DE REFRIGERACION VÍA TELEFÓNICA que permitirá el control remoto y la supervisión de cuartos refrigerados vía wap.

El sistema tendrá las siguientes funciones principales:

- Mantendrá las condiciones de operación óptimas en el cuarto frío para garantizar la preservación de la carga contenida en ellos, mediante la medición en tiempo real de las variables de temperatura, corriente, voltaje, potencia que indirectamente indicarán el comportamiento instantáneo del cuarto frío y preverán un comportamiento a corto plazo.
- Ayudará a los operarios o al equipo de mantenimiento en el diagnóstico preventivo y correctivo, con el objeto de brindar una solución rápida y eficiente en las operaciones de mantenimiento de los cuartos fríos.
- Desarrollar una aplicación que permite el manejo de cuartos fríos desde dispositivos con acceso a Internet Móvil y haciendo uso de tecnologías económicas, como el uso de transmisiones por internet, se puede tener completo control de buena parte del cuarto frío, sin que esto redunde en precios excesivos.

EL beneficio económico en el departamento de mantenimiento de ULTRAMAR DE OCCIDENTE es muy alto, debido al ahorro presentado en las reparaciones y/o cambio de los componentes del sistema como sensores, tarjetas, motores del evaporador, condensador, compresor. Aparte de esto se logran beneficios económicos aquí no tenidos en cuenta como lo son:



- En los sistemas actuales de control de los cuartos fríos cuando se produce un daño en la unidad de refrigeración había que mandar un técnico de mantenimiento. Mientras *con* la introducción del SISTEMA DE CONTROL DE REFRIGERACIÓN VÍA TELEFÓNICA el propio controlador se puede comunicar automáticamente al técnico o al departamento de mantenimiento inclusive fuera del horario de apertura de la pesquera y el técnico podrá verificar el funcionamiento de los componentes del sistema vía telefónica, tomando lectura de los parámetros registrados y comparando *con* la lógica del microcontrolador, y proporcionará la indicación correspondiente de aprobado o desaprobado para cada una de las pruebas efectuadas pedidas por el técnico vía telefónica wap, o el personal de la pesquera puede corregir los pequeños problemas utilizando la interfaz del controlador. De un sólo vistazo, el personal puede controlar si todo el sistema está funcionando correctamente, o puede prevenir una avería incipiente, en estas situaciones aunque se tratara de una avería de menor importancia, la visita del servicio técnico resulta cara.
  
- Ahorro en desplazamiento de técnicos a las bodegas de cuartos fríos.
  
- Menos horas de personal técnico encargado de las reparaciones y mayor cantidad de multimediación generada gracias a que los accesos permanecen mayor tiempo en servicio.
  
- El técnico tendrá información del cuarto frío en cualquier momento y en cualquier lugar.
  
- Los propietarios de los cuartos que tienen soporte técnico podrán recibir en su celular un mensaje de texto, informándole procesos, información y facturación que esté esperando. Ultramar de Occidente será la primera entidad en contar con esta tecnología, y se estima que de los cerca de 200.000 pesos que gasta anualmente en envío de información física por correo a los domicilios de los propietarios, se ahorre el 90 por ciento de ese monto con la aplicación de la tecnología móvil, además de que tanto la empresa como el usuario ganan tiempo, pues pueden enterarse en tiempo real de los resultados que estaban esperando, sus estados de

cuenta y agilizar así los trámites. Para esto el desarrollo de una solución WAP, para que los usuarios accedan a la información por Internet, usando el teléfono móvil, además de mensajería instantánea móvil. La empresa espera que además de que los usuarios puedan recibir la información sin importar dónde estén, la herramienta agilice el cobro de cartera, ya que muchas veces los propietarios no pagan, no porque no quieran sino porque lo olvidan o se desplazan a otras ciudades mientras la información sigue llegando a sus direcciones físicas, que con la solución móvil se mejoraría. Dentro del plan se incluye recordar insistentemente mediante mensajes de texto, el vencimiento de una cuota de pago.

Es así como, las posibilidades de obtener un sistema de control, de bajo costo y adecuado para la conservación del pescado y otros artículos perecederos, es una alternativa viable y atractiva para ULTRAMAR DE OCCIDENTE.

## **6. MARCO TEORICO**

### **6.1 TECNOLOGIA WAP**

#### **6.1.1 INICIOS Y MOTIVACIONES DE WAP**

WAP o Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas, es un conjunto de nuevos estándares diseñados para extender los servicios de Internet al entorno de la telefonía móvil. El desarrollo del protocolo está coordinado por el Wap Forum, una organización formada por las más importantes industrias del sector, y que tiene la misión de llevar los mejores principios del desarrollo de aplicaciones Internet a la comunidad inalámbrica.

A partir de 1995 empezaron a nacer protocolos para dar servicios de valor añadido a las redes inalámbricas. Debido al peligro que suponía que el mercado se fragmentara y terminara disolviéndose, el diciembre de 1997 cuatro empresas (Ericsson, Motorola, Nokia y Unwired Planet) unieron esfuerzos y crearon el Wap Forum con el objetivo de impulsar un único estándar de servicios avanzados en el dominio de redes sin hilos. Después del lanzamiento de las especificaciones WAP 1.0 en abril de 1998, se abrió a todo el mundo la posibilidad de ser miembro del Wap Forum.

WAP está en el punto de convergencia de dos tecnologías emergentes, la información a través de móvil e Internet. Estos dos mercados han crecido mucho en los últimos años llegando cada vez a nuevos consumidores. La mayor parte de la tecnología desarrollada por Internet ha estado diseñada para grandes ordenadores de sobremesa con medio o gran ancho de banda sobre una red de datos fiable. El entorno de los dispositivos móviles de mano presenta unas características

más limitadas que se tienen que tener en consideración a la hora de intentar unir las dos tecnologías.

Por lo que hace referencia a los terminales móviles, las principales limitaciones son las siguientes:

- CPU de poca potencia.
- Poca memoria ROM y RAM-
- Consumo de potencia restringido.
- Pantallas pequeñas.
- Diferentes tipos de dispositivos de entrada (un teclado de teléfono, entrada de voz,...)

Las redes de datos móviles presentan, en comparación a las redes cableadas, las siguientes características:

- Menos ancho de banda.
- Más retardos-
- Menos estabilidad en las conexiones-
- Disponibilidad poco predecible

Además hay un compromiso entre las limitaciones del terminal y las de la red ya que al aumentar el ancho de banda, también aumenta el consumo de los terminales, disminuyendo de esta forma el tiempo de vida de la batería.

La posibilidad de tener cualquier información disponible en un terminal inalámbrico en cualquier momento, abre un nuevo mercado de acceso a la información. Este mercado es muy diferente del

de los ordenadores de sobremesa e incluso de los portátiles, ya que el usuario de un teléfono móvil tiene necesidades diferentes, y espera ver la información de manera diferente a un navegador WEB.

- Facilidad de uso: Los teléfonos tienen un mercado mucho más amplio que los ordenadores, y por lo tanto serán utilizados por personas sin experiencia informática.
- Precio: La demanda es muy elástica, es importante que los terminales mantengan un costo bajo.

### **6.1.2 ARQUITECTURA WAP**

Wap Forum, al cabo de menos de un año de su fundación, sacó la especificación WAP 1.0. En este trabajo nos centraremos en la versión WAP 2.0, que era la última que había estado aprobada entonces.

Las especificaciones WAP surgen a partir de la adopción de la tecnología Internet a las restricciones del sistema inalámbrico. Las características clave que presenta WAP son las siguientes:

- Un modelo de programación similar al de Internet. Como los navegadores Web, los dispositivos WAP se basan en una serie de transacciones pregunta/respuesta con los servidores de contenidos.
- WML (*Wireless Markup Language*). WML es un lenguaje de marcas basado en XML y diseñado para crear aplicaciones WAP independientes del dispositivo utilizado. De la misma forma que el HTML en el WWW, el WML se centra en presentar contenidos formateados y opciones de ejecución limitadas a los usuarios.

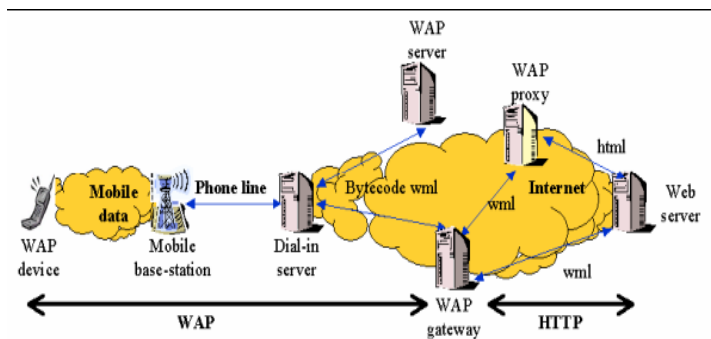
- WMLScript. El WMLscript es un lenguaje de scripting basado en el ECMAScript y que tiene por objetivo extender las funcionalidades del WML. A diferencia del WML, que se basa en lo que el usuario ve, el WMLScript tiene muy pocas capacidades de interfaz con el usuario. En lugar de esto, está diseñado para agregar procedimientos lógicos y capacidades computacionales robustas a WML.
- Especificación de un micronavegador. El Wap Forum define las funcionalidades y el interfaz de usuario mínimo que el dispositivo WAP tiene que tener. Se define como deben ser interpretados y presentados al usuario los lenguajes WML y el WMLScript.
- Marco para WTA (*Wireless Telephony Application*). El marco WTA proporciona finalidades que las operadoras telefónicas pueden utilizar para integrar funciones de telefonía en el navegador. Por ejemplo, se pueden crear aplicaciones en WML que permitan controlar las llamadas entrantes, recuperar mensajes de voz, redireccionar llamadas o cambiar entradas en la libreta de direcciones.
- Pila de protocolos optimizada: Pila de protocolos diseñada para minimizar los requerimientos de ancho de banda, trabajar con gran variedad de transportes móviles y proporcionar conexiones seguras. Se intenta que el estándar desarrollado se pueda escalar a una gran variedad de terminales móviles y redes

El modelo de programación WAP es muy similar al modelo WEB con dos diferencias fundamentales:

- Presencia de una pasarela WAP entre el agente de usuario y el navegador de contenidos. La principal función de este componente es la de traducir los protocolos WAP del dispositivo móvil a HTTP con el fin de comunicarse con el servidor de contenidos, y

viceversa. También puede tener que compilar las aplicaciones WML y WMLScript creadas dinámicamente por el servidor de contenidos.

- La comunicación entre el agente de usuario y las pasarela WAP se hace con los protocolos WAP. El más importante de estos es el WSP (Wireless Session Protocol), que en esencia es una forma compacta y binaria de http 1.1.



**Figura 1. Esquema de una conexión wap.<sup>1</sup>**

En la Figura 1 se muestra el esquema general de una conexión a Internet desde un teléfono WAP.

Los pasos realizados son los siguientes:

1. El teléfono realiza una conexión PPP (dial-up TCP/IP) con el servidor RAS (Remote Access Server).
2. Sobre la conexión RAS el teléfono enviará y recibirá paquetes sobre UDP en la conexión con la pasarela WAP.

<sup>1</sup> A. Charles, C. Nirmal, et al. Professional WAP. Ed. Wrox Press Ltd. 2000

3. La pasarela WAP traduce las peticiones de los móviles a HTTP, y los resultados son compilados y transmitidos a su vez al teléfono.

El móvil tiene 3 posibilidades de interconexión: a una pasarela WAP, a un servidor WAP (que hace las funciones de la pasarela y del servidor de contenidos a la vez), o a un servidor WTA (permite el acceso WAP a las facilidades proporcionadas por la infraestructura de telecomunicaciones del proveedor de conexiones de la red). El hecho de que exista una pasarela WAP es debido a razones de compatibilidad. Con esta configuración los desarrolladores de aplicaciones no tienen que aprender una nueva arquitectura tecnológica y pueden reaprovechar todos los conocimientos de programación WEB. Además, los proveedores de servicios no necesitan invertir en nueva infraestructura ya que los servicios de la pasarela WAP los ofrece el operador de comunicaciones.

El problema es que con esta arquitectura el servidor de contenidos tiene muy poco control de lo que ocurre en la pasarela y a veces necesita poder gestionar las características de la transmisión con el cliente final. Es por este motivo que existen los servidores WAP, uno servidores que son capaces de entregar páginas compiladas WML y WMLScript a través del protocolo de sesión de WAP WSP.

### **6.1.2.1 COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA WAP.**

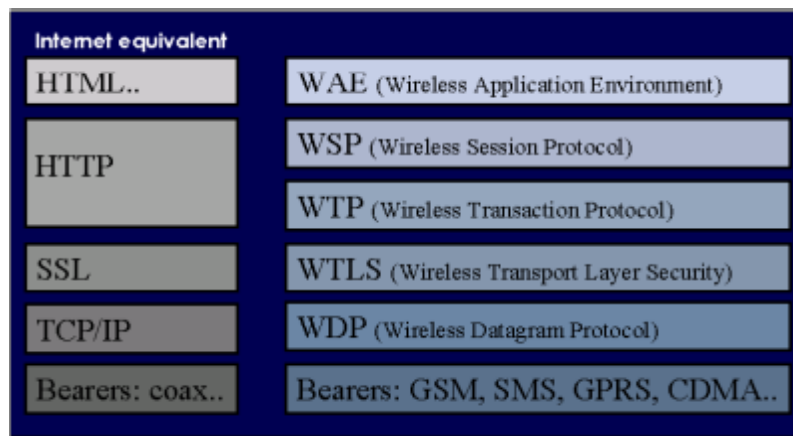
La pila de protocolos de WAP comparte muchas características similares a la de Internet, por lo que a primera vista resulta muy familiar

Wap utiliza servidores Web HTTP 1.1 para proporcionar contenidos a través de Internet o intranets corporativas, reutilizando así toda la tecnología e infraestructura Web que actualmente existe y que está sobradamente probada, como CGI, ASP y SERVLETS.

La arquitectura WAP está estructurada para proporcionar un entorno escalable y extensible para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos de comunicación móvil. Para ello, se define una



estructura en capas, en la cual cada capa es accesible por la capa superior así como por otros servicios y aplicaciones a través de un conjunto de interfaces muy bien definidos y especificados. Este esquema de capas de la arquitectura WAP se ilustra en la Figura 2.



**Figura 2: Arquitectura WAP<sup>2</sup>**

Las páginas se descargan codificadas en el canal de transporte que use WAP, siendo el micronavegador del móvil el que las decodifica. El lenguaje de contenido WML es similar al HTML y no es difícil adaptar páginas existentes HTML a páginas WML (llamadas decks en la nomenclatura WAP); en general una página WML es varias veces más pequeña en bytes que una página HTML. Aunque todavía no está muy desarrollado, el standard WAP define también un lenguaje de programación específico, el WMLscript (similar al Javascript).

Las capas del protocolo WAP son:

### **Capa de Aplicación (WAE)**

---

<sup>2</sup> [www.wapforum.org](http://www.wapforum.org) .

El Entorno Inalámbrico de Aplicación (WAE) es un entorno de aplicación de propósito general basado en la combinación del World Wide Web y tecnologías de Comunicaciones Móviles.

Este entorno incluye un micro navegador, que posee las siguientes funcionalidades:

- Un lenguaje denominado WML similar al HTML, pero optimizado para su uso en terminales móviles.
- Un lenguaje denominado WMLScript, similar al JavaScript (esto es, un lenguaje para su uso en forma de Script)
- Un conjunto de formatos de contenido, que son un conjunto de formatos de datos bien definidos entre los que se encuentran imágenes, entradas en la agenda de teléfonos e información de calendario.

### **Capa de Sesión (WSP)**

El Protocolo Inalámbrico de Sesión (WSP) proporciona a la Capa de Aplicación de WAP interfaz con dos servicios de sesión: Un servicio orientado a conexión que funciona por encima de la Capa de Transacciones y un servicio no orientado a conexión que funciona por encima de la Capa de Transporte (y que proporciona servicio de datagramas seguro o servicio de datagramas no seguro)

Actualmente, esta capa consiste en servicios adaptados a aplicaciones basadas en la navegación Web, proporcionando las siguientes funcionalidades:

- Semántica y funcionalidades del HTTP/1.1 en una codificación compacta.
- · Negociación de las características del Protocolo.
- · Suspensión de la Sesión y reanudación de la misma con cambio de sesión.

### **Capa de Transacciones (WTP)**

El Protocolo Inalámbrico de Transacción (WTP) funciona por encima de un servicio de datagramas, tanto seguros como no seguros, proporcionando las siguientes funcionalidades:

- Tres clases de servicio de transacciones:
  - · Peticiones inseguras de un solo camino.
  - · Peticiones seguras de un solo camino.
  - · Transacciones seguras de dos caminos (petición-respuesta)
  - · Seguridad usuario-a-usuario opcional.
  - · Transacciones asíncronas.

### **Capa de Seguridad (WTLS)**

La Capa Inalámbrica de Seguridad de Transporte (WTLS) es un protocolo basado en el estándar SSL, utilizado en el entorno Web para la proporción de seguridad en la realización de transferencias de datos. Este protocolo ha sido especialmente diseñado para los protocolos de transporte de WAP y optimizado para ser utilizado en canales de comunicación de banda estrecha. Para este protocolo se han definido las siguientes características:

- Integridad de los datos. Este protocolo asegura que los datos intercambiados entre el terminal y un servidor de aplicaciones no ha sido modificada y no es información corrupta.
- Privacidad de los datos. Este protocolo asegura que la información intercambiada entre el terminal y un servidor de aplicaciones no puede ser entendida por terceras partes que puedan interceptar el flujo de datos.

- Autenticación. Este protocolo contiene servicios para establecer la autenticidad del terminal y del servidor de aplicaciones.

Adicionalmente, el WTLS puede ser utilizado para la realización de comunicación segura entre terminales, por ejemplo en el caso de operaciones de comercio electrónico entre terminales móviles

### **Capa de Transporte (WDP)**

El Protocolo Inalámbrico de Datagramas (WDP) proporciona un servicio fiable a los protocolos de las capas superiores de WAP y permite la comunicación de forma transparente sobre los protocolos portadores válidos.

Debido a que este protocolo proporciona un interfaz común a los protocolos de las capas superiores, las capas de Seguridad, Sesión y Aplicación pueden trabajar independientemente de la red inalámbrica que dé soporte al sistema.

### **Protocolos Portadores**

El portador (bearer) se encarga de transmitir los datos desde un dispositivo Wap a la operadora de telefonía.

Uno de los protocolos disponibles, por ejemplo SMS (Short Messages Service), enviará (mediante el protocolo WAP) la información al WAP Gateway, el cual estará conectado a un SMSC (Short Messages Service Center) y podrá recibir la petición del dispositivo.

WAP es independiente del portador de la información. De ello se encarga el WDP, el cual adapta el transporte de información a cada una de las diferentes formas posibles. Esto no quiere decir que todas tengan las mismas propiedades y características, sino más bien de todo lo contrario. Los principales portadores son los siguientes:

**SMS:** Siglas de Short Message Service. Dada su limitada longitud de 160 caracteres por cada mensaje, el SMS no es el candidato más adecuado como portador. La longitud de un pequeño programa WML puede ser de unos 1.000 caracteres, lo cual implica que una simple transacción puede requerir el envío de varios mensajes SMS y por lo tanto es necesaria una gran cantidad de tiempo y recursos.

**CSD:** Siglas de Circuit Switched Data. La mayoría de los servicios basados en WAP se basan en CSD a pesar de su falta de rapidez a la hora de establecer conexiones. Cada vez que se realiza un servicio WAP se establece una llamada CSD para recibir la información. Una vez se ha recibido será necesario realizar nuevas llamadas para cada una de las diferentes operaciones que realicemos, pues la mayoría de los móviles WAP no permiten mantener la conexión cuando se ha recibido la información. Si la llamada y la conexión con un servidor Gateway puede llegar a ser de hasta 20 segundos, fácilmente se comprueba que CSD tampoco es la solución ideal.

**GPRS:** Siglas de General Packet Radio Service. Este portador tiene una gran capacidad como WAP bearer, pues permite realizar conexiones inmediatas a protocolos IP y a redes X.25, con una velocidad de transferencia relativamente rápida.

Permitirá acelerar las transmisiones hasta 115 Kbits/s cuando esté completamente desarrollado. La ventaja objetiva de GPRS es que ofrece una conexión permanente (es decir conectividad IP instantánea) entre el terminal móvil y la red. Para impulsar el desarrollo de las aplicaciones GPRS se fundó en octubre de 1999 por Ericsson, Palm, Lotus, Oracle y Symbian, la Alianza para Aplicaciones para GPRS.

**GSM:** Siglas de Global System for Mobile Communications. Protocolo móvil que opera en la banda de frecuencia entre 900 y 1800 MHz. Es el estándar móvil prevalente en Europa y la mayor parte del Pacífico asiático. GSM es utilizado por más de 215 millones de personas, es decir, representa a más del 59% de los suscriptores de telefonía móvil.

**HSCSD:** Siglas de High Speed Circuit Switched Data. Protocolo móvil modificador de circuitos basado en GSM. Es uno de los sistemas que pueden dar la opción de integración de datos en los móviles. Basados en los circuitos de alta velocidad, mejora la codificación y posibilita un flujo de datos que va de 28,8 a 56Kb por segundo, usando simplemente cuatro canales de radio simultáneamente.

Ofrece la posibilidad de acceder a varios servicios al mismo tiempo gracias a que funciona mediante multicanales independientes integrados en uno. El principal problema es que actualmente sólo Nokia suministra tarjetas de módem PCMCIA (CardPhone 2.0) para clientes HSCSD. El terminal típico para HSCSD es un PC móvil más que un teléfono.

**EDGE:** Siglas de Enhanced Data rate for GSM Evolution. Versión de GPRS de banda más amplia que permitirá velocidades de transmisión de hasta 384Kbits/s. Es una evolución del estándar GSM. El lanzamiento de EDGE permitirá a los operadores móviles ofrecer alta velocidad y aplicaciones móviles multimedia. Actúa como un camino preparatorio intermedio entre GPRS y UMTS debido a que serán necesarios cambios de modulación para la posterior implantación de UMTS.

**3G:** La tercera generación es el término genérico para el próximo gran paso en el desarrollo de la tecnología móvil. EL estándar formal para 3G es el IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000). Este estándar ha recibido diversos impulsos de diferentes comunidades de desarrolladores como CDMA-2000 (Code Division Multiple Access), respaldada por Qualcomm y Lucent o WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) con capacidades 8 veces mayor que las actuales CDMA y apoyada por Ericsson, Nokia y los fabricantes japoneses de dispositivos de mano.

Después de largas negociaciones para solucionar problemas referentes a los derechos de propiedad, parece que se podrá alcanzar un estándar único que será CDMA. Sin embargo, dentro

de éste existirán 3 modos opcionales y armonizados; WCDMA para Europa y los países asiáticos que tengan GSM, CDMA para Estados Unidos y TDD/CDMA para China.

**UMTS:** Siglas de Universal Mobile Telephone System. Es la tercera generación de telefonía móvil. Aunque mucha gente asocia UMTS a una velocidad de 2Mbits/s, ésta solamente se alcanzará en el marco de una adecuada infraestructura de redes. La posibilidad de que los móviles no sólo transmitan voz, sino datos, ha facilitado a los fabricantes de teléfonos móviles adaptar los terminales móviles a las nuevas tecnologías. Para ello se ha adoptado WAP, un protocolo que permite esta interactividad entre los terminales.

### **6.1.3 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

#### **6.1.3.1 HDML**

HDML (Handheld Device Markup Language) es el predecesor del WML y permite la presentación de porciones de documentos HTML en teléfonos celulares y PDA.

Fue desarrollado por Unwired Planet (ahora Phone.com) y al crearse el consorcio WAP Forum, el HDML cayó en desuso y apareció el estándar WML.

#### **6.1.3.2 WML**

Son las siglas de Wireless Markup Lenguaje. Es un lenguaje de marcas (parecido un poco al HTML) basado en el XML (Lenguaje de Marca Extensible), leído e interpretado por un micronavegador instalado en el dispositivo WAP. Las prestaciones de estos navegadores estarán en relación directa con las capacidades del dispositivo. Cada navegador es distinto y puede interpretar el WML de forma distinta.

El lenguaje WML define elementos y atributos que permiten especificar los componentes de la interfaz del usuario, llamados cards, que los usuarios ven en sus teléfonos WAP. De la misma manera que un navegador de red puede navegar de una página a otra, el navegador WAP puede navegar de una card a otra. Una card puede especificar múltiples acciones del usuario al incluir uno o más de los elementos siguientes:

Texto formateado – incluyendo texto, imágenes y links

Elementos INPUT– que permiten al usuario introducir una línea de texto

Elementos SELECT – que permiten al usuario elegir de una lista de opciones

Elementos FIELDSET– que actúan como contenedores organizacionales de otros elementos

La unidad más pequeña de WML que se puede mandar a un teléfono WAP es un deck – una o más cards a las que puede acceder el usuario de una sola vez –. Cuando un teléfono recibe un deck WML, despliega el contenido definido en la primera carta y permite al usuario responder. Dependiendo de la definición de la card, el usuario puede responder introduciendo texto o eligiendo una opción. Los teléfonos WAP con visualizaciones amplias presentan cada carta en una sola pantalla.

Algunos dispositivos menores presentan cada carta como una colección de pantallas.

### **6.1.3.3 WmlScript**

Es un lenguaje de programación, adaptado al entorno WAP, basado en ECMAScript y bastante parecido al Java, pero con la ventaja de que al no contener las funciones innecesarias de otros lenguajes exige cantidades mínimas de memoria.



#### **6.1.4 DESARROLLAR EN WAP**

Es recomendable, como primer paso utilizar un developer toolkit, es decir un paquete de herramientas para desarrolladores, que ayudará habituarse a la utilización de los dispositivos WAP.

Esta clase de paquetes, incluyen archivos PDF con ayuda, ejemplos y sintaxis del lenguaje WML y el WMLScript. No van dirigidos solamente a los teléfonos móviles, sino a todos los dispositivos WAP.

Por tanto, el paso a seguir sería, registrarse en Nokia, Ericsson o Phone.com (es gratuito en los tres), donde se puede descargar los SDK. URLs y más información sobre estos programas.

En segundo lugar, debido al número de elementos que intervienen en WAP, el desarrollo de aplicaciones puede estar basado en diferentes lenguajes y sistemas. Los teléfonos móviles basados en WAP únicamente entenderán WML y WMLScript, por lo que estos lenguajes serán la base de todos los servicios que desarrolle.

Pero al igual que ocurre con el desarrollo de aplicaciones para Internet, se puede generar ficheros WML dinámicamente mediante ASP o CGI, permitiendo de esta manera crear el WML como resultado de una operación realizada en el servidor; por ejemplo, al acceder a una base de datos.

La creación de estos servicios no reside únicamente en el servidor, la mayoría de los WAP Gateways permiten la incorporación de servlets, CGI, etc. lo que permitirá aplicaciones, como por ejemplo, juegos online multijugador.

Para desarrollar aplicaciones basadas en WML y WMLScript existen entornos de trabajo que simulan el dispositivo WAP; de esta forma crear y ejecutar programas sin necesidad de un teléfono móvil WAP, conexión, Gateway, etc.

#### **6.1.4.1 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO**

Existen varios entornos de desarrollo (SDKs). Nokia ha creado el "Nokia Developer's Kit", Phone.com el "Up.Simulator", Ericsson ha desarrollado el WAP-IDE (Integrated Developer's Environment), etc. La mayoría de estos entornos de desarrollo se pueden conseguir de forma gratuita en las páginas de cada empresa.

Uno de los más utilizados es el "Nokia Developer's Kit", en el que se integra un editor de WML y WMLScript, un simulador de teléfono móvil WAP, herramientas para depurar y módulos para acceder a Internet.

Con el SDK se pueden crear nuestros programas y ejecutarlos en el simulador, el cual se comporta como un teléfono móvil real. De esta forma la creación de aplicaciones se simplifica notablemente al poder comprobar inmediatamente el resultado del código generado. Además, permite acceder a aplicaciones para WAP en Internet con sólo incluir la dirección HTTP en la cual residen y evitar la necesidad de conectar nuestro dispositivo WAP a través del Gateway.

La simulación de estos teléfonos móviles es bastante aproximada, aunque lógicamente no es totalmente real.

Nokia simula dos teléfonos móviles que no están en el mercado y UgPhone simula teléfonos de Alcatel y Samsung. Todo ello hace que podamos realizar programas que se ejecuten correctamente para un entorno y no en otros.

Existen otros productos de ayuda al desarrollo de aplicaciones WAP como son los simuladores de latencia, que permiten comprobar en nuestro entorno el comportamiento real en cuanto a la velocidad de transmisión de nuestras aplicaciones. Por su parte, los convertidores de imágenes al formato WAP pasan de un formato GIF, BMP, etc., a WBMP (el formato estándar de WAP).

## 6.1.5 FUTURO WIRELESS

### Oportunidades de mercado

- Aplicaciones Corporativas – Business to Business

*Automatización de la red comercial:* Los comerciales pasan la mayoría de su tiempo fuera del negocio, y es a la vuelta cuando hacen sus reportes de ventas. Con WAP la venta y el reporte se hace al mismo tiempo, delante del cliente se lanza el pedido. Esto da al negocio una agilidad y una inmediatez que cara al cliente genera una gran confianza.

La Intranet de la empresa no es sólo accesible desde nuestro edificio físico, es accesible desde cualquier punto del planeta.

*Gestión de pedidos:* El sistema es capaz de avisar del estado del stock, y desde el mismo dispositivo móvil el responsable puede realizar pedidos en cualquier momento, cambiar la configuración del sistema, etc.

### Servicios On-Line – Business to Consumer

*Acceso en tiempo real a todo tipo de información:* El tiempo, noticias, ofertas del supermercado de confianza, todo lo que necesite al momento en cualquier momento.

*Servicios de Banca:* Todos los servicios bancarios (transferencias, inversión en bolsa, etc) estarán disponibles desde el teléfono las 24 horas del día, en cualquier lugar que nos encontremos.

*M-commerce:* Hacer compras desde el teléfono de forma segura.

- Aplicaciones de Productividad Personal

*Correo-e*: Sistema de lectura y redacción correo en nuestro dispositivo móvil. Acompañado de un sistema de sincronización de correo electrónico para que en nuestro PC tengamos el mismo contenido.

*Agenda*: Sistema de agenda típico, pero con funcionalidades de red ampliadas, avisos al teléfono y sincronización con la agenda de nuestro PDA o Pc.

### 6.1.6 DOCUMENTOS WML

El formato de los documentos WML es diferente a los documentos HTML tradicionales. Un documento WML se denomina DECK o BARAJA y este es subdividido en unidades más pequeñas para que sean visualizadas en el teléfono móvil. Esas unidades pequeñas se llaman CARD.

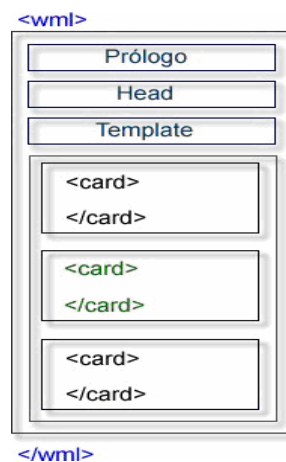


Figura 4. Formato de documento wml.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> RABANO, José Maria. Comunicaciones móviles de tercera generación. 2002.

Como se puede ver en la Figura 4, existen otras secciones del documento WML no menos importantes. El prólogo del documento es la sección utilizada para la Definición del Tipo de Documento (DTD). Aquí se hace referencia a un documento XML que define la sintaxis del lenguaje WML. Siempre debe hacer parte de un documento WML y es lo primero que se debe escribir.

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.1//EN"
```

```
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
```

La siguiente sección es la cabecera (HEAD) que desempeña el mismo papel que en HTML, es decir, permitir declaraciones de etiquetas META, o declaraciones de acceso a la card con la etiqueta ACCESS. Esta última es de bastante interés debido a que permite, en cierta manera, definir algún tipo de seguridad a la aplicación mediante restricciones de acceso. La etiqueta ACCESS tiene la siguiente sintaxis.

```
<access id="" domain="" path="">
```

Donde,

- **id**: nombre de la etiqueta
- **domain**: dominio a quien se le permite el acceso
- **path**: dirección desde la cual se permite el acceso, puede ser un subdirectorio dentro del dominio

Finalmente, la sección de plantillas en donde se definen comportamientos comunes a todas las cards. Su objetivo es evitar reescribir el código que puede llegar a ser común a muchas cards, por ejemplo, el salto de todas las páginas hacia un mismo destino. Aquí un ejemplo:

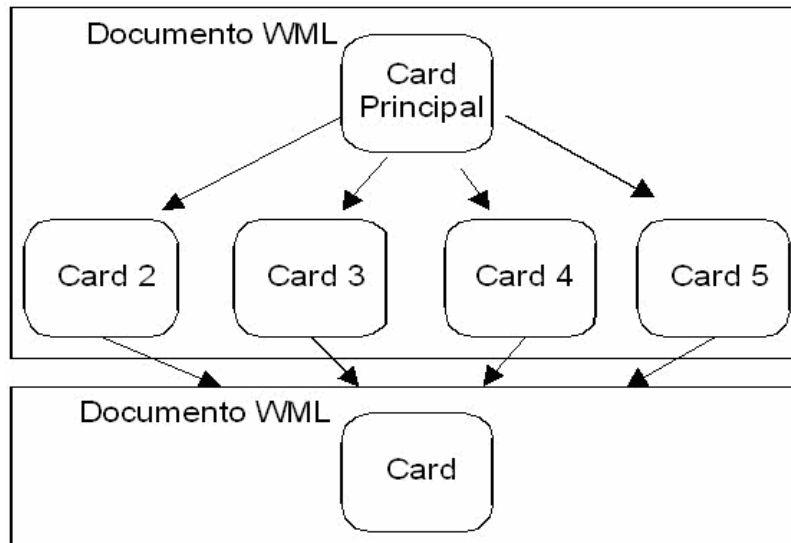


Figura 5: Documento wml.<sup>4</sup>

```

<template>
<do name="evento" type="accept" >
<go href="otrodoc.wml" />
</do>
</template>

```

Esta plantilla define como todas las cards (card2, card3, card4, card5) deben responder al evento accept para pasar a la card final. Sin embargo, cualquiera de ellas puede redefinir ese comportamiento asi:

```

<card id="s crt">
<do name="evento" type="accept" ><prev/></do>

```

---

<sup>4</sup> RABANO, José Maria. Comunicaciones móviles de tercera generación. 2002.

...

**</card>**

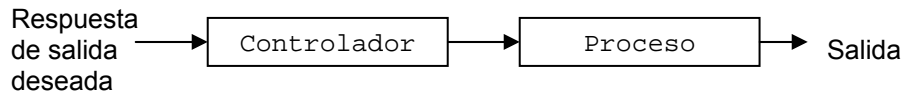
Aquí, la card scrt redefine el evento accept para que regrese a la card anterior, en este caso, esta definición tiene prioridad sobre la más general.

## **6.2 LA ADMINISTRACIÓN DE UN BUCLE DE CONTROL.**

Al ingeniero de diseño y automatización electrónica le interesa comprender y controlar una porción de su ambiente, muchas veces denominada un sistema, para proporcionar un producto útil. Las dobles metas de comprender y controlar se complementan una a la otra ya que para poder lograr un control más eficaz, el sistema tiene que ser entendido y modelado. Un sistema consta de un grupo de componentes que proveen acciones interrelacionadas; un proceso pertenece al sistema controlado. El análisis de un sistema se basa en una relación de causa y efecto entre los componentes. En las páginas siguientes, se explicara brevemente lo que constituye un sistema sencillo de control de bucle cerrado, principalmente en lo que se refiere al control de temperaturas.

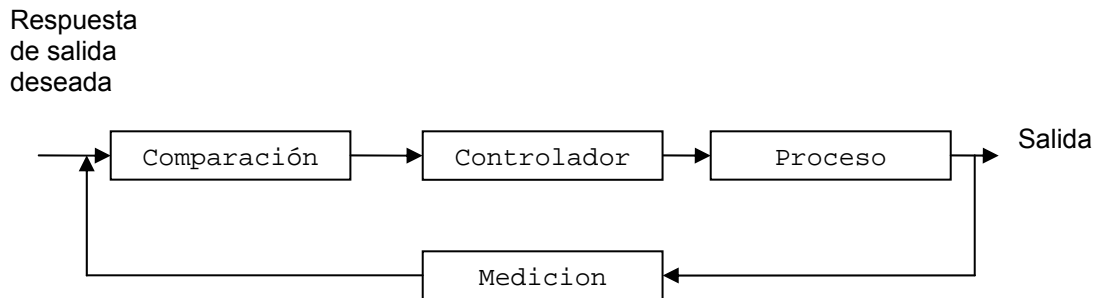
Algunas de las características que uno debe considerar antes de diseñar este tipo de sistema. Se puede clasificar un sistema de control sencillo como de bucle-abierto o de bucle-cerrado (retroalimentación).

Un sistema de bucle-abierto utiliza un controlador, como se indica a continuación, con el fin de obtener la respuesta deseada.



**Figura 6. Sistema de bucle-abierto.<sup>5</sup>**

A diferencia del sistema de control de bucle-abierto, el sistema de control de bucle-cerrado utiliza una cantidad adicional de la salida real para poder comparar la salida real con la respuesta de la salida deseada. El sistema sencillo de bucle-cerrado por retroalimentación se muestra a continuación.



**Figura 7. Sistema de bucle-cerrado.<sup>6</sup>**

---

<sup>5</sup> Kuo, Benjamin Chung, Automatic control systems 7th. ed., 1995

<sup>6</sup> Kuo, Benjamin Chung, Automatic control systems 7th. ed., 1995



El sistema de control por retroalimentación tiende a mantener una relación preescrita entre una variable de sistema y otra comparando las funciones de estas variables y utilizando la diferencia como una forma de control.

La información del proceso pasa por el controlador, y sale como instrucciones. La información del proceso consta de dos partes; una acerca de la entrada y la otra, acerca de la salida. La información acerca de la entrada se deriva de los sensores y los transductores.

Los transductores se clasifican según:

1. Las variables que deben medir: la temperatura, la fuerza, las características de fluido, la humedad, la radiación, etc.,
2. El principio de la transducción: resistiva, capacitiva, inductiva, electromagnética, piezoeléctrica, etc.,
3. Las características individuales que los hacen más indicados o menos indicados para una aplicación específica: el tamaño, la precisión, la repetibilidad, la estabilidad de temperatura, el costo, la facilidad de uso, la ganancia, la resolución, la inmunidad al ruido, el margen dinámico, etc.

La medición de la temperatura es una de las más comunes y es necesaria en la mayoría de las aplicaciones de instrumentación industrial. La temperatura se mide observando sus efectos en los materiales sensibles a la temperatura. Los sensores comunes de temperatura se agrupan en los siguientes tipos y se basan en los principios de física: bimetálico, la presión de fluido, la resistencia, el termopar, y la radiación. De este grupo, los de resistencia y de termopar son los que más se utilizan en los sistemas de instrumentación basados en microcontroladores. Los sensores sin contacto incluyen; de fibra óptica, infrarrojos, y de línea visual fija.

Los controladores de temperatura y en particular, los que reciben entradas analógicas, se podrían utilizar fácilmente para medir las variables como la presión, la humedad relativa, el flujo, etc., a través de los sensores y los dispositivos de salida apropiados.

Existen varios matices que deben ser considerados al emplear estos dispositivos tales como, la precisión, la resolución, la estabilidad, la repetibilidad, el alcance, la linealidad, la ganancia, y la sensibilidad para que el sistema funcione adecuadamente. El costo, la calidad y el rendimiento también desempeñan un papel importante en el diseño de los sistemas de control de procesos.

### **6.3 CONTROLADORES DE BUCLE ÚNICO**

Los controladores de bucle único están basados principalmente en el microcontrolador. Existen diferentes tipos de interfaz de usuario e interfaz de entrada/salida para estos controladores. El interfaz de usuario consiste en un visualizador y un teclado. Esta función juega un papel importante en la selección de un controlador. Existen varios estilos de pantallas disponibles: gráfico, LED (Diodo emisor de Luz) o LCD (Visualizador de Cristal Líquido).

El visualizador puede indicar la variable de procesos y/o la variable del punto establecido o la variable de la salida. El teclado le permite al usuario ajustar los requisitos del proceso deseados así como controlar el proceso manualmente.

### **6.4 MODOS DE CONTROL**

En casi todos los controladores de bucle cerrado, la acción de control ocurre de acuerdo a la cantidad de error que existe entre el punto establecido y la variable de proceso real. La mayoría de

los controladores de procesos pertenecen a una de dos categorías de estructura: encendido/apagado o control PID. El tipo de control que se elige depende del costo del sistema, la precisión deseada, y el dispositivo de la salida.

### 6.4.1 ENCENDIDO/APAGADO

Este tipo de control normalmente se limita a las aplicaciones de baja exactitud y de bajo costo, en las que el controlador está provisto de salidas de relé.

Como no son lineales, no son sujetos a los rigurosos análisis matemáticos como en el caso de los controladores PID. El valor medido ronda alrededor del punto establecido, lo cual hace que el controlador encienda y apague dependiendo de la posición de la variable de proceso; si está por debajo o encima del punto establecido. Generalmente, el controlador no puede mantener la variable medida en el punto establecido. La acción del control de encendido/apagado frecuente puede deteriorar los mecanismos de control por eso, es imprescindible que exista una banda de histéresis para prolongar la vida del relé, así como un acople óptimo de la carga.

### 6.4.2 PID

El control PID que es suficiente para el control de alta exactitud y significa "Derivado-Integral-Proporcional", lo cual corresponde a los tres términos principales de la ecuación que gobierna el comportamiento de los controladores PID. Esta ecuación tiene la siguiente forma:

$$C(t) = P\varepsilon(t) + I \int \varepsilon(t) + D \frac{d}{dt} \varepsilon(t)$$

Donde  $\varepsilon(t) = SV(t) - PV(t)$ , y

$C(t)$ = Salida del controlador

El primer término de esta ecuación produce una acción de control que es simplemente, proporcional ("P") a la diferencia entre el punto establecido y la variable medida, el error o la desviación  $\varepsilon(t)$ . El segundo término produce una acción de control, proporcional al integral ("I") del error. El tercer término produce una acción de control, proporcional al derivado, ("D") del error. Según el proceso, el controlador práctico puede consistir en una combinación de estos términos, los controladores P, PI, PD o PID.

### **6.4.3 CONTROL PROPORCIONAL**

En el controlador proporcional, la potencia de salida es una función del valor del error. Las temperaturas sobre las cuales se aumenta paulatinamente la potencia de la salida, de cero a total encendido, se llama la banda proporcional. El usuario puede determinar la anchura de la banda proporcional suficientemente ancha para permitir un control estable y suficientemente estrecha para permitir una sensibilidad adecuada. En un sistema proporcional, la temperatura estable se alcanza en algún punto dentro de la banda proporcional cuando el promedio de fuerza sólo compensa las pérdidas de calor de la carga: rara vez es éste el punto establecido. A medida de que los requisitos de la carga cambian, lo cual se debe a un cambio en el ambiente, el requisito promedio de la fuerza que se requiere cambia, así como la posición de control de la banda proporcional. La diferencia entre los puntos establecidos y los de control se llama el desplazamiento cuyo tamaño se podría reducir, haciendo la banda proporcional más estrecha, aunque posiblemente resulte en oscilaciones.

Las funciones integral y derivado pueden compensar el desplazamiento y las oscilaciones y permitir una respuesta rápida y simultáneamente, una estabilidad.

#### **6.4.4 CONTROL INTEGRAL Y PI**

A diferencia de la acción proporcional, el control integral es totalmente dependiente del tiempo. La posición de la banda proporcional se ajusta paulatinamente por una señal generada por el microcontrolador, el cual toma en cuenta el valor medido y el tiempo que ha durado alejado del punto establecido. De esta forma, alinea el punto establecido y el valor medido. Como sirve para "reajustar" el desplazamiento proporcional, el control integral normalmente se denomina el reajuste automático. La constante del tiempo integral, o la frecuencia del reajuste, es la medida de la velocidad a la cual se mueve la banda proporcional. Este movimiento debe ser lo suficientemente lento para prevenir oscilaciones. La frecuencia del reajuste normalmente se mide en repeticiones por minuto o minutos por repetición, es decir, el número de veces que se repite la corrección de acción proporcional por minuto.

La acción de reajuste por si sola no es de actuación rápida, pero sí, atenúa las frecuencias altas (actuando como un filtro pasa bajos). Se emplea con frecuencia P e I juntos en los controladores PI.

#### **6.4.5 CONTROL DERIVADO Y PID**

El tercer término en la ecuación PID proporciona la acción de control como respuesta a las variaciones en el error. Es decir, responde a la derivada de tiempo del error con el fin de lograr una respuesta rápida a las variaciones en el punto establecido o en la carga para reducir el tiempo que se requiere para acercarse al valor a alcanzar de la variable controlada. Añadir el término derivado

permite estrechar la banda proporcional para minimizar el desplazamiento y al mismo tiempo, prevenir las oscilaciones y lograr la estabilidad. Como es proporcional a la frecuencia de la variación de error, también se llama la acción de frecuencia. Actúa como un filtro pasa altos y en particular, para las señales de ruido. El control derivado se emplea junto al controlador P o PI.

## 6.5 POTENCIA ELECTRICA.

Si se tiene un elemento de un circuito cualesquiera, (una fuente de tensión, una fuente de corriente, una resistencia, o cualquier otro elemento), si suponemos que los valores de voltaje y de corriente son positivos se puede afirmar que la carga eléctrica está perdiendo energía al pasar por el elemento. Cuando la unidad de carga entra al elemento, tiene una energía Julios mayor que cuando sale,

$$VOLTAJE(V) = \frac{TRABAJO(J)}{CARGA(C)} \qquad CORRIENTE(I) = \frac{CARGA(C)}{TIEMPO}$$

Por lo tanto el producto de tensión por corriente tiene dimensiones de potencia P(W).

$$P = V \times I = VOLTIOS \times AMPERIOS = \frac{TRABAJO(J)}{TIEMPO} = W$$

La potencia en un circuito eléctrico se define también como la velocidad de transferencia de energía y se expresa en Walts o en J/S.

$$1WATT = \frac{JOULE}{SEGUNDO}$$

El valor instantáneo de potencia eléctrica suministrado al elemento o carga, es el producto de los valores instantáneos de voltaje y corriente, dependiendo de la clase de elemento que se maneja de diferente forma está potencia. Algunos acumulan energía para utilizarla posteriormente, otros la disipan inmediatamente en forma de energía radiante o energía calórica, si  $P(t)$  se hace negativa en algún instante, esto quiere decir que el elemento no es capaz de realizar trabajo y está devolviendo energía al sistema.

La potencia es la energía suministrada a un elemento por unidad de tiempo, matemáticamente

$$P(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

De lo anterior tenemos que la energía en Joules es la integral de la potencia instantáneo ( $w$ ), o sea la energía entregada por el generador al circuito de dos terminales o al elemento desde el tiempo  $t_0$  al tiempo  $t$  es

$$W(t_0, t) = \int_{t_0}^t P(t') dt' = \int_{t_0}^t V(t') I(t') dt'$$

### 6.5.1 POTENCIA EN SISTEMAS CON EXCITACIÓN SENOIDAL.

Dada la impedancia  $Z = |Z| \angle \theta$  y con excitación senoidal:

$$V(t) = V_m \cos(\omega t + \theta)$$

$$I(t) = I_m \cos(\omega t)$$

La potencia instantánea,

$$\begin{aligned}
 P(t) &= V(t)I(t) \\
 &= V_m \cos \theta (Wt + \theta) \cos(Wt) \\
 &= \frac{V_m I_m}{2} = [\cos(2Wt + \theta) + \cos \theta]
 \end{aligned}$$

La potencia eléctrica suministrada a cualquier impedancia es senoidal con frecuencia igual al doble de la frecuencia de la tensión y la corriente aplicadas,  $\theta$  es la diferencia del ángulo de la tensión menos el ángulo de la corriente.

Puede considerarse a la potencia activa como potencia resistiva que se disipa como calor. Como el voltaje en una reactancia está siempre  $90^\circ$  desfasada con la corriente debido a la reactancia, el producto  $Q = V_x I_x \cos \theta$  es siempre negativo. Este producto se llama potencia reactiva y es causado por la reactancia del circuito (potencia regresada al circuito). Similarmente, el producto del voltaje y corriente cuadráticos medios se conoce con el nombre de potencia aparente.

$$P \text{ activa} = P = V_{rms} I_{rms} \cos \theta, W$$

$$P \text{ reactiva} = Q = V_x I_x = V_{rms} I_{rms} \sin \theta, VAr$$

$$P \text{ aparente} = S = V_{rms}, VA$$

El cociente de la potencia activa  $P$  y la potencia aparente  $S$ , llamado el factor de potencia (FP), es

$$FP = \cos \theta = P/S$$

El término  $\cos \theta$  de un circuito es el factor de potencia, FP, del circuito. El factor de potencia determina qué porción de la potencia es potencia activa y puede variar desde 1 cuando el ángulo de fase  $\theta$  es  $0^\circ$ , a 0 cuando es  $90^\circ$ . Cuando  $\theta = 0^\circ$ ,  $P = V_{rms} * I_{rms}$ , que es la fórmula de la potencia con el voltaje y la corriente de un circuito en fase. Cuando  $\theta = 90^\circ$ ,  $P = V_{rms} * I_{rms} = 0$ , indicando que no se gasta o que no consume potencia.



## 6.5.2 POTENCIA SUMINISTRADA A UNA IMPEDANCIA POR UNA FUENTE DESARROLLADA EN SERIE DE FOURIER.

La potencia media suministrada a una impedancia por una fuente periódica es la suma de las potencias medias suministradas por cada uno de los armónicos individuales. Al ser la potencia una función no lineal de  $V(t)$ , ni de  $I(t)$ , no podemos aplicar el teorema de superposición para este caso en particular. El hecho de calcular la potencia media por cada componente armónica, y consecutivamente sumar estas potencias medias para obtener la potencia total entregada por la señal periódica, resulta, de una relación muy especial, se debe a la ortogonalidad mutua de las funciones de base usadas en la serie de Fourier

$$V(t) = \sum_{K=-\alpha}^{\alpha} \alpha_k e^{jK\omega t} \quad \text{donde} \quad \alpha_k = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} V(t) e^{-jK\omega t} dt$$

Con  $\alpha_k = |\alpha_k| e^{j\phi_k}$ ;

$$I(t) = \sum_{k=-\alpha}^{\alpha} \beta_k e^{jkn\omega t}; \quad \beta_k = |\beta_k| e^{j\phi_k}$$

En el armónico k-ésimo, el ángulo de fase de la impedancia es  $\phi_k - \phi_k$  promediando

$$P_{prom} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} V(t) I(t) dt = \frac{1}{T} \sum_{K=-\alpha}^{\alpha} \sum_{n=-\alpha}^{\alpha} \int_{t_0}^{t_0+T} \alpha_k \beta_n e^{j(k+n)\omega t} dt$$

Pero si  $k + n$  es diferente de cero de la Integral se desvanece por la ortogonalidad de las funciones, en cambio sí  $n = -k$  ( $k + n = 0$ )

$$P_{prom} = \frac{1}{T} = \sum_{k=-\alpha}^{\alpha} \alpha_k \beta_{-k} T = \sum_{k=-\alpha}^{\alpha} \alpha_k \beta_{-k}$$

Como  $\alpha_k = \alpha_{-k}$ . entonces

$$P_{prom} = \alpha_0 \beta_0 + 2 \sum_{k=1}^{\alpha} \alpha_k |\beta_k| \cos(\phi_k - \phi_k)$$

Mientras que exista el correspondiente armónico de voltaje o corriente, este es aportado a la potencia promedio.

Ahora la expresión para voltaje y corriente cuadráticos medios es

$$V(t) = \frac{C_0}{2} + \sum_{k=1}^{\alpha} C_k \cos(k\omega t + \phi_k)$$

Con una carga resistiva  $R$ ,

$$P_{prom} = \left[ \left( \frac{C_0}{2} \right)^2 + \sum_{k=1}^{\alpha} \frac{(C_k)^2}{2} + \frac{1}{R} \right]$$

Pero  $P_{prom} = \frac{V_{rms}^2}{R}$ , luego,

$$V_{prom} = I_{rms} = \left[ \left( \frac{C_0}{2} \right)^2 + \sum_{k=1}^{\alpha} \frac{(C_k)^2}{2} + \frac{1}{R} \right]^{\frac{1}{2}}$$

### 6.5.3 ALGORITMOS DE CÁLCULO.

Uno de los principales problemas consiste en diseñar algoritmos capaces de realizar lo deseado; para cada diseño se requieren algoritmos diferentes y eso es debido precisamente a la manera como se va a procesar la información que se va obteniendo en el microcontrolador. Como el contador va a lograr la potencia activa aquí se muestran algoritmos que son capaces de realizar tales funciones según sea el caso claro está que hay algoritmos que no son muy prácticos y siempre habrá uno mejor que otro pero hay que tener en cuenta que son algoritmos requeridos por la arquitectura misma del diseño

#### 6.5.3.1 MÉTODOS DE MUESTREO PARA EL CALCULO DE LA POTENCIA ACTIVA.

La potencia activa promedio de un circuito o de una carga se calcula en el tiempo con una integral ahora bien si se tienen lecturas muestreadas de los valores instantáneos de  $V(t)$  e  $I(t)$ , o de éstas, ¿Cómo calcular sin error o con un mínimo de error, la potencia promedio  $P_{prom}$  si se tienen armónicos en voltaje o en corriente? Si por ahora que no hay armónicos ni en voltaje o en corriente, de forma similar a la integral se tiene

$$P_{prom} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} V_k I_k ; \text{ siendo } V_k = V_m \sin(k\gamma + \alpha) \text{ y } I_k = I_m \sin(k\gamma + \theta)$$

En donde el intervalo de muestreo es  $\gamma$ , en radianes,  $\alpha$  es el ángulo de inicio para el voltaje y  $\theta$  es el ángulo entre los dos. Los valores máximos de voltaje y corriente son  $V_m$  e  $I_m$  respectivamente. Como se promedió con  $n$  muestras entonces

$$P_{prom} = \frac{Vm \text{ Im}}{2} \left[ \cos \theta - \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \cos(2k\gamma + 2\alpha + \theta) \right]$$

Existe además del término de la potencia activa otro término adicional, al error de truncamiento.

Este término se obtiene.

$$E = \frac{Vm \text{ Im}}{2n} \text{Re} \left( e^{(2\alpha + \theta)} \sum_{k=0}^{n-1} e^{2k\gamma} \right)$$

el error se vuelve:

$$E = \frac{Vm \text{ Im}}{2n} (\text{sen}(n\gamma) / \text{sen}\gamma) \cos(2\alpha + \theta + n\gamma - \gamma)$$

Ahora el intervalo en radianes de suma es  $n\gamma$  y si el número entero más cercano de ciclos de la señal de entrada es  $c$ , donde  $\sigma = 2\pi c - n\gamma$ .

Si  $c'$  es un número real  $2\pi c' = n\gamma$ , entonces

$$E = \frac{Vm \text{ Im}}{2n} (\text{sen}\delta / \text{sen}\gamma) \cos(2\alpha + \theta + \delta - \gamma)$$

Y como  $4\pi c' = 2n\gamma$  entonces cuando la frecuencia de la señal es pequeña con respecto a la frecuencia de muestreo, el error máximo ocurrirá cuando seno y los cosenos son  $\pm 1$  así

$$|E_{\max}| = \frac{Vm \text{ Im}}{2n} (\gamma / (\text{sen}\gamma))$$

El ángulo  $\gamma$  lo podemos expresar en función de la frecuencia de muestreo Como

$$\gamma = 2\mu \frac{f}{f_s}$$

donde  $f_s$  = frecuencia de muestreo y  $f$  = frecuencia de la señal de entrada. Entonces si  $\gamma \ll f_s$ , el ángulo  $\gamma$  será tan pequeño que  $\sin\gamma$  será aproximadamente igual a  $\gamma$  y el error máximo solo será en función inversa del número de ciclos  $c'$  del intervalo de suma. Se ve ahora que si  $\gamma$  se acerca a un múltiplo de  $180^\circ$ , el error se puede volver muy grande, o sea que la frecuencia de la señal de entrada, sea aproximadamente la mitad de la frecuencia de muestreo.

El error de muestreo o de truncamiento puede reducirse casi a cero si el período de integración o de muestreo incluye un número exacto de ciclos. Sin embargo, no siempre se puede lograr y la fracción de muestras genera error-

Hay otro caso en el que ocurre el error máximo y es cuando  $\sin\gamma = \sin\delta$  y los cosenos son  $\pm 1$ , sucede cuando el intervalo de muestreo  $n\gamma$  está aproximadamente sincronizado con la señal de entrada de tal modo que  $\delta \leq \gamma$  y si  $\gamma < 90^\circ$ , el error resulta

$$|E_{\max}| = \frac{V_m I_m}{2n}$$

Que es independiente de la frecuencia de la señal de entrada. Aquí se ve que el método que se usa a veces de ajustar el  $n$  va a reducir el error máximo sólo para bajas frecuencias y no va a representar mejoría para señales muestreadas menos de cuatro veces por ciclo ( $\gamma \geq 2/\pi$ ).

Un resultado similar al anterior se puede obtener para señales periódicas con armónicos. Aquí hay que tener en cuenta que armónicos de corriente y voltaje interactúan para obtener armónicos de potencia. Siendo  $h$  el orden del armónico de voltaje e  $i$  el armónico de corriente entonces los armónicos productos serán de orden  $j = |h \pm i|$ . Luego, la amplitud  $P_j$  y la fase  $\phi_j$  del  $j$ -ésimo

producto armónico son debidos a todos los armónicos de voltaje y corriente que tienen una suma y diferencia de  $j$ . El error de truncamiento queda.

$$E^{\circ} j = W - P_o = -\frac{1}{N} \sum_{j=0}^{\alpha} \left[ P_j \sum_{k=0}^{n-1} \cos(kj\gamma + \phi_j) \right]$$

Donde  $P_o$  es el verdadero valor de la potencia real. Aquí hay un error de truncamiento debido a cada producto armónico de.

$$E^{\circ} j = - \left[ P_j \sum_{k=0}^{n-1} \cos(kj\gamma + \phi_j) \right]$$

Que tiene la misma forma que en el caso de solo fundamental, luego el error será similar en cada componente también,

$$E^{\circ} j = ((P_j \gamma \sin(j\delta/2)) / \{2\pi c' \sin(j\gamma/2)\}) \cos \{ \phi_j - (j\delta/2) - (j\gamma/2) \}$$

En donde  $c'$  y  $\delta$  son relativos al número de ciclos y al ángulo de fase de la Fundamental- En forma similar al caso puramente senoidal, el error de truncamiento se vuelve grande si  $(j\gamma/2)=180^\circ$  o un múltiplo de  $180^\circ$  lo que quiere decir que habrá productos armónicos con la misma frecuencia que la frecuencia de muestreo.

Como antes, el error de truncamiento máximo si  $n$  nos es ajustado es,

$$| E^{\circ} j_{\max} | = (P_j / 2\pi c') (\gamma / \sin(j\gamma/2))$$

y el error máximo de truncamiento si  $n$  es ajustado es

$$| E^{\circ} j_{\max} | = (P_j / 2\pi c') \gamma$$

Si se cumple que  $j\gamma < \pi$ . Aquí el método de ajustar la  $n$  solo reducirá el error de truncamiento máximo.

#### 6.5.4 METODOS PROPUESTOS.

En el caso en que se tiene la señal  $P(t)$  la idea será muestrearlo a la frecuencia conveniente para reducir el error máximo. Se tiene que realizar en este caso un simple promedio.

$$P_{prom} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} P(tk)$$

Pero la señal tiene doble frecuencia (120 Hz) de la fundamental y además armónicos pares, de ahí en adelante generados por los armónicos impares de voltaje y corriente a una frecuencia de 60 Hz. Aquí también se hace la aproximación a una integral y se vuelven cero muchas de los componentes de esta cuando se realiza en el tiempo, luego también existe un error de truncamiento que depende de las frecuencias de  $P(t)$ , al igual que cuando se muestrean el voltaje y la corriente separadamente, entonces hay que seleccionar la frecuencia de la misma manera. Para calcular  $Q$ , se utiliza la expresión en donde está en función del promedio de la potencia instantánea al cuadrado y  $P_{prom}$ , con una raíz cuadrada

$$Q = \left[ \left( \frac{2}{3} \left( \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} Pk^2 - \frac{1}{2} P_{prom}^2 \right) \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Teniendo la potencia activa y reactiva,

$$P_{prom} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} V_{fgase}(tk) I_{lineal}(tk)$$

Y los problemas de armónicos ya se tienen en cuenta al seleccionar la frecuencia correcta de muestreo y así disminuir en lo posible el error máximo de truncamiento para lograr una mayor exactitud.



## 7. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.



**Figura 8. Descripción del sistema.**

Se utilizó un PC que actúa como servidor Web corriendo el Internet Information Server (IIS). El PC-Servidor es parte fundamental de la unidad de control ya que a parte de albergar y gestionar la información del estado actual de cada cuarto frío y su programación, almacena en su interior el software de la interfaz de usuario remota, páginas que veremos una vez que intentemos conectarnos al cuarto frío desde cualquier terminal móvil.

El contenido será el mismo para todos sin necesidad de duplicar el código ya que la presentación se adaptará según el terminal que estemos utilizando. Otro punto a destacar del PC-Servidor es su utilidad como interfaz de usuario en el cuarto frío.

A este PC se conectó vía puerto serial una placa desarrollada utilizando un microcontrolador 16F877A de Microchip y un integrado MAX232 de Maxim que implementa la interfaz serial.

El programa que corre en el microcontrolador es un subsistema de adquisición de señales y verifica si ha ocurrido una petición de datos, si es así, envía los datos por la interfaz serial.

El sistema de monitoreo y control remoto vía wap desempeña tres funciones básicas, las cuales se describen a continuación.

## **7.1 ADQUISICION DE SEÑALES EXTERNAS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.**

Labor realizada por el subsistema de adquisición de señales y llevada a cabo específicamente por los sensores, transductores, y por el microcontrolador principal el cual realiza todo el procesamiento de datos, para ser transmitidos hacia el subsistema de almacenamiento de datos.

## **7.2 TRANSPORTE DE DATOS.**

Como diseñador del sistema de monitoreo es fundamental que el transporte de los datos se realice de una manera transparente en ambos extremos, ya que considerando las complicadas condiciones de acceso para la gran mayoría de cuartos fríos posibles a monitorear, es fundamental lograr la comunicación de una manera eficiente entre los extremos involucrados (dispositivo WAP – dispositivo de adquisición de señales).

## **7.3 ANALISIS DE DATOS Y GENERACION DE ALARMAS.**

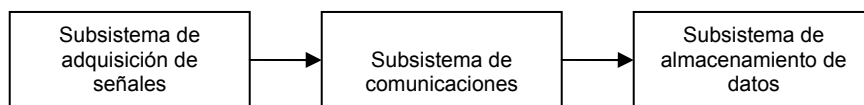
Después de tener los datos enviados desde el dispositivo WAP, el software desarrollado en el subsistema de almacenamiento de datos realiza en general la labor de comparación de todos los valores recibidos con los rangos especificados como válidos y de acuerdo a esto, genera las respectivas alarmas visuales y así mismo lleva a cabo el registro en la base de datos.

Sin embargo para el usuario final sólo van a existir dos operaciones principales de interés, que son la de adquisición de los datos de las variables en el cuarto frío remoto y la mas importante para él,

que es la de mostrar la información de una manera eficiente y fácil de entender en la pantalla donde se despliegue la interface gráfica.

#### 7.4 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA EN BLOQUES.

El sistema de monitoreo, consta de tres subsistemas claramente identificables que han sido desarrollados de acuerdo a los requerimientos propuestos. Estos se muestran a continuación en el diagrama en bloques general, donde se enlazan las funciones del sistema, a cada uno de los bloques específicos



**.Figura 9: Diagrama en bloques del sistema de monitoreo.**

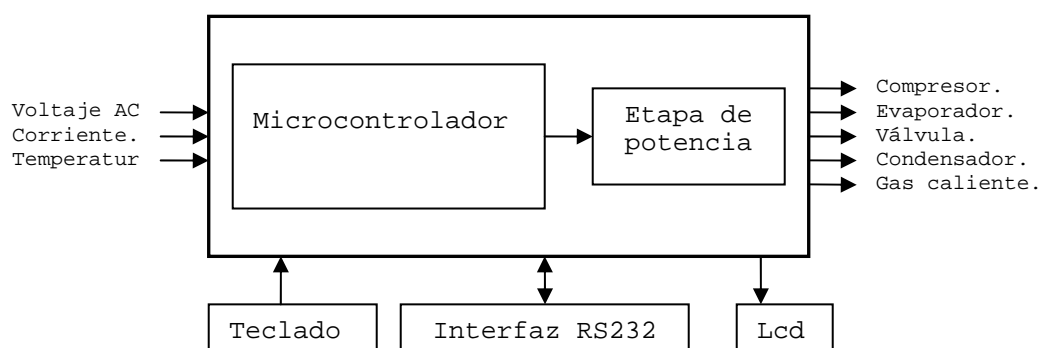
Teniendo en cuenta la complejidad de los subsistemas planteados, a continuación se ilustran los diagramas en bloques de cada uno de ellos, lo cual generará un entendimiento más claro del sistema en general.

El sistema de manera global realiza un proceso de almacenamiento de datos y procesamiento de acuerdo a las variables especificadas<sup>7</sup>, a través del subsistema de adquisición de señales el cual consta principalmente del microcontrolador Microchip PIC16F877 específicamente centrado en la adquisición de las señales y la transmisión serial de los datos hacia el subsistema de comunicaciones.

---

<sup>7</sup> Las variables monitoreadas por el sistema se encuentran especificadas en la sección: 7.5 VARIABLES MONITOREADAS.

Adicionalmente dentro del subsistema de adquisición de señales son fundamentales los sensores y transductores utilizados, ya que de éstos dependen en gran medida la efectividad y exactitud de los valores entregados. A continuación se ilustra el diagrama general del subsistema de adquisición de señales donde se muestran las señales de entrada y salida.



**Figura 10: Diagrama del subsistema de adquisición de señales.**

Después de que el subsistema de adquisición tiene todos los datos, éstos son enviados al subsistema de comunicaciones el cual se encarga de transportarlos al cuarto refrigerado<sup>8</sup> para ser entregados al subsistema de almacenamiento de datos, el cual se encuentra en el punto de concentración que podría ubicado en el centro de gestión de la empresa. En dicho transporte se ven involucrados diferentes dispositivos de comunicaciones, los cuales se deben configurar para generar la respectiva conexión desde el dispositivo móvil remoto hasta el cuarto refrigerado, de tal modo que sea un canal transparente en ambos extremos y toda la trama de datos que se envíe desde el extremo remoto, se tenga sin modificaciones en el punto concentrador.

<sup>8</sup> Se debe aclarar que para el prototipo desarrollado, el subsistema de comunicaciones será simulado en un cuarto frío pequeño con un control de temperatura ya desarrollado. Lo anterior teniendo en cuenta que para lograr realizar las pruebas de funcionamiento del proyecto se requieren intervenir las líneas de alimentación de todo el sistema eléctrico monitoreado, y para una pesquera dichas pruebas en modo real son muy críticas y pueden cuasar perdidas de la carga refrigerada.

Finalmente los datos que son entregados al subsistema de almacenamiento de datos, son procesados por el software de desarrollo en Microsoft Visual Basic ver. 6.0 y WML con interfaz gráfica al usuario, siendo este elemento gráfico una característica competitiva ya que la tendencia tecnológica está enfocada cada vez más hacia generar herramientas que no sólo sean poderosas técnicamente sino que también sean amigables con el usuario y simples de usar. Dicho software trabaja con una base de datos en donde se almacena la información de los eventos que se presenta.

## **7.5 VARIABLES MONITOREADAS.**

Teniendo en cuenta la configuración de los cuartos refrigerados de la empresa Ultramar de Occidente se han seleccionado las variables de interés para incluir en el prototipo del sistema de monitoreo, dichas variables se especifican en la siguiente tabla:

CODIGO	TITULO	DESCRIPCION
C1	Válvula solenoide (abierta - cerrada)	La función de la válvula solenoide es la de proveer un flujo máximo de refrigerante al sistema. Esta válvula estará siempre abierta cuando el setpoint este en el punto de control o por debajo de 0°C durante los ciclos de pre –enfriar
C2	Tiempo del ciclo descongelar.	Este indica el tiempo restante para que la unidad inicie el ciclo de descongelar y esta basado en el tiempo acumulado que tiene funcionando el compresor
C3	Intervalo de ciclo de descongelar (horas)	El intervalo de ciclo de descongelar es el intervalo de tiempo entre los ciclos y hay cinco parámetros para seleccionar 3,6, 9,12 o 24 horas.
C4	Cambio de setpoint	Cambio del valor del setpoint
C5	Tiempo: hora, minuto.	La hora actual en el reloj indicador del tiempo transcurrido.
C6	Fecha; año, mes, día.	Fecha actual (año, mes, día) en el reloj indicador de tiempo transcurrido.
C7	Estado evaporador	Se visualiza el estado del ventilador del evaporador
C8	Estado compresor	Se visualiza el estado del ventilador del compresor
C9	Estado calentador	Se visualiza el estado del ventilador del calentador
C10	Horómetro del motor.	Registra el funcionamiento del tiempo total transcurrido del compresor
C11	Estado condensador	Se visualiza el estado del ventilador del condensador
C12	Acción en caso de falla	Si todos los sensores están fuera de rango. El sistema comenzará el proceso de detener la unidad. El usuario selecciona una de las dos acciones posibles; <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ventilador del evaporador únicamente.</li> <li>▪ Desactivar el sistema.</li> </ul>
C13	Corriente Voltaje Potencia	La unidad de refrigeración está provista de un sensor de amperaje en el sistema. El amperaje medido se utiliza para diagnóstico. Cuando un calentador o el motor es activado o desactivado (ON o OFF), para la actividad se mide si el consumo se incrementa o reduce. El consumo es comparado con los valores normales esperados para el buen funcionamiento de la unidad. Si el resultado de la comparación falla producirá una falla o una indicación de alarma de control. También se visualizará medidas de voltaje y potencia calculadas por los algoritmos.

**Tabla 1: Variables monitoreadas.**

## 7.6 ALARMAS DE CONTROL.

El concepto de las alarmas es de proveer protección de la unidad de refrigeración y la carga refrigerada. La acción tomada cuando se detecta un error siempre considera la integridad de la carga. Se hacen comprobaciones para confirmar que la condición de alarma es real.

Algunas de las alarmas que requieren desactivar el compresor tienen incorporada temporización antes y después de tratar de mantener el compresor funcionando. Un ejemplo de esto son los voltajes principales bajos. Cuando hay una caída de voltaje de más de 25%, se produce una indicación. Pero la unidad continuara funcionando.

Las alarmas se registraran con la hora y la fecha en que se presentan.

CODIGO	TITULO	DESCRIPCION
AL1	Sensor de temperatura 1	Es activada por una señal inválida del sensor. Indicando que la temperatura esta fuera de rango si esta alarma esta activa el sensor secundario será usado para el control.
AL2	Sensor de temperatura 2	Es activada por una señal inválida del sensor. Indicando que la temperatura esta fuera de rango si esta alarma esta activa el sensor secundario será usado para el control.
AL3	Bajo voltaje de la red.	Este mensaje se visualizara cuando el voltaje de alimentación es 75% menos que el voltaje apropiado.
AL4	Consumo de corriente excede el límite.	Es activada dentro de las limitaciones de corriente del sistema si el compresor esta funcionando. Esta es una alarma de indicación únicamente.

**Tabla 2: Alarmas.**

## **7.7 CICLO DE VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO PRE-VIAJE.**

El ciclo de verificación de funcionamiento pre - viaje no debe llevarse a cabo con carga termosensible en el cuarto refrigerado. Este ciclo es independiente y suspende las actividades normales del control cuando el usuario activa el ciclo de verificación.

En esta modalidad el sistema automáticamente verifica el funcionamiento de los componentes del sistema, con los parámetros registrados y comparando con la lógica del microcontrolador y proporcionará la indicación correspondiente de aprobado o desaprobado para cada una de las pruebas efectuadas.

Existen tres formas de verificar el funcionamiento de la unidad:

- **MANUALMENTE.** Se hará funcionar el componente necesario para efectuar la verificación.
- **AUTOMÁTICA.** El sistema ejecutara una serie de pruebas en secuencia, cada una relacionada a un componente, sin la necesidad de la intervención del usuario.
- **AUTOMÁTICAMENTE DESDE UN MANDO DE COMUNICACIONES.** El ciclo de verificación de pre – viaje también puede ser iniciado por medio de la interfaz remota vía wap o RS 232.



CODIGO	TITULO	DESCRIPCION
P1	Calentadores activados	<b>Montaje:</b> El calentador debe estar en posición desactivado y al activarse, la prueba de consumo de corriente tarda 15 segundos. <b>Criterio de Pasa/Falla:</b> Se aprueba si el consumo esta dentro de un intervalo especificado
P2	Calentadores desactivados.	<b>Montaje:</b> El calentador debe arrancar en posición activado debe ser desactivado, la prueba de consumo de corriente tarda 10 segundos. <b>Criterio de Pasa/Falla:</b> Se aprueba si el consumo esta dentro de un intervalo especificado.
P3	Ventilador condensador activado.	<b>Montaje:</b> El ventilador del condensador está funcionando, la prueba de consumo de comente tarda 15 segundos. <b>Criterio de Pasa/Falla:</b> Pasa si el consumo esta dentro de un rango especificado.
P4	Ventilador condensador desactivado.	<b>Montaje:</b> El ventilador del condensador no está funcionando, la prueba de consumo de corriente tarda 10 segundos. <b>Criterio de Pasa/Falla:</b> Pasa si el consumó esta dentro de un rango especificado.
P5	Motor ventilador evaporador activado.	<b>Montaje:</b> El ventilador del evaporador estará funcionando por 10 segundos.. La prueba de consumo de corriente tarda 60 segundos. <b>Criterio de Pasa/Falla:</b> Pasa si el consumo esta dentro de un rango especificado.
P6	Motor ventilador evaporador desactivado.	<b>Montaje:</b> El ventilador del evaporador no está funcionando, la prueba de consumo de corriente tarda 10 segundos. <b>Criterio de Pasa/Falla:</b> Pasa si el consumo esta dentro de un rango especificado.

**Tabla 3: Pre-viaje.**

## 7.8 CONDICIONES DE TRABAJO Y ESPECIFICACIONES DE MEDIDAS

De acuerdo a las características de los componentes utilizados para el desarrollo del subsistema de adquisición de señales, es importante delimitar las condiciones de trabajo adecuado del subsistema y así mismo las especificaciones de las medidas obtenidas:

### TEMPERATURA:

El subsistema de adquisición de señales esta en condiciones de trabajar normalmente dentro de un rango de temperatura de  $-15^{\circ}\text{C}$  hasta  $35^{\circ}\text{C}$ .

### MEDICIONES DE VOLTAJE AC.

Teniendo en cuenta que las señales adquiridas están dentro del rango de 100 Vrms a 125 Vrms en estado normal de funcionamiento, el sistema está en capacidad de medir valores desde 50 Vrms hasta 160 Vrms<sup>9</sup>, en un rango de frecuencias de  $60 \pm 1\text{Hz}$ , con una precisión de  $\pm 4$  Vrms.

### MEDICIONES DE CORRIENTE AC:

De acuerdo al rango de corrientes que se consume en los cuartos refrigerados de la empresa Ultramar de Occidente<sup>10</sup>, con el sistema de monitoreo se pueden medir corrientes hasta 30 Arms, en un rango de frecuencias de  $60 \pm 1\text{Hz}$ , con una precisión de  $\pm 0.3$  Arms.

Para el software del subsistema de almacenamiento de datos, son importantes las siguientes especificaciones mínimas del equipo en el cual se ejecute.

Se requiere un computador con mínimas características tales como procesador Pentium II, 256 megas de memoria Ram, espacio en el disco duro de 10 gigabyte para contar con capacidad de

---

<sup>9</sup> Dicha configuración del rango de medidas se realiza programando el rango del ADC del microcontrolador principal por tanto si se requiere realizar una medida de un voltaje mayor simplemente se debe realizar el cálculo para ajustar la programación del microcontrolador.

<sup>10</sup> Donde el consumo promedio no es mayor a 20A.

almacenamiento de las bases de datos que se generen con los reportes del sistema. El equipo deberá tener sistema operativo desde Windows 98 en adelante, ya que el software es desarrollado en Microsoft Visual Basic 6.0.

## 7.9 SELECCION DEL MICROCONTROLADOR.

Actualmente se encuentra en el mercado una gran variedad de microcontroladores por lo cual la elección de uno de ellos se convierte a veces en una tarea bastante complicada. La elección, para propósito de este proyecto de prototipo se realiza a partir de la evaluación de los requerimientos explicados anteriormente. Se requiere de un gran número de conversores análogo - digital esto conduce a pensar en la utilización de un microcontrolador que posea un buen número de canales conversores análogos - digital así como de módulos PWM, para tal efecto se opto por utilizar la familia de microcontroladores mas usados en el contexto de proyectos realizados durante la carrera de Ingeniería de Diseño y Automatización Electrónica. Se escogió el PIC 16F877, por las características que se muestran en la Tabla 4.

CARACTERISTICAS	16F84	16F877	18F442
Convertor A/D	No	8	8
PWM	No	1	2
Temporizadores	2	3	3
E/S Digitales	16	32	32
USART	no	Si	Si

**Tabla 4: Características de microcontroladores.<sup>11</sup>**

---

<sup>11</sup> [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

Este PIC es un tipo de microcontrolador en los que la CPU puede acceder de forma simultánea e independiente a la memoria de datos y de instrucciones. La memoria de datos y la memoria de instrucciones son internas

Además de la memoria de programa y de la memoria de datos, dispone de un contador de programa, unidad aritmética - lógica, unidad de control, puertas de entrada y salida y circuitos auxiliares.

En concreto, el PIC 16F877 permite trabajar a una frecuencia máxima de 20MHz. La memoria de programa 8K y la de datos de 368 x 8 bytes en RAM y 256 x 8 bytes en EEPROM. Al ser la memoria EEPROM, el borrado es eléctrico, sin emplear radiación ultravioleta con la consiguiente ventaja que ello representa. Se puede grabar cuantas veces se quiera desde el propio grabador. Dispone de 3 temporizadores de 8 y 16 bits, 8 canales de conversores análogos - digital de 10 bits de resolución, modulo PWM, fuentes de interrupciones, funcionamiento entre los 2 y 6 V, un reset automático al conectar la fuente de alimentación. Finalmente el microcontrolador 16F877 constituye la mejor opción.

## **7.10 ESPECIFICACIONES DEL PC-SERVIDOR.**

A continuación se realizará una descripción de las consideraciones para la selección del PC-Servidor. El objetivo primordial era encontrar un sistema operativo, que pudiera ser instalado en cualquier ordenador doméstico de gama media, capaz de realizar funciones de servidor sin que ello suponga alejar al usuario de las aplicaciones y entornos de trabajo a los que está acostumbrado el personal de las pesqueras de Buenaventura. De esta forma se necesita un computador que a parte de realizar las funciones pertinentes de nuestro sistema puede ser utilizado, aunque no es recomendable, como ordenador de trabajo. Esto es gracias a tres puntos básicos:

- El PC-Servidor es un computador doméstico tradicional
- El nuevo entorno de trabajo no necesita un aprendizaje extra por parte del usuario.
- Compatibilidad del nuevo sistema operativo con el máximo software existente en el mercado (Procesadores de texto, programadores, editores gráficos, etc.).

Las características básicas que debe cumplir el servidor son:

- Sencillo proceso de instalación y puesta en marcha.
- Mínimo mantenimiento.
- Máxima seguridad a ataques externos.
- Posibilidad de albergar tanto páginas WEB como WAP.
- Control total de los permisos de escritura, lectura y ejecución.

Una de las metas de nuestro sistema de control remoto era obtener una herramienta que se caracterizase, entre otras cosas, por su sencillez y adaptabilidad; estando presente esta característica tanto en el proceso físico de instalación del sistema como en la puesta en marcha del software del mismo. Parte de este software es el encargado de configurar el servidor para poder realizar un servidor capaz de proporcionarnos tanto páginas WEB como WAP; las cuales pueden tener la función de modificar información que se encuentra en dicho servidor. Si éste no tiene activos los permisos pertinentes no se puede actuar desde el exterior sobre la información almacenada en él. Y para actuar sobre un dispositivo no se puede hacer directamente si no modificar la información del mismo que hay depositada en la Base de Datos que se encuentra almacenada en el PC-Servidor. El hecho de proporcionar permisos de escritura o ejecución hace más vulnerable el servidor a ataques externos. Por este motivo el PC-Servidor tiene que ser capaz

de ejecutar en su interior aplicaciones de seguridad y control de acceso para evitar intrusiones no autorizadas desde el exterior.

## **7.11 SELECCIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO.**

La selección se realizó como ya he comentado teniendo en cuenta que debía ser un sistema operativo capaz de funcionar en un ordenador doméstico de gama media, compatible con el mayor número de software del mercado y que tuviera un entorno de trabajo familiar para cualquier usuario. Por este motivo se buscó dentro de la plataforma de sistemas operativos de entorno Windows y en concreto sobre los más utilizados actualmente:

- Windows 95/98, Millenium. y XP
- Windows NT, 2000 Y 2003.

El primer grupo, Windows 95/98, Millenium y XP, son los más extendidos entre el consumidor general:

- Diseñados para ser más flexibles con los principiantes.
- Favorecen el uso de multimedia y juegos.
- Preinstalados en la mayoría de equipos nuevos.

Mientras que NT, 2000 y 2003 poseen normas más estrictas de operación y seguridad. Motivo más que razonable para seleccionar uno de ellos como sistema operativo, ya que a parte de ser capaz

de realizar funciones de servidor ha de disponer de los medios para ofrecernos un entorno seguro a posibles intrusiones no autorizadas.

Estos servicios están plenamente integrados en todas las plataformas de Windows 2000 Server y reciben el nombre de Information Server (IIS). Esta última es la versión seleccionada para instalarse como sistema operativo ya que cumple con todas las especificaciones marcadas (servidor de un sistema de pequeñas o medias dimensiones, seguridad, entorno Windows, etc.) y posee integrados servicios de WEB y de aplicaciones que marcarán la selección de los lenguajes de programación de la interfaz remota.

## **7.12 SELECCION DE LA CONEXIÓN A INTERNET.**

El PC-Servidor a parte de poseer el software adecuado, en este caso Windows 2000 Server, para realizar las funciones de servidor, ha de conectar físicamente el sistema con el exterior, mediante una conexión a Internet. La selección de la misma debe regirse por las siguientes especificaciones:

- Conexión permanente.
- Poseer una IP fija.
- Menor costo de mantenimiento posible.
- Máxima velocidad de transferencia.

Actualmente en el mercado existen dos tipos de conexión a Internet que cumplen la mayor parte de estos requisitos, son la línea ADSL y RDSI.

**LA LÍNEA ADSL .** (Línea de Abonado Digital Asimétrica) es una tecnología que permite utilizar las líneas telefónicas tradicionales como líneas de datos de alta velocidad. La ventaja principal que ofrece este servicio es la posibilidad de una conexión permanente a Internet, a buena velocidad y bajo coste. Mediante la instalación de un splitter, o filtro de voz-datos, el usuario de ADSL puede, además, utilizar el teléfono de la misma línea de forma convencional mientras navega por Internet. Para la utilización del servicio ADSL se necesita instalar un módem ADSL, que, mediante las nuevas tecnologías de codificación digital permiten ampliar el rendimiento del cableado instalado en la red telefónica actual. Básicamente, ADSL establece tres canales independientes sobre la línea telefónica: dos canales de datos de alta velocidad (uno de envío y otro de recepción) y uno de voz. Típicamente, el ADSL establece un canal de entrada o recepción de datos más veloz que el canal de salida, lo cual se adapta perfectamente a los servicios de acceso a información como Internet en los que, normalmente, el volumen de información recibido es mucho mayor del enviado. Actualmente las ofertas se barajan entre los 100 Kbit/s del acceso básico, hasta los 2Mbit/s del acceso más caro. Las opciones para instalar ADSL son varias, pudiendo elegir entre la configuración más adecuada a nuestras necesidades.

Los módems ADSL con conexión a red permiten compartir el acceso a Internet de forma muy sencilla por todos los equipos conectados a una red. Al no requerir la instalación de ningún tipo de drivers, aseguran un correcto funcionamiento independientemente del sistema operativo instalado en cada uno de los equipos, siendo esta la solución más cómoda para pequeñas redes.

**RDSI.** (Red Digital de Servicios Integrados) es una evolución de la línea telefónica analógica convencional, que ofrece conexión completamente digital de extremo a extremo, lo que permite la integración de multitud de servicios, independientemente de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere. Para la transferencia de la información, se han definido en RDSI una serie de canales digitales:



- **Canal B:** Canal de 64 Kbit/s que transporta la información generada por el terminal del usuario
- **Canal D:** Canal utilizado para señalización (establecimiento y control de la llamada) y para transportar información a baja velocidad (Por ejemplo, la voz). Generalmente es de 16 Kbit/s.
- **Canal H:** Permite la transferencia de información a velocidades superiores a 64 Kbits.

Cuando se contrata una RDSI, se pueden combinar los canales de varias maneras, con el fin de formar el tipo de acceso que mas nos interese. Se han normalizado dos tipos de acceso diferentes, que especifican distintas agrupaciones de los canales posibles:

- **Acceso Básico:** Esta compuesto por dos canales B y un canal D de 16 Kbit/s. La velocidad de transmisión total es de 193 Kbit/s.
- **Acceso Primario:** Esta compuesto por 30 canales B y una canal de tipo D de 64 Kbit/s. Con este acceso se dispone de un total de 2.048 Kbit/s.

La RDSI permite, además de una mayor calidad de sonido en la conversación telefónica, todo tipo de soluciones a las necesidades de comunicación de voz, texto, datos e imágenes por un solo medio de transmisión. Mediante una única línea RDSI se puede disponer de hasta ocho números para los distintos terminales conectados (faxes, extensiones, vídeo y teléfonos). Además se caracteriza por:

- Permitir la utilización del teléfono al mismo tiempo que se navega por Internet a una velocidad mayor que la soportada por un módem convencional.
- Ofrecer el servicio de identificación de llamadas, llamada en espera, desvío, etc.

CARACTERISTICAS	RDSI	ADSL
Velocidad de transferencia de Datos	64 o 128 Kbps	256/128 Kbps
Posibilidad de realizar llamadas locales y conectarse a Internet simultáneamente	Si	Si
Dos conversaciones simultaneas cuando no se usa Internet	Si	No
Costo de la llamada de voz	Según el operador	Según el operador
Costo de acceso a Internet	Depende del acceso contratado	Depende del acceso contratado
Velocidad de transferencia de datos simétrica/ asimétrica	simétrica	Asimétrica
Conexión permanente a Internet	No	Si
Tiempo de establecimiento de llamada	1 – 4 seg	0 seg

**Tabla 5. Comparativa entre conexiones ADSL y RDSI.<sup>12</sup>**

Para que nuestro bloque de PC-Servidor realice correctamente las funciones de servidor ha de disponer de una IP fija y conexión permanente. Ya que si la conexión a Internet seleccionada no dispone de estas dos características nos encontramos que:

- **No disponer de una IP fija:** provoca la no conexión desde el exterior, mediante un terminal al servidor. Debemos de conocer de antemano la IP que indica la dirección donde se encuentra ubicada la información que deseamos visualizar.
- **Conexión no permanente:** el sistema de control esta diseñado para que se pueda acceder y controlar desde cualquier punto y en cualquier momento. Por tanto el sistema ha de estar conectado a Internet permanentemente sin que ello suponga un gasto económico elevado.

---

<sup>12</sup> [www.telefonica.es](http://www.telefonica.es)

En la Tabla 5 la conexión a Internet mediante ADSL se ajusta mejor a nuestras necesidades:

- Incorpora una IP fija, mientras que en la RDSI se ha de contratar por separado a la conexión.
- Conexión permanente, característica que no posee la RDSI.
- Tarifa plana incluida en la cuota mensual mientras que la RDSI depende del acceso contratado.

## 8. DESARROLLO

El diseño y elaboración del dispositivo denominado Sistema de Control de Refrigeración Vía Telefónica<sup>13</sup> contó con desarrollos en hardware y software. Estos fueron divididos en tres áreas principales que serán explicadas a continuación. 1) Adquisición de señales, 2) Comunicación, 4) Almacenamiento de datos.

### 8.1 ADQUISICION DE SEÑALES.

Como se mencionó anteriormente, este módulo representa un factor muy importante en el desempeño global del sistema de monitoreo, ya que es el módulo encargado de obtener toda la información de las variables externas para procesamiento, almacenamiento y visualización de datos.

Este módulo esta compuesto únicamente por hardware, el cual consta de los siguientes componentes.

- Sensores y transductores, con los cuales se adquieren las señales externas.
- Microcontrolador encargado del procesamiento de datos y transmisión serial.
- Microcontrolador encargado del manejo de un visualizador local.
- Circuitos para el acondicionamiento de las señales tomadas externamente.

A continuación, se explica cada uno de los puntos mencionados anteriormente y sus principales características de implementación.

---

<sup>13</sup> Denominado en el proyecto SCRT.

### 8.1.1 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL DE VOLTAJE

Para monitorear la señal de voltaje se implementa un circuito amplificador de trans-resistencia que posee una ganancia de corriente de valor:

$$GI = \frac{V_{o1}}{I_s} = \frac{2R_4}{R_3} R_2 \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{2R_1}{R_5} \right)^{14}$$

Dado que  $I_s = \frac{V_s}{2R_4}$ ,  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10K$ , y además que  $V_{o1}(t) = 5V$  al despejar  $R_5$ :

$$I_s = \frac{V_s}{2R_4} = \frac{220V}{9.4M\Omega} = 23.4\mu A$$

Por ende la ganancia del amplificador de trans – resistencia tiene un valor de

$$GI = \frac{V_{o1}}{I_s} = \frac{5V}{0.0000234A} = 213636V/A$$

Ahora por ultimo se determina el valor  $R_5$ , reemplazando en la anterior ecuación los valores de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  y  $R_4$ , así:

$$213636 = 20K\Omega \left( 2 + \frac{20K\Omega}{R_5} \right)$$

$$213636R_5 = 40000\Omega + 400000\Omega \left( \frac{1}{R_5} \right)$$

$$173636R_5 = 400000\Omega$$

$$R_5 = 2,3\Omega$$

---

<sup>14</sup> COUGHLIN, Robert F. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales..

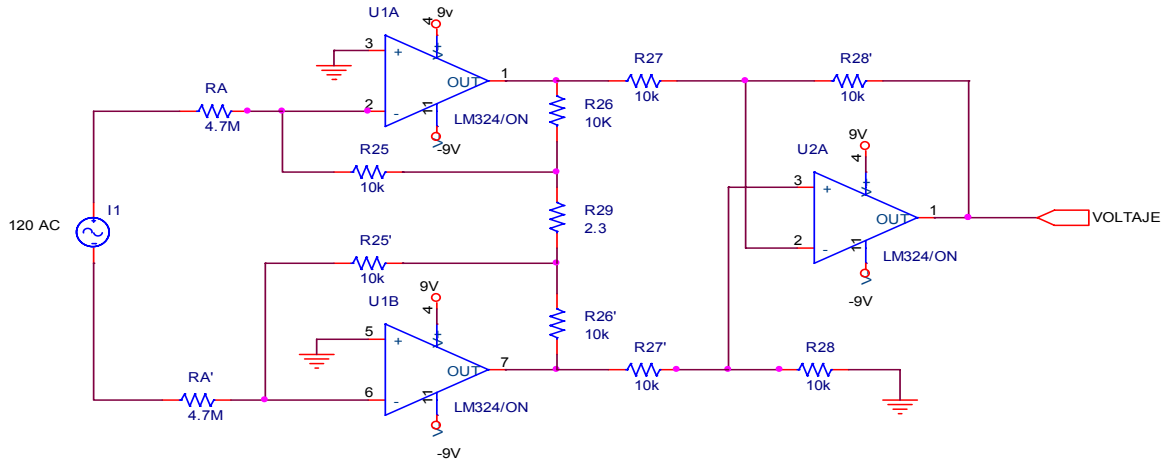


Figura 11. Diagrama esquemático de acondicionador de voltaje.

### 8.1.2 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL DE CORRIENTE.

La corriente instantánea asociada a la carga es determinada gracias a la acción de una resistencia de medida  $R_m = 0.025\Omega$ , que se coloca en serie dentro del circuito de carga, la cual actúa como transductor eléctrico convirtiendo una señal de corriente en una señal de voltaje. Cuando en el circuito de carga circula una corriente máxima  $I_s = 25\text{ A}$  en  $R_m$  cae una diferencia de potencial igual a:

$$V_R = I_s R_m = 25\text{ A} * 0.025\Omega = 0.625\text{ V}$$

Posteriormente esta señal de voltaje es acondicionada a un nivel apropiado ( $V_o(t) = 5\text{ V}$ ) mediante un amplificador de instrumentación que posee una ganancia de valor.

$$GAI = \frac{Vo2}{VR} = \frac{Rf}{R1} \left( 1 + \frac{2R2}{R3} \right)^{15}$$

Dado que  $GAI = Vo2/VR$ ;  $Vo2 = 5V$ ;  $R1=R1'=1K\Omega$ ;  $R2=R4=1K\Omega$ ;  $Rf= R'f=2K\Omega$  se calcula el valor de  $R3$  como:

$$GAI = \frac{Vo2}{VR} = \frac{5V}{0.625V} = 8$$

$$8 = 2 \left( 1 + \frac{2K\Omega}{R3} \right)$$

$$8 = 2 + \frac{4K\Omega}{R3}$$

$$6R3 = 4000$$

$$R3 = 667\Omega$$

---

<sup>15</sup> COUGHLIN, Robert F. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales..

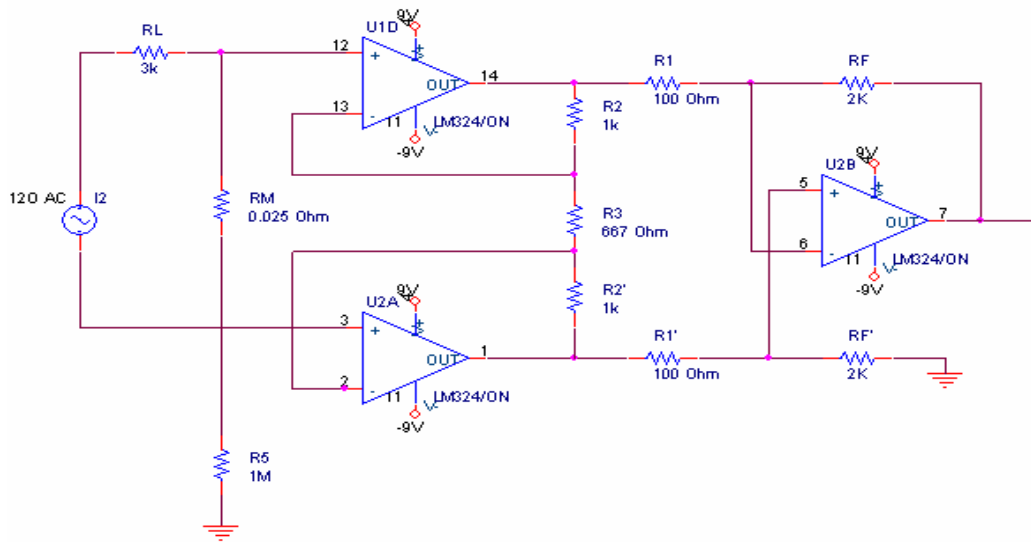


Figura 12. Diagrama esquemático de acondicionador de corriente.

### 8.1.2.1 CALCULO DE LA POTENCIA ACTIVA.

La potencia activa de un circuito o de una carga se calcula en el tiempo con una integral. Si se tiene lecturas muestreadas de los valores instantáneos de voltaje  $V_{o1}(t)$ , y de la corriente  $V_{o2}(t)$  la integral se calcula como el promedio de una sumatoria de la siguiente forma

$$1/n \sum_{k=0}^{n-1} V_{o1k} \times V_{o2k}^{16}$$

Si se desea calcular la potencia activa de esta manera, en el programa del microcontrolador se realizan ciertos algoritmos de cálculo que ayudan a la obtención del valor deseado, como:

<sup>16</sup> HERNANDEZ, Alberto. Contador digital domiciliario de energía eléctrica, 1999.



1. Se calcula el producto de la señal de voltaje  $V_{o1}(t)$  (valor cargado en el registro dato 1) y la señal de corriente  $V_{o2}(t)$  (valor cargado en el registro dato 2). Con lo cual se determina la potencia instantánea de la carga (valor que se carga en el registro dato).

$$Potencia\_activa = P1 = V_{o1k} \times V_{o2k} = dato3 = dato1 \times dato2$$

2. Dentro de una sumatoria se acumula el valor de 100 muestras de potencia instantánea.

$$Sum = \sum_{k=0}^{n=99} V_{o1k} \times V_{o2k}$$

3. Se calcula el valor promedio de potencia activa, dividiendo la sumatoria de potencia instantánea entre la frecuencia de muestreo ( $n=100$ ).

$$P_{prom} = 1/100 \sum_{k=0}^{k=99} V_{o1k} \times V_{o2k}$$

### 8.1.3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL DE MEDIDA DE TEMPERATURA.

Los termistores, en inglés “thermistor” (Thermally Sensitive Resistor), son dispositivos, basados en materiales semiconductores, cuya resistencia varía con la temperatura. Mientras las termocuplas son los transductores de temperatura más versátiles y los RTD son los más estables, la palabra que mejor describe a los termistores es la sensibilidad. De estos tres sensores, el termistor exhibe mayor cambio en el parámetro resistencia en función de pequeños cambios de temperatura por esta característica se utilizó un termistor.

Los termistores están generalmente compuestos de materiales semiconductores y existen básicamente dos tipos: los de coeficiente negativo de temperatura (NTC) y los de coeficiente positivo de temperatura (PTC). Los primeros son los más usados y disminuyen su resistencia con

el incremento de temperatura. El precio que se paga por el incremento en la sensibilidad, es la pérdida de linealidad. Efectivamente, el termistor es un dispositivo extremadamente no lineal y su curva característica varia según sea el fabricante.

Este acondicionador de señal tiene como propósito la realización de un medidor de temperatura digital basado en un termistor 10 Kohm +/- 5% @ 25°C. El termistor usado tiene la siguiente tabla de calibración:

Temp (°C)	R (Kohm)	Temp (°C)	R (Kohm)
-50	320.2	30	8.313
-45	247.5	35	6.941
-40	188.4	40	5.826
-35	144.0	45	4.912
-30	111.3	50	4.161
-25	86.39	55	3.537
-20	67.74	60	3.021
-15	53.39	65	2.589
-10	42.45	70	2.229
-5	33.89	75	1.924
0	27.28	80	1.669
5	22.05	85	1.451
10	17.96	90	1.366
15	14.68	95	1.108
20	12.09	100	.9375
25	10.00	105	.8575

**Tabla 6. Calibración del termistor<sup>17</sup>**

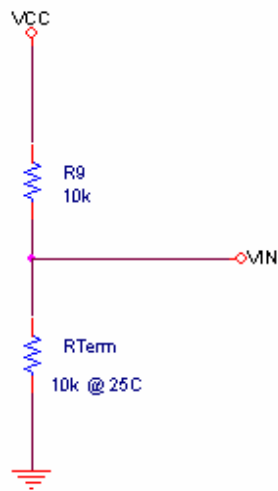
El acondicionamiento de señal, consiste en un divisor de voltaje realizado con el termistor (Rterm) y una resistencia de 10K (R1), Como voltaje de referencia se utiliza +5V.

---

<sup>17</sup> [www.digikey.com](http://www.digikey.com)

Se utiliza el convertidor analógico digital de 10Bits de resolución de microcontrolador, luego los valores entre 0.0 y Vref son cuantificados como valores de 10 Bits desde 0 hasta 1024 decimal (Vac).

Resolución:  $V_{ref}/1.024$ . El rango a medir se encuentra entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $55^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 13. Acondicionamiento de medida de temperatura.**

#### **8.1.4 COMUNICACIÓN CON EL PC.**

La comunicación con el pc se hace a través de la USART del microcontrolador. La USART (Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) es uno de los 2 módulos de transmisión serial con que cuenta el microcontrolador. La transmisión se hace de a 8 bits con un bit de inicio. Para la comunicación se eligió una tasa de transmisión de 9600bps. El generador de rata de transmisión divide el reloj de funcionamiento del microcontrolador en un número entero,

para el caso específico en que se trabajó al microcontrolador, es decir, en modo de velocidad baja, se usa la siguiente fórmula para la rata de transmisión.

$$\text{Tasa de transmisión} = \text{Fosc}/(64(n+1))^{18}$$

En donde n es un número entero que se debe poner en el registro SPBRG (registro de generación de tasa de transmisión de la USART) del microcontrolador al inicializar el puerto y Fosc la frecuencia del reloj con que trabaja el microcontrolador. Como n es un número entero, si la frecuencia del reloj no es un múltiplo entero de 9600 se va a generar un porcentaje de error en la transmisión, es por esto que se eligió un reloj de 4.9152Mhz para el microcontrolador, si se reemplaza en la fórmula se encontrará un valor de n igual a 7 y un porcentaje de error debido a tasa de transmisión de 0%.

Este tipo de conexión me permite realizar la lectura de los sensores de temperatura cada 350ms y responder a órdenes externas debido a su propiedad de ser FULL-DUPLEX de forma más rápida. Otro criterio de selección, fue la utilización de un modulo ya creado internamente en el microcontrolador.

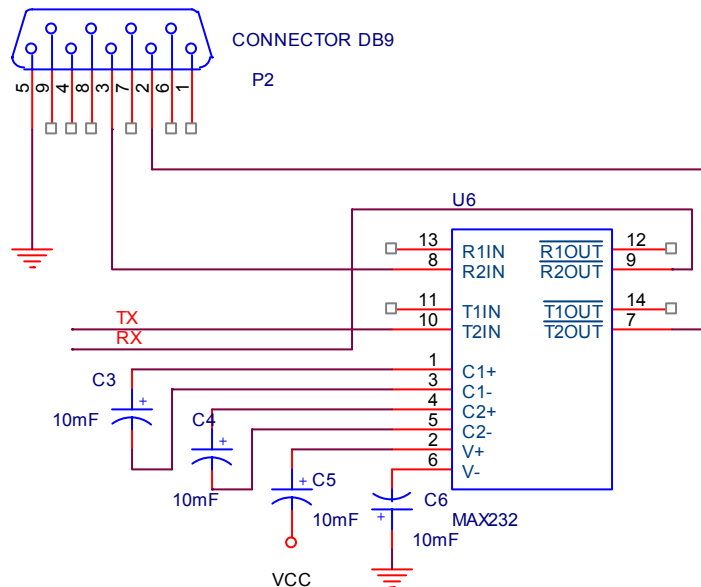
Desde el exterior se realizaran ordenes como son la configuración de alarmas, cambio de set-point o selección de temperatura deseada por el usuario y las velocidades de transmisión que el usuario quiera, estando solo limitado por el hardware utilizado para la medición análogo de las temperatura, voltaje y corriente.

---

<sup>18</sup> [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

Para la obtención de datos al computador es necesario cambiar la secuencia digital de 0-5 voltios a 0-12 voltios, para realizar esta operación es necesario colocar una interfaz MAX232 la cual cumple con esta función.

La conexión al PC, se puede obtener con un tipo de conector PS2 o DB9, se utilizó DB9 debido a que es más común este tipo de conexión sobre el PC.

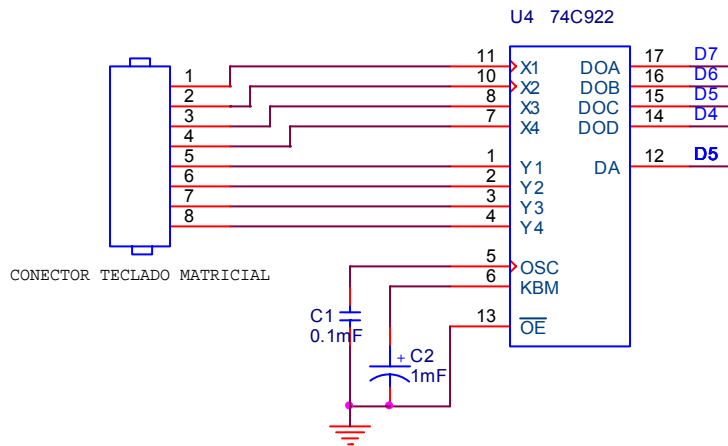


**Figura14. Comunicación serial.**

### 8.1.5 TECLADO PARA INGRESO DE DATOS.

El dispositivo cuenta con un teclado numérico de 4 filas x 3 columnas. El teclado funciona como un arreglo de interruptores que ponen en corto ciertos puntos de una matriz, por tanto se uso un manejador de teclado (integrado 74HC922) cuyas ocho entradas se conectaron a las salidas del teclado y cuyas cuatro salidas se conectaron a cuatro entradas digitales del microcontrolador. Además se usó una salida digital de éste último para conectarla a la entrada de Output Enable

(habilitar salida) del microcontrolador y se usó una salida digital de éste último para conectarla a la entrada de Output Enable (habilitar salida) del manejador ya que éste funciona de modo tristate.



**Figura 15: Conexión del teclado.**

En las rutinas de recepción de datos a través del teclado se espera a que haya un 0 en Data Available, en ese momento se habilita la entrada de datos (usando el pin de output enable) se almacenan en un registro y se envían por USART..

## 8.2 ETAPA DE POTENCIA.

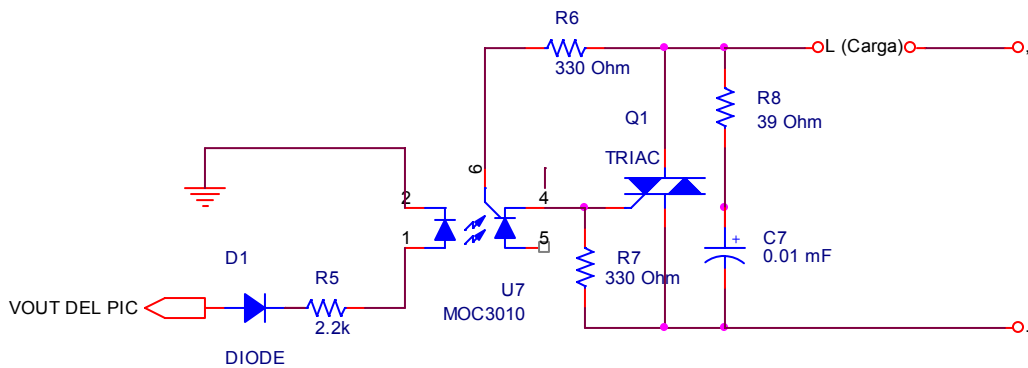
La etapa de potencia recibe la señal DC que les llega del microcontrolador a través de un optoaislador, luego de pasar por el diodo D1. Este opera como elemento protector para la conexión con polaridad inversa.

En el circuito de potencia se usa un TRIAC, el cual será disparado por el MOC 3041, la resistencia de entrada al optoaislador se calculó de manera que existan 10 mA de corriente, y los cálculos de la resistencia a la salida del optoaislador son los siguientes:

$$R1 = 110v / I_{GATE\ MIN} = 110v / 50mA = 2,2\ K\Omega^{19}$$

$$P = 2,2\ K\Omega * 50mA^2 = 5\ wattios$$

donde R1 es la resistencia,  $I_{GATE\ MIN}$  la corriente de gate mínima del triac y P la potencia de la resistencia.



**Figura 16 Modulo de salidas AC.**

<sup>19</sup> MALONEY, Timothy. Electronica industrial moderna. México: Prentice Hall Hispanoamericana. 1997

### 8.3 SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES.

#### 8.3.1 PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA DE DATOS PC - PIC.

En el presente trabajo se desarrollo un programa en Visual Basic a fin de estudiar el protocolo Xmodem y luego se implementó en un PIC 16F877 para transferir datos del pic al pc,

Xmodem es básicamente un método para la transferencia de archivos entre computadoras personales. Desde el punto de vista del hardware, Xmodem es implementado sobre líneas seriales asincrónicas, con configuración de 8 bits de datos, sin bit de paridad y un bit de parada.

Típicamente los datos en un archivo son transmitidos sin cambios, excepto algunos casos como en el sistema operativo MS-DOS donde hay que agregar un ^Z (26 decimal) como carácter de fin de archivo.

Xmodem utiliza los siguientes caracteres ASCII especiales:

Nombre	Decimal	Hexadecimal	Descripción
SOH	01	H01	Comienzo Encabezado
EOT	04	H04	Fin de la Transmisión
ACK	06	H06	Confirmación (positiva)
DEL	16	H10	Escape
X-ON(DC1)	17	H11	Transmisión On
X-ON(DC3)	19	H13	Transmisión Off
NAK	21	H15	Confirmación(negativa)
SYN	22	H16	Synchronous idle
CAN	24	H18	Cancelar

**Tabla 7. Caracteres ASCII Xmodem<sup>20</sup>**

---

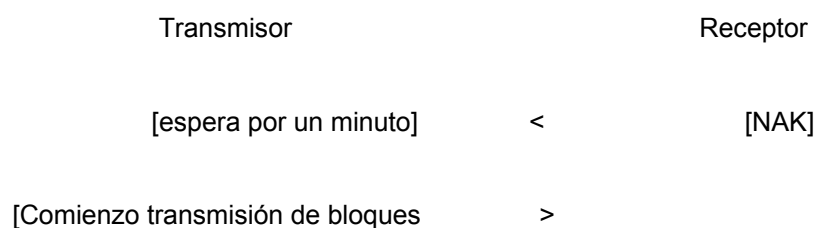
<sup>20</sup> MORCILLO, Pedro. Comunicaciones industriales, 2000.



Para todos los efectos, se considera como transmisor la computadora/software que envía paquetes y recibe confirmaciones y como receptora la computadora/software que recibe paquetes y envía confirmaciones.

Xmodem es un protocolo que no incluye nombre de archivo en sus paquetes por lo que previamente, ambas computadoras, la transmisora y la receptora, deben conocer donde encontrar los datos (que archivo será transmitido) y donde poner los datos (archivo que almacenara los datos o buffer).

Una vez entrado en el protocolo, el computador transmisor, espera entre 10 segundos y un minuto, recibir un carácter NAK de la computadora receptora. Se dice entonces, que la computadora receptora controla el manejo del protocolo. La computadora transmisora puede repetir esto cualquier número de veces. Si un carácter diferente a NAK o CAN es recibido por el transmisor, este lo ignora. El carácter CAN implica la cancelación de la transferencia de archivo y el transmisor debe salir del protocolo Xmodem. Una vez que el receptor ha enviado un carácter NAK, espera por 10 segundos la llegada del primer paquete Xmodem. Si no recibe nada en estos 10 segundos, envía otro NAK, repitiendo esto por 10 veces, luego de lo cual de no haber recibido respuestas, sale del protocolo Xmodem, indicando un error severo.



El transmisor toma los datos y los divide en piezas de 128, 8 bits bytes y los coloca en un paquete Xmodem. Un paquete Xmodem consta de:

[SOH] [seq] [cmpl seq] [128 bytes de datos] [csum]

Donde:

SOH: Carácter de comienzo de cabecera (1 decimal).

Seq: Un byte de numero de secuencia el cual comienza en uno, incrementándose hasta que alcance el valor de 255

Datos: 128, 8 bit byte de datos.

Csum: Un byte que representa la suma de todos los datos, sin incluir los 3 primeros byte del encabezado.

Una vez que la inicialización del protocolo ha sido completada, el transmisor envía el primer paquete Xmodem y entonces espera. Luego que el receptor tiene el paquete completo, este compara su propio checksum calculado con el checksum que fue enviado en el paquete. Si los checksum coinciden, el receptor envía una confirmación positiva (ACK). Si los checksum son diferentes, el receptor envía una confirmación negativa (NACK).

Después que el receptor envía un ACK, el transmisor envía el siguiente paquete Xmodem. Si el transmisor recibe un NAK, este reenvía nuevamente el mismo paquete Xmodem. Una vez que el transmisor ha enviado el último paquete y ha recibido la confirmación positiva (ACK), respectiva, este envía un EOT al receptor y entonces espera por un ACK final antes de salir de Xmodem. Cuando el receptor ve un carácter EOT en lugar de un SOH, el receptor transmite un ACK y cierra sus archivos saliendo del protocolo Xmodem.

Todo lo anterior esta representado en la siguiente secuencia:

Transmisor		Receptor
	<<<<<<<<	
[SOH] [001] [254] [.....] [csum]	>>>>>>>	[NAK]
	<<<<<<<<	
[SOH] [002] [253] [.....] [csum]	>>>>>>>	[ACK]
	<<<<<<<<	
[SOH] [003] [252] [.....] [csum]	>>>>>>>	[ACK]
	<<<<<<<<	
[ [SOH] [004] [251] [.....] [csum]	>>>>>>>	ACK]
	<<<<<<<<	
[EOT]	>>>>>>>	[ACK]
	<<<<<<<<	[ACK]

El receptor puede cancelar la transferencia enviando un carácter CAN y saliendo del protocolo. Si el transmisor recibe un carácter CAN cuando espera un carácter ACK o NAK, o cuando espera un carácter SOH (comienzo de paquete), este termina la transferencia y sale del protocolo. Muchas implementaciones del protocolo Xmodem, requieren de dos caracteres CAN ante de reconocer una condición de cancelación.

El receptor puede cancelar la transferencia enviando un carácter CAN y saliendo del protocolo. Si el transmisor recibe un carácter CAN cuando espera un carácter ACK o NAK, o cuando espera un

carácter SOH (comienzo de paquete), este termina la transferencia y sale del protocolo. Muchas implementaciones del protocolo Xmodem, requieren de dos caracteres CAN ante de reconocer una condición de cancelación.

### **8.3.1.1 Recuperación de Errores y Temporización Xmodem**

La detección y recuperación de errores es el propósito principal de protocolo Xmodem. Algunas de las condiciones de errores comunes se muestran a continuación:

- **Error de complemento**

Si el número de secuencia, luego de ser complementado no coincide con el del campo complemento de secuencia, el paquete debe ser descartado y un carácter NAK enviado al transmisor.

- **Condición de paquete duplicado**

Si el número de secuencia es el mismo, que el numero de secuencia del ultimo paquete recibido, el paquete debe ser descartado y un ACK enviado al transmisor.

- **Error fuera de secuencia**

Si el número de secuencia, luego de ser complementado coincide con el numero en el campo complemento de secuencia, pero este no es el numero de secuencia esperado, el receptor debe enviar dos caracteres CAN al transmisor y salir del protocolo

- **Error tiempo de espera vencido en el Receptor**

Cuando el receptor espera datos y transcurren 10 seg, sin recibir un carácter, el receptor debe enviar otro NACK al transmisor. Esto se debe repetir unas 10 veces si la condición de error se

mantiene. El tratamiento del error tiempo de espera vencido varia según la implementación del protocolo Xmodem.

- **Error tiempo de espera vencido en el transmisor**

En la versión original del protocolo, el transmisor espera hasta 10 seg. por la llegada de un carácter ACK, NAK o CAN y luego retransmite el ultimo paquete como si hubiera recibido un NAK. En la mayoría de las implementaciones, el transmisor espera un tiempo mayor (30Seg. A 1Minuto) y luego termina la transferencia de archivos si no se ha recibido un ACK, NAK o CAN, o espera por 30 seg. y luego retransmite el ultimo paquete.

Además de todas las condiciones de errores anteriores, también debe considerarse las posibilidades de recibir un falso EOT o CAN debido a alteraciones en la comunicación, en el primer caso puede considerarse el envío de dos EOT en lugar de uno para asegurarse que realmente se llegó al final de la transmisión.

## **8.4 SUBSISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS.**

Este subsistema se basa en un software que se encarga de recibir todos los datos procesados por el subsistema de adquisición de datos y realizar la compleja labor de verificación de parámetros, visualización de datos, generación de alarmas y reportes.

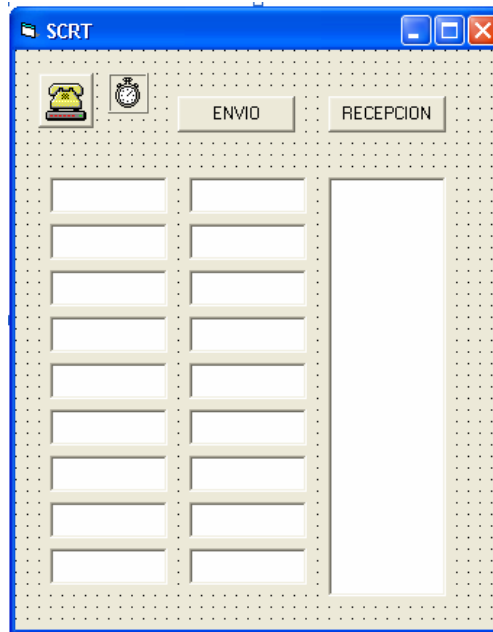
Como se mencionó anteriormente en las especificaciones, el software fue desarrollado en el programa Microsoft Visual Basic Ver 6.0 teniendo en cuenta algunos parámetros importantes:

- El realizador del proyecto manejaba previamente el programa, lo cual es una ventaja significativa en el desarrollo del proyecto, minimizando el tiempo de aprendizaje con

respecto a su manejo. Sin embargo, muchos de los esquemas que se desarrollaron en el proyecto no eran conocidos, lo cual requirió investigar y profundizar sobre diferentes aplicaciones.

- La interface gráfica del programa Microsoft Visual Basic Ver 6.0 es suficientemente poderosa para la aplicación que se requería, permitiendo generar ventajas con las diferentes opciones de los cuartos refrigerados, adquirir datos de los administradores usuarios y generar alarmas, todo de una manera amigable dentro de la interface gráfica.
- El programa Microsoft Visual Basic Ver 6.0 ofrece las características de procesamiento adecuadas para la aplicación permitiendo ejecutar los procesos rápidamente con respecto a la captura y comparación de datos de cada variable, así mismo desplegando las alarmas respectivas con un tiempo de respuesta muy adecuado.
- Capacidad para el manejo y conexión con bases de datos, permitiendo desarrollar una aplicación unificada que maneje diferentes utilidades de una manera eficiente.
- El programa Microsoft Visual Basic Ver 6.0 tiene la opción de manejar puertos seriales usando el componente mscomm, lo cual permite configurar los puertos para generar la comunicación con el computador.

Inicialmente se generó un prototipo de pruebas para poder verificar la adecuada recepción de los datos que se estaban transmitiendo desde el extremo remoto y así mismo, para realizar pruebas de la capacidad del programa, respecto a los requerimientos del desarrollo. En la Figura 17 se muestra la interfaz que se desarrollo, para realizar las pruebas iniciales:



**Figura 17. Interface gráfica desarrollada como prototipo de pruebas.**

Para realizar las pruebas iniciales del software, se realizó un montaje en el que se transmitían datos de las variables adquiridas y se transmitían serialmente a una computadora que tenía corriendo el aplicativo del software de pruebas. De acuerdo a la Figura 17, en la ventana que se observa a la derecha se recibía toda la trama enviada desde el dispositivo móvil y el cuarto refrigerado sin modificaciones y lo que se hacía en este programa era desglosar toda la trama y generar la visualización del valor de cada variable en las dos columnas que se encuentran a la izquierda de la interface gráfica.

De acuerdo a lo anterior se verificó la adecuada recepción de los datos, el correcto desglosamiento de la trama recibida y la velocidad de respuesta del software, con respecto a los cambios generados en el extremo donde se adquirían las señales.

Como se mencionó anteriormente, esta interface era sólo para realizar las pruebas del desempeño con respecto a la recepción de las tramas recibidas desde el subsistema de adquisición de señales

y aunque no se realizó un desarrollo profundo en la parte esquemática se logró el objetivo inicial que era certificar que se podría llevar a cabo todo el desarrollo bajo este lenguaje de programación.

Después de haber realizado las pruebas y obteniendo los resultados deseados, se generó la estructura del software general, el cual básicamente estaría compuesto por una base de datos y las interfaces gráficas.

#### **8.4.1 BASE DE DATOS.**

Para la base de datos desarrollada, se utilizó el programa Microsoft Access 2003 el cual es manejado por el autor del proyecto, cumple con los requerimientos del sistema y adicionalmente, es compatible con el programa Visual Basic y WML.

##### **8.4.1.1 ACCESO A LA BASE DE DATOS DAO DESDE LA APLICACIÓN.**

Se utilizó el modelo cliente-servidor para acceder a bases de datos localizadas en un servidor, ya que aporta bastantes ventajas:

- Operaciones más fiables y robustas, puesto que existe un único servidor de base de datos que interactúa con todos los clientes.
- Notable aumento del rendimiento de algunas operaciones, especialmente cuando las estaciones de trabajo de los usuarios son equipos de gama baja.
- Reducción del tráfico de la red gracias a una transmisión de datos más eficiente. Sólo se transfieren los datos que la aplicación necesita.



- Características críticas como los registros de transacciones, las capacidades de copia de seguridad complejas, las matrices de discos redundantes y las herramientas de recuperación de fallos.

La forma más común de acceder a un servidor de bases de datos es a través de ODBC. ODBC es una capa intermedia entre las aplicaciones que se ejecutan en el cliente y el servidor de bases de datos. El controlador ODBC del cliente recibe peticiones de la aplicación, las traduce a peticiones ODBC y las envía al servidor. El servidor responde al controlador ODBC del Cliente, y éste pasa la respuesta a la aplicación. La ventaja de usar ODBC es la independencia del SGBD (Sistema Gestor de Bases de Datos) utilizado, pudiendo cambiar éste realizando cambios mínimos en el código de la aplicación. Utilice Jet-ODBC para acceder a orígenes de datos remotos utilizando DAO, Jet-ODBC utiliza el motor Jet para acceder al SGBD.

## **8.4.2 TABLAS.**

A continuación se describen cada una de las tablas generadas.

### **8.4.2.1 TABLA DE USUARIOS.**

En esta tabla se almacena los usuarios administradores que harán uso del software de monitoreo y control remoto. En la Figura 18 se muestra la pantalla de dicha tabla:

USUARIOS : Tabla					
	NOMBRE	CC	TELEFONO	DIRECCION	PASSWORD
▶	Carlos Pandalés	70756345	2433520	cr 5 No 58-55	1234
	Jorge Gomez	90088874	3984935	cil 2 No 6-89	jorge
*					

**Figura 18. Tabla de usuarios administradores.**

Como se observa en la figura anterior, ésta contiene los datos de nombre, cédula, teléfono, dirección, y un password para cada administrador.

#### 8.4.2.2 TABLA CUARTOS REFRIGERADOS.

Esta tabla contiene la información correspondiente a los cuartos refrigerados que están configurados en el sistema de monitoreo, por ello se almacena el código del cuarto refrigerado. Adicional a esto, se tiene la información de la dirección IP que está asignada, este dato es vital ya que el software realiza una verificación de conectividad realizando un ping a dicha dirección y con la respuesta obtenida a dicha dirección se puede determinar si esta activa. También se incluye los datos del técnico responsable del citado cuarto refrigerado, el nombre del propietario del cuarto refrigerado, el teléfono y la dirección física del cuarto refrigerado.

En la Figura 19 se muestra la tabla en mención.

CUARTOS REFRIGERADOS : Tabla							
	Id	CODIGO	IP	PROPIETARIO	TEC RESPONSABLE	DIRECCION	TELEFONO
▶		005679	201.244.173.218	Ricardo Riascos	Camilo Prieto	cil 68 Noi 39-67	5345930
		2006793	201.106..21.34	Omar Lopez	Diego Gonzales	cr 100 No 99-7C	8110050

**Figura 19. Tabla de cuartos refrigerados.**

Esta tabla contiene el historial de todas las alarmas que se han generado en el sistema, por tanto en la tabla se almacena el valor de la alarma la fecha y la hora que se genero. En la figura 20 se muestra la tabla.

ALARMA : Tabla				
	VARIABLE	VALOR	HORA	FECHA
	ALARMA	1	03:18:51 p.m.	05/08/2006
	ALARMA	4	03:30:53 p.m.	05/08/2006

**Figura 20: Tabla de alarma**

#### 8.4.2.3 TABLA DE VARIABLES.

Estas tablas almacena la información de las variables del sistema medidas en el momento que se generó. En la Figura 21 esta mostrada un ejemplo de la variable voltaje.

VOLTAJE : Tabla				
	VARIABLE	VALOR	HORA	FECHA
▶	VOLTAJE	121	03:32:51 p.m.	05/08/2006
	VOLTAJE	83	03:33:53 p.m.	05/08/2006

**Figura 21: Tabla de variable voltaje.**

#### 8.4.3 INTERFACE GRAFICA.

La aplicación desarrollada cuenta con una interface gráfica, la cual representa un factor clave dentro del proyecto planteado, pues en general el éxito de los sistemas de monitoreo y control remoto radica en las facilidades de su uso y en lo amigable que sea, frente a las opciones que ofrece el software.

La interface gráfica desarrollada soporta toda la interacción con el usuario incluyendo la autenticación de administradores, manipulación en cuanto a modificaciones de parámetros del cuarto refrigerado y despliegue de todas las alarmas generadas por el sistema.

Existen multitud de terminales con conexión a Internet (PDA, PocketPC, teléfono móvil, Pc tradicional, etc.)

Las páginas WAP tendrán las siguientes especificaciones:

- Tamaño general de la página: 1,4 Mbytes.
- Longitud del texto: entre 16 y 20 líneas como máximo
- Longitud de la página: no más de 15 caracteres
- Tamaño de la imagen:
  - anchura: menor de 91 píxeles .
  - altura: inferior a 47 píxeles

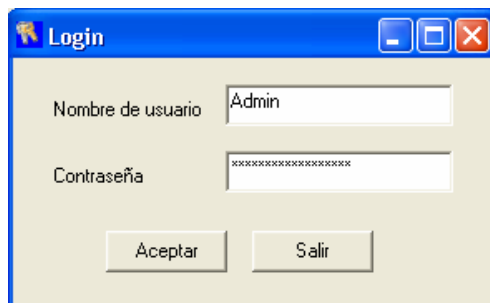
Alguno de estos terminales móviles, por lo reducido de su tamaño, disponen de una capacidad de memoria determinada que en algunos casos, como sucede en los actuales teléfonos móviles, no supera los 1.4 Mbytes. Por este motivo es conveniente que las páginas de la interfaz de usuario remota no se ejecuten en el terminal sino que a él llegue el resultado de la compilación de éstas. Este proceso se lleva a cabo en el servidor y se inicia al recibir la petición del cliente. Gracias a ello se soluciona el problema de la escasa memoria y, a su vez, se aumenta la velocidad de ejecución respecto a la que tendría si se realizase en dicho terminal.

Y como requisito global de todo el sistema, esta interfaz tiene que estar marcada además de por la sencillez de su manejo, por la rapidez para ejecutar cualquier acción sobre los cuartos fríos a controlar. Para ello se desarrollaron páginas que guiarán por los diferentes menús.

#### 8.4.3.1 FORMULARIO DE INICIO.

Este formulario inicial se despliega al ejecutar el aplicativo del software y en éste se debe seleccionar el usuario y colocar el respectivo password de autenticación para tener acceso al sistema de monitoreo. En caso de no ser correcto el password no se podrá acceder al programa.

Las siguientes figuras muestran las pantallas de inicio del programa:

The image shows a Windows-style dialog box titled "Login". It has a blue title bar with standard minimize, maximize, and close buttons. The main area has a light beige background. There are two text input fields. The first is labeled "Nombre de usuario" and contains the text "Admin". The second is labeled "Contraseña" and contains a series of asterisks to mask the password. Below these fields are two buttons: "Aceptar" (Accept) and "Salir" (Exit).

**Figura 22. Formulario VB de autenticación.**



Figura 23. Pagina WAP de autentificación.

#### 8.4.3.2 PANTALLA DE MONITOREO.

En la pantalla de monitoreo se encuentran el cambio de setpoints, previaje, tiempo de ciclo de descongelar, intervalo de ciclo de descongelar y visualización de todas las variables del sistema.

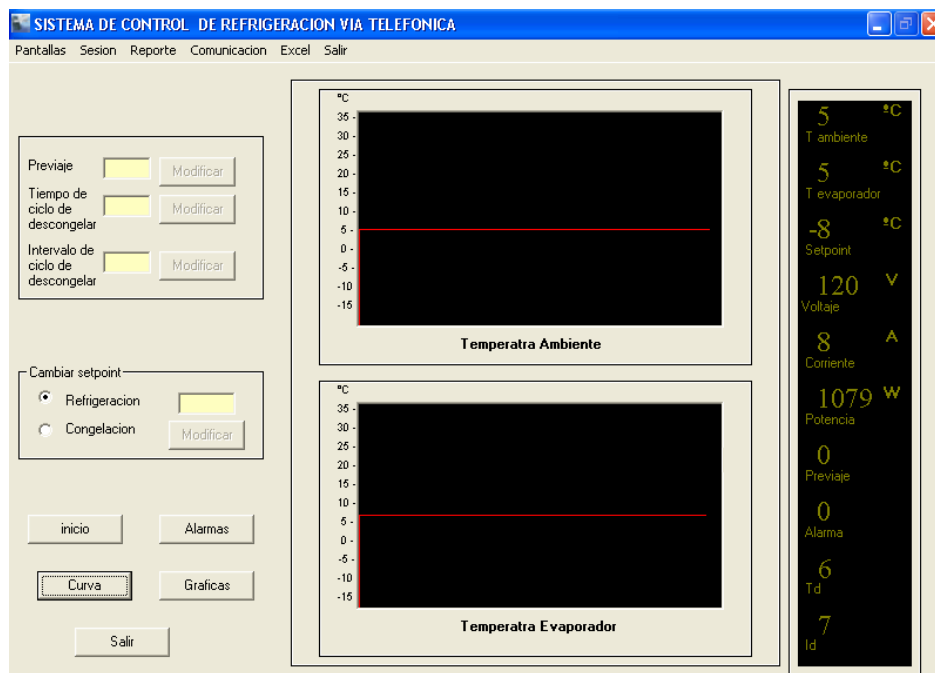


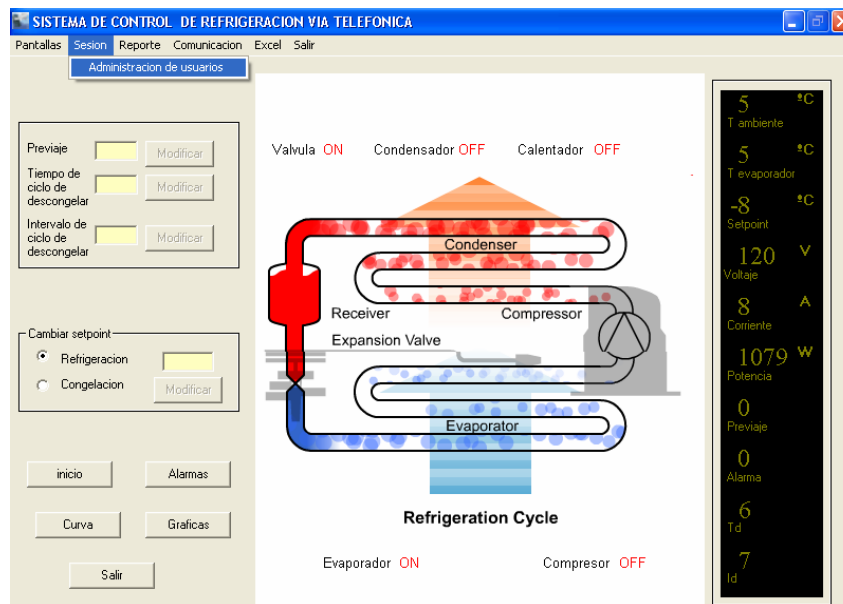
Figura 24. Pantalla de monitoreo.



**Pantalla 25. Pagina WAP de monitoreo y cambio de setpoint**

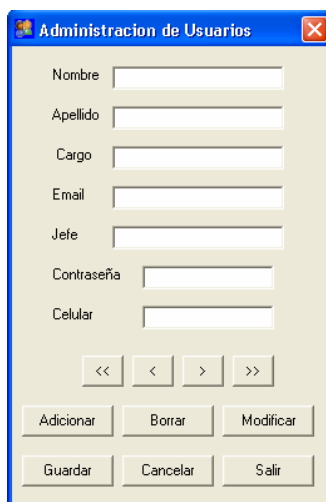
### 8.4.3.3 FORMULARIO DE ADMINISTRADOR DE USUARIOS.

Para crear nuevos usuarios o eliminar usuarios existentes, se debe ingresar en el menú sesión y luego seleccionar la opción administrador de usuarios, como se observa en la Figura 26.



**Figura 26. Opción para modificar los usuarios.**

Después de esto se desplegara una ventana donde se puede ingresar la información del nuevo usuario o eliminar un administrador existente, como se señala en la Figura 27.



The image shows a software window titled "Administración de Usuarios". It contains a form with the following fields: "Nombre", "Apellido", "Cargo", "Email", "Jefe", "Contraseña", and "Celular". Below the form are four navigation buttons: "<<", "<", ">", and ">>". At the bottom, there are two rows of action buttons: "Adicionar", "Borrar", and "Modificar" in the first row; "Guardar", "Cancelar", and "Salir" in the second row.

**Figura 27. Formulario de administración de usuarios.**

#### **8.4.3.4 FORMULARIO DE REPORTES.**

Este formulario se encarga de generar todos los reportes de las variables que se generan en el sistema. Para visualizar éste formulario se debe seleccionar del menú superior la opción de reportes. Se puede seleccionar la variable deseada a verificar y se obtiene el respectivo registro de la variable, donde se especifica la fecha y la hora.



DataReport2

Zoom 100%

ALARMAS

Alarma:	4	Hora:	11:30:44 a.m.	Fecha:	03/05/2006
Alarma:	4	Hora:	08:40:14 p.m.	Fecha:	17/05/2006
Alarma:	4	Hora:	08:46:30 p.m.	Fecha:	17/05/2006
Alarma:	4	Hora:	06:07:05 p.m.	Fecha:	21/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:36:27 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:41:24 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:43:15 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:45:24 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:47:57 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:48:38 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:51:25 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:52:10 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:54:49 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:55:31 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	12:56:20 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	01:04:51 p.m.	Fecha:	22/05/2006
Alarma:	4	Hora:	01:20:01 a.m.	Fecha:	23/05/2006

Páginas: 1

Figura 28. Formulario reporte de alarmas.



Figura 29. Pagina WAP consulta de temperatura.

## 9. ANALISIS DE RESULTADO.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se realizaron múltiples pruebas tanto a nivel de software como de hardware, pruebas individuales y con todo el sistema funcionando. Las pruebas individuales más importantes consistieron básicamente en lo siguiente.

- Verificación del adecuado funcionamiento de los sensores y transductores utilizados; y así mismo la interacción de éstos con el microcontrolador principal.
- Verificación de comunicación entre el microcontrolador y el computador.
- Pruebas con las diferentes tramas manejadas entre el subsistema de adquisición de señales y el subsistema de almacenamiento de datos.
- Adecuada recepción de datos por parte del software del subsistema almacenamiento de datos y correcta manipulación de las tramas recibidas.
- Actualización en base de datos, manipulación de reportes y visualización de parámetros en la interface gráfica.
- Control remoto desde las interfaces gráficas.

Después de superadas todas las pruebas individuales, se procedió con la verificación del funcionamiento de todo el sistema en conjunto. Se realizaron pruebas conectando diferentes cargas en el Sistema de Control de Refrigeración Vía Telefónica y generando condiciones de funcionamiento las cuales se ilustran a continuación:

Es importante resaltar que a continuación se registran las medidas obtenidas con el sistema de monitoreo y previamente se realizó toda la verificación de la alarmas el cual es manejado desde la

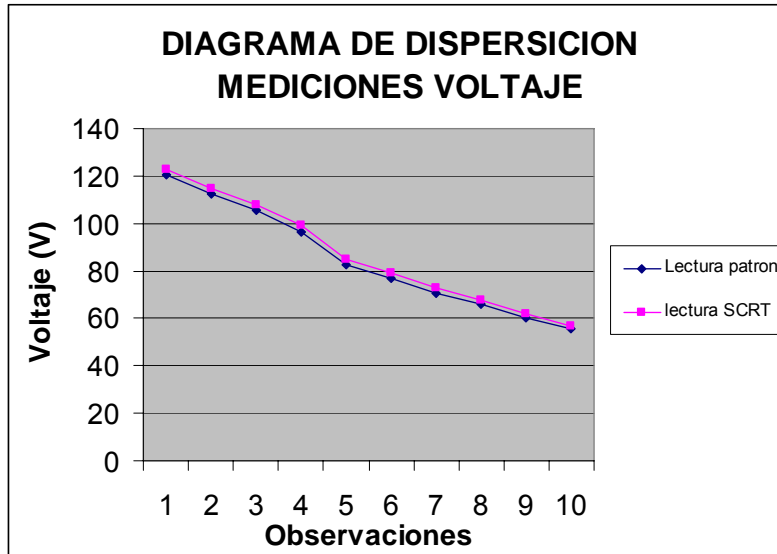
interfaz gráfica del subsistema de almacenamiento de datos, es decir, se ha tomado cada variable y se han variado los rangos válidos para verificar la adecuada respuesta en la visualización de alarmas.

#### MEDICIONES DE VOLTAJE DE LA RED ELECTRICA:

Se realizaron mediciones de la red eléctrica simulada, utilizando un variac de 120V 6A para realizar las variaciones en la amplitud de la señal de voltaje, obteniendo los siguientes valores:

Medición con Fluke 41B	Medicion con SCRT
120,4 V	123 V
112,3 V	115 V
105,5 V	108 V
96,4 V	99 V
82,8 V	85 V
77,0 V	79 V
70.7 V	72,6 V
65,9 V	67,6 V
60,3 V	61,8 V
55,4 V	56,8 V

**Tabla 8: Mediciones de voltaje de la red eléctrica.**



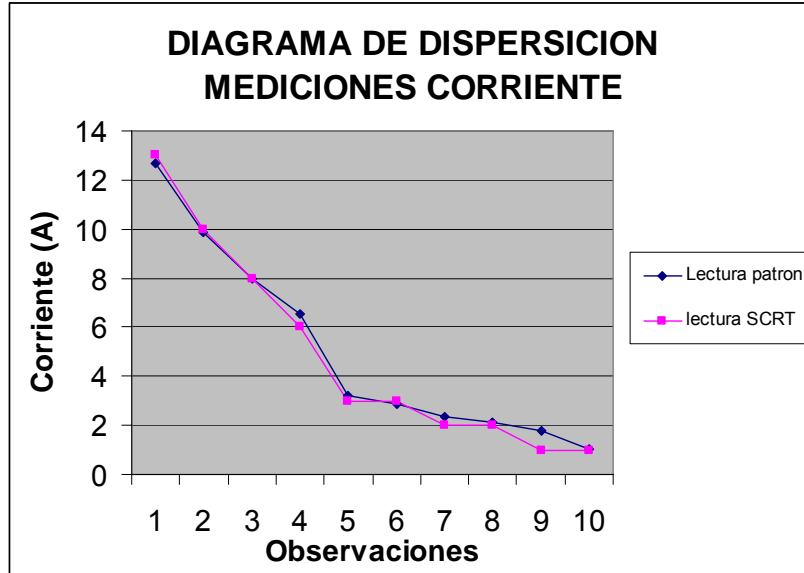
**Figura 30: Comparación de mediciones de voltaje.**

#### MEDICIONES DE CORRIENTE

Se realizaron mediciones simuladas, utilizando diferentes cargas para variar el consumo de corriente y poder verificar la medición del sistema de monitoreo, obteniendo los siguientes valores:

Medición con Fluke 41B	Medicion con SCRT
12,67 A	13 A
9,89 A	10 A
7,99 A	8 A
6,53 A	6 A
3,23 A	3 A
2,88 A	3 A
2,37 A	2 A
2,10 A	2 A
1,76 A	1 A
1.05 A	1 A

**Tabla 9: Mediciones de corriente.**



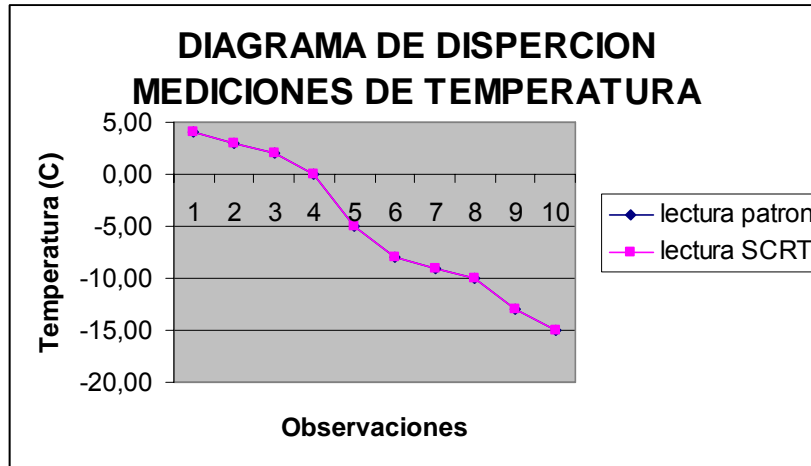
**Figura 31: Comparación de mediciones de corriente.**

**MEDICIONES DE TEMPERATURA**

Se realizaron mediciones simuladas, utilizando diferentes valores de setpoints para variar la temperatura, obteniendo los siguientes valores:

Medición con TC-940R	Medicion con SCRT
4°C	4°C
3°C	3°C
2°C	2°C
0°C	0°C
-5°C	-5°C
-8°C	-8°C
-9°C	-9°C
-10°C	-10°C
-13°C	-13°C
-15°C	-15°C

**Tabla 10: Mediciones de temperatura.**



**Figura 32: Comparación de mediciones de temperatura.**

Con respecto a los errores presentados en las mediciones de voltaje y corriente, se justifican teniendo en cuenta que existen condiciones mecánicas en los elementos de adquisición de señales (montaje, cableado, ruido externo) y adicionalmente existen diferencias en los valores de los componentes utilizados para realizar el acondicionamiento de las señales externas.

De las anteriores pruebas se pueden resaltar que todas las mediciones arrojaron valores muy satisfactorios, comparándolos con las mediciones del patrón utilizado. En la siguiente tabla se muestra el error máximo obtenido con cada una de las variables medidas.

Variable medida	% Error max
Voltaje red eléctrica	2,70%
Corriente red eléctrica	5,48%
Temperatura	0%

**Tabla 11: Error máximo de cada prueba ejecutada.**

## COMUNICACIÓN.

En la Tabla 12 se muestra las latencias medias experimentadas en la ejecución de comandos para el control remoto del cuarto refrigerado desde las diferentes estaciones de control: el navegador WAP de un móvil Nokia 6230, el cliente para PocketPC en una TSM 500 y un navegador web. Como se puede observar los mejores tiempos se obtienen al usar la aplicación para el teléfono móvil, probablemente debido a una implementación más eficiente de la pila de protocolos TCP/IP sobre el móvil que sobre la PDA. Los peores tiempos son experimentados por el cliente web, dado que aparte de los comandos y sus respuestas, es necesario enviar el marcado correspondiente al contenido de las páginas a visualizar. Además, la transmisión se efectúa vía HTTP en vez de TCP como en los otros clientes.

Cliente	Tiempo (seg)
Nokia 6230	2,68 seg
PDA Compact	4 seg
Web	5,54 seg

**Tabla 12: Envío de pagina WAP (50 bytes),**

## 10. INNOVACIONES Y MEJORAS.

Entre las innovaciones y mejoras encontramos:

- Adaptable a cualquier tipo de cuarto frío con la menor obra posible.
- Posee una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar.
- Precio realmente competitivo comparado con los sistemas similares que actualmente hay en el mercado.

Pero lo realmente destacable de nuestro sistema es permitir la monitorización remota, en nuestro caso de cuartos fríos ubicados en toda la ciudad de Buenaventura desde cualquier parte del mundo por medio de un celular, con independencia al cuarto frío seleccionado y a la vía de comunicación empleada. Características que consiguen hacer de este proyecto un diseño pionero en el campo de la refrigeración en las pesqueras de Buenaventura, ya que posibilita que el control de los cuartos fríos se realice mediante mensajes cortos o por conexión a Internet; pudiendo optar por la nueva tecnología WAP.

Esta libertad de elección, a la hora de seleccionar el tipo de conexión, nos amplía el abanico de posibles terminales pudiendo escoger entre:

- Teléfono móvil, utilizando mensajes cortos.
- Terminal con tecnología WAP ( PDA, teléfono móvil, etc.).
- PC o PocketPC, con conexión tradicional a Internet.



Gracias a esto hemos ganado en versatilidad, movilidad y sencillez en el manejo del sistema. Punto que nos hace destacar frente a otros sistemas que únicamente posibilitan la interacción por la red telefónica mediante códigos introducidos desde el teclado del teléfono. Método bastante incómodo y lentos que condicionan enormemente al usuario

Es de destacar, frente a sistemas como los comentados anteriormente, que he conseguido diseñar una interfaz de usuario común para todos los terminales, que supera con creces a las que actualmente se utilizan para el control remoto. Ésta se basa en: Un conjunto de pantallas sencillas e intuitivas que guían al usuario a través de unos menús hacia la acción deseada.

## 11. COSTOS

Esta parte del proyecto trata de los costos menores, relacionados con la consecución de información y material investigativo, desplazamientos y tiempo. Para efectos globales del análisis económico esta parte se desprecia y es valorada como actividad intelectual.

Este prototipo es realmente un equipo electrónico que representa costos en la fabricación de las tarjetas y en la consecución de los materiales eléctricos y electrónicos.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	10k ntc termistor	\$7,000	\$14,000
50	Resistencias	\$13	\$650
5	Diodos	\$35	\$175
10	Condensadores	\$420	\$4,200
1	Microcontrolador	\$16,793	\$16,793
1	Pantalla de cristal liquido	\$35,000	\$35,000
1	MAX232	\$8,000	\$8,000
4	Db9	\$1500	\$6,000
1	Teclado alfanumerico	\$8,000	\$8,000
2	Transformador 12v	\$12,000	\$24,000
1	Diseño y circuito impreso	\$300,000	\$300,000
5	Moc3011	\$1,000	\$5,000
5	Q692515	\$3,250	\$16,250
3	Lm324	\$1,000	\$1,000
1	Cable varios	\$20,000	\$20,000
1	Cristal de 4MHz	\$3,000	\$3,000
1	Caja	\$50,000	\$50,000
10	Led	\$100	\$1,000
		<b>Total</b>	<b>\$515,068</b>

**Tabla 13. Análisis de costos.**

Aparte de estos materiales contamos también costos de material indirecto que hacen parte de la infraestructura, como:

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO
Computador de buena capacidad	\$2' 000 000
Proveedor de Internet	\$ 150 000
Celular con tecnología wap	\$ 200.000
Cuarto frío	\$ 5' 000 000

**Tabla 14. Costos de material indirecto.**

Para la implementación de la página wap en un servidor proveedor, se requiere pagar registros de dominio según terminación del URL, los costos aproximados son:

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO
Registro Dominio .co	U\$ 100
Registro Dominio .com	U\$ 50
Administración Dominio	U\$ 50

**Tabla 15. Costo implementación de la pagina wap.**

Es importante tener en cuenta que dentro del presupuesto planteado no se están incluyendo las horas de trabajo del autor, lo cual generaría un incremento significativo en el proyecto, pero éste podría ser balanceado con el precio del producto final. Al comparar diferentes sistemas de monitoreo que son ofrecidos en el mercado para la aplicación en cuestión, muchos de los cuales están delimitados por determinado número de entradas analógicas y digitales, se podría ofrecer el producto instalado a un precio de \$ 1.500.000 por cada cuarto refrigerado, precio que sería una oferta muy tentadora para otros clientes, teniendo en cuenta todas las características del sistema.

Con respecto al presupuesto planteado, se debe resaltar que si se realiza una producción masiva del sistema, el precio de componentes y fabricación de circuitos impresos se reducirá considerablemente, lo cual generará un decremento significativo del costo de cada sistema, permitiendo ofrecer un descuento adicional en el producto.

## 12. CONCLUSIONES

Es muy importante mencionar la visión que ha generado el desarrollo del proyecto ya que desde un punto de vista global se encontró que con la herramienta generada se pueden llevar a cabo estudios similares a nivel estructural, de gestión y monitoreo los cuales actualmente son apetecidos a nivel empresarial y presentan una posible fuente de negocio. Se dice a nivel estructural, ya que analizando se puede concluir que pueden crearse múltiples proyectos para diferentes sectores y aplicaciones, los cuales a nivel de desarrollo, simplemente generan pequeños cambios a lo creado en el presente proyecto. Como ejemplo, se mencionan las pruebas satisfactorias realizadas con este sistema, para realizar el monitoreo de cuartos refrigerados que no están gestionados remotamente.

La integración del módulo del Sistema de Control de Refrigeración Vía Telefónica a los cuartos fríos permitiría que las empresas que adoptaran esta tecnología obtuvieran una ventaja competitiva sobre la competencia, al permitirles comprobar remotamente el estado de los cuartos fríos vendidos y enviar técnicos a reparar las piezas defectuosas o desgastadas, antes de que el cliente se diera cuenta de que hay un problema con su cuarto. En consecuencia, el Sistema de Control de Refrigeración Vía Telefónica constituye la base para posteriores proyectos de investigación avanzados que pretendan utilizar cuartos fríos u otra maquinaria coordinada desde una estación central mediante comunicación móvil.

Toda página WML que este integrada en un sistema remoto debería disponer de un mecanismo de vaciado de la cache para evitar posibles errores provocados por esta herramienta.

Un aspecto importante por resaltar es que el presente desarrollo, aunque se realizó de acuerdo a los parámetros de los cuartos refrigerados de Ultramar de Occidente, se ha dejado abierto para

nuevas mediciones, es decir tanto a nivel de software como de hardware el sistema tiene la capacidad de ser adaptado para recibir nuevas señales para condiciones especiales como presiones, humedad relativa, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, etc. Lo anterior es importante ya que a nivel de ingeniería los cambios se presentan constantemente, por tanto los proyectos exitosos deben estar en capacidad de adaptarse rápida y económicamente. Adicionalmente, el proyecto queda abierto para futuras actualizaciones, ya que dentro del esquema de gestión y monitoreo remoto se presentan continuamente nuevas opciones, que dan al usuario mayor control y seguridad sobre los elementos monitoreados.

## 13. BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDE SAN MIGUEL, Pablo, Electrotecnia, 1994, Editorial Paraninfo.
- B.B.GREGORY, Instrumentacion Electrica y Sistemas de Medida, Ed. Gustavo Gili
- B. OLIVER, Practical Instrumentation Transducers, Ed Pitman.
- BOYLESTAD, Electronica y Teoria de Circuitos 1997, Prentice Hall.
- UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Contador digital domiciliario de energía eléctrica. Colección tesis.
- GRUPO EIDOS (España), Visual Basic 6: técnicas y aplicaciones, 1998, Alfaomega Grupo Editor.
- KUO, Benjamin Chung, Automatic control systems 7th. ed., 1995, Prentice Hall International.
- MANO, Morris., Logica Digital y Diseño de Computadores
- MALONEY, Timothy. Electronica industrial moderna. México: Prentice Hall Hispanoamericana. 1997
- COUGHLIN, Robert F. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales
- MCMANUS, Jeffrey P., Bases de datos con visual basic, 1999, Prentice Hall, 1999.
- MICROCHIP Databook, Microchip Inc.

- MICROCHIP Inc. , Embedded Control Handbook, 1996, Microchip Inc.
- MICROCHIP Inc. , Embedded Control Handbook Apendix I, 1997, Microchip Inc.
- MICROCHIP Inc. , Mpasm User Manual, Microchip Inc
- MICROCHIP Inc. , Mplab User Manual, Microchip Inc
- MICROCHIP Inc. , Mpsim User Manual, Microchip Inc
- OPPENHEIM, Alan V., Señales y sistemas, 1994, Prentice-Hall Hispanoamericana.
- PRESSMAN, Roger S., Ingenieria del software, un enfoque practico 3a ed., 1993, McGraw-Hill.
- OGATA K. Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall Mexico, 1980.
- CHEN W. Control System Design. Sanders College Publishing, 1993.
- KUO B. Sistemas de Control Discreto. Prentice Hall, 1996.
- ROCA CUSIDO, A. Control de procesos, 1997.
- ANGULO USAGUETI, Jose Maria; Angulo Martinez, Ignacio. Microcontroladores PIC 16f87X. España: Mc Graw Hill. 2000.
- ANGULO USAGUETI, Jose Maria; Angulo Martinez, Ignacio. Microcontroladores PIC. La solución en un chip. España: ITP Paraninfo 4ed. 2000.
- ANGULO USAGUETI, Jose Maria; Angulo Martinez, Ignacio. Diseño practico de aplicaciones . España: Mc Graw Hill. 1999.
- MANUEL, Antoni, et. al. "Instrumentación Virtual", *Alfaomega*, 2002.



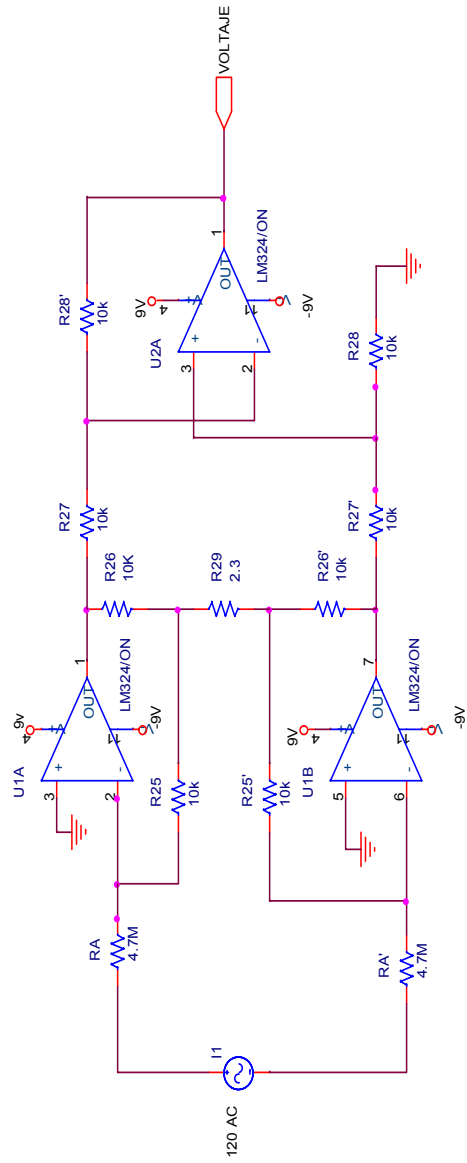
- PERRY SINK, "A Comprehensive Guide to Industrial
- NETWORKS, Part 1", *Synergetic Micro Systems*, [www.sensormag.com](http://www.sensormag.com), 2001.
- SCHENEIDER, Stan, "Making Ethernet work in Real Time
- BENLLOCH, J.V. y otros, "Remote Data Acquisition over Internet" *U.P.V*, 2000.
- PASQUARETTE, John, "Activating the Internet For Virtual Instrumentation", *National Instruments*, 1998.
- POTTER, David, "Using Ethernet for Industrial I/O and data acquisition", *National Instruments Corporation*, 1999.
- BENTHAM, Jeremy, "TCP/IP Lean, Web Servers for Embedded Systems", *CMP Books*, 2000.
- A. CHARLES, C. Nirmal, et al. Professional WAP. Ed. Wrox Press Ltd, 2000.
- [www.pablin.com.ar/electron/proyecto/picnet](http://www.pablin.com.ar/electron/proyecto/picnet)
- [www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- [www.wapforum.org](http://www.wapforum.org)

## ANEXO A.

### COMPONENTES ELECTRONICOS.

COMPONENTES ELECTRONICOS		
LOCALIZACION	DESCRIPCION	ESPECIFICACION
RTERM1 RTERM2	Termistor ntc	10K
RA	Resistencias	4.7M, 0.25W
R10	Resistencias	220Ω, 0.25W
R6, R7, R10, R11, R14, R15, R17 , R18, R21, R22	Resistencias	220Ω, 0.25W
RM	Resistencias	0.025Ω, 0.25W
RL	Resistencias	3K, 0.25W
R30	Resistencias	1M, 0.25W
R31	Resistencias	1K, 0.25W
R33	Resistencias	680Ω, 0.25W
RF, R2	Resistencias	2K, 0.25W
R10	Resistencias	220Ω, 0.25W
R8, R12, R16, R19	Resistencias	39Ω, 0.25W
R5, R9, R13, R20, R24, R29	Resistencias	2.2K, 0.25W
R1, R3, R25, R26 , R27, R28	Resistencias	10K, 0.25W
U1, U2, U3	Amplificador Operacional	LM324
C1	Condensadores	0.1nF/160V
C2	Condensadores	1μF/160V
C7, C8, C9, C10, C11	Condensadores	0.01μF/160V
C3, C4, C5, C6,	Condensadores	10μF/160V
D1, D2, D3, D4, D5	Diodos	1N4148
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5	Triacs	Q401515
U7, U8, U9, U10, U11	Optoacopladores	MOC3010
S1	Interruptor	ON/OFF
P2	Conector	DB9
U4	Decodificador	74C922
U5	Microcontrolador	16F877
U6	MAX232	MAX232
U12	Teclado	Teclado
U13	Lcd	Lcd

**ANEXO B.**  
**DIAGRAMAS ESQUEMATICOS.**



**Diagrama esquemático de acondicionador de voltaje.**

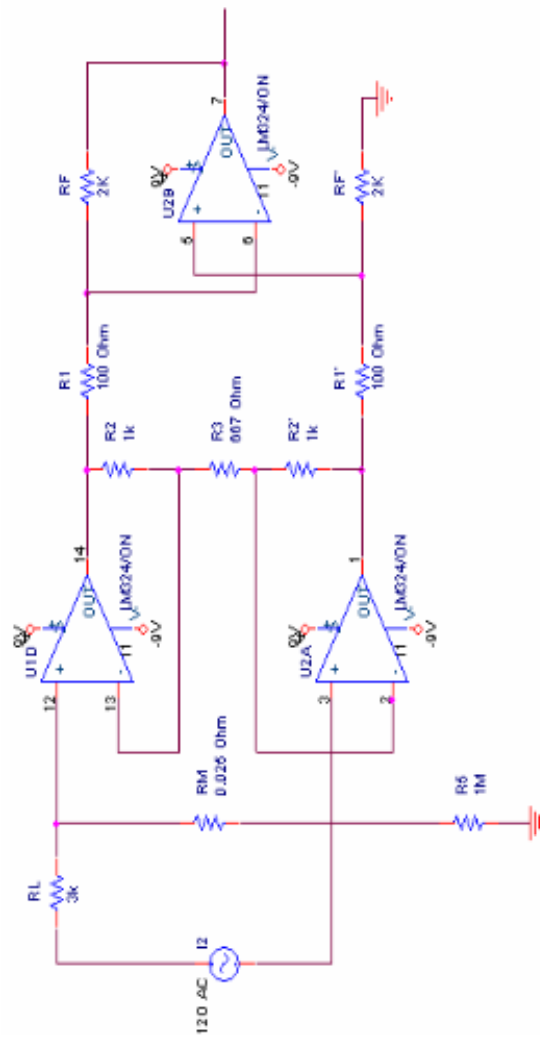
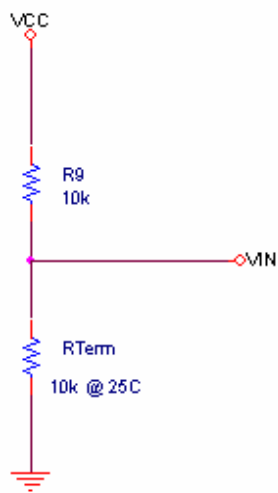
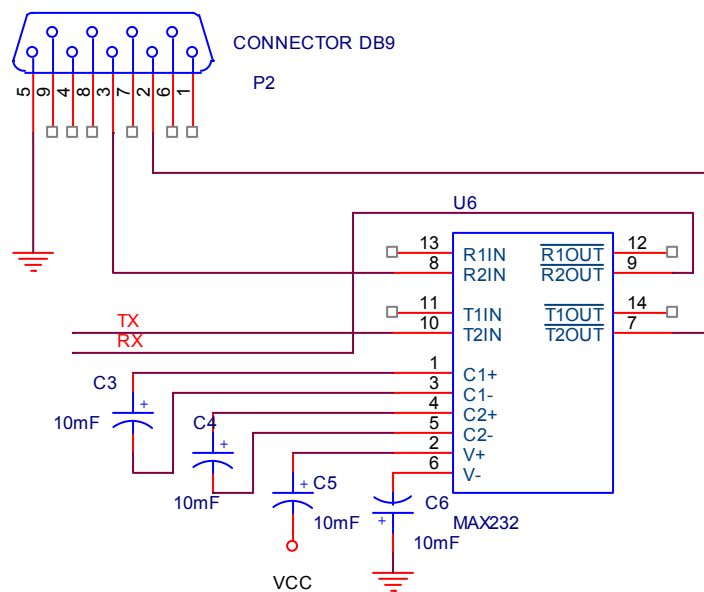


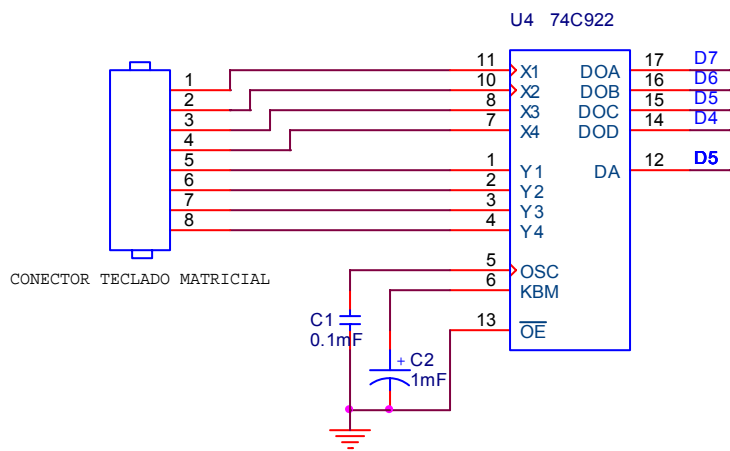
Diagrama esquemático de acondicionador de corriente.



**Acondicionamiento de medida de temperatura.**

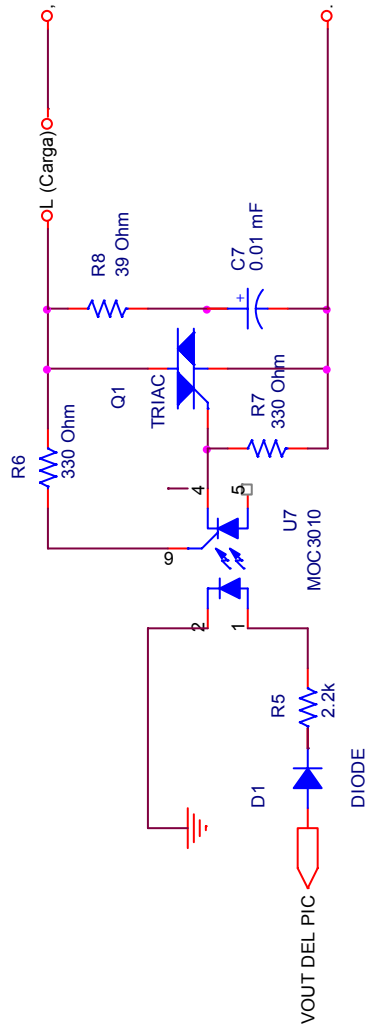


**Comunicación serial.**



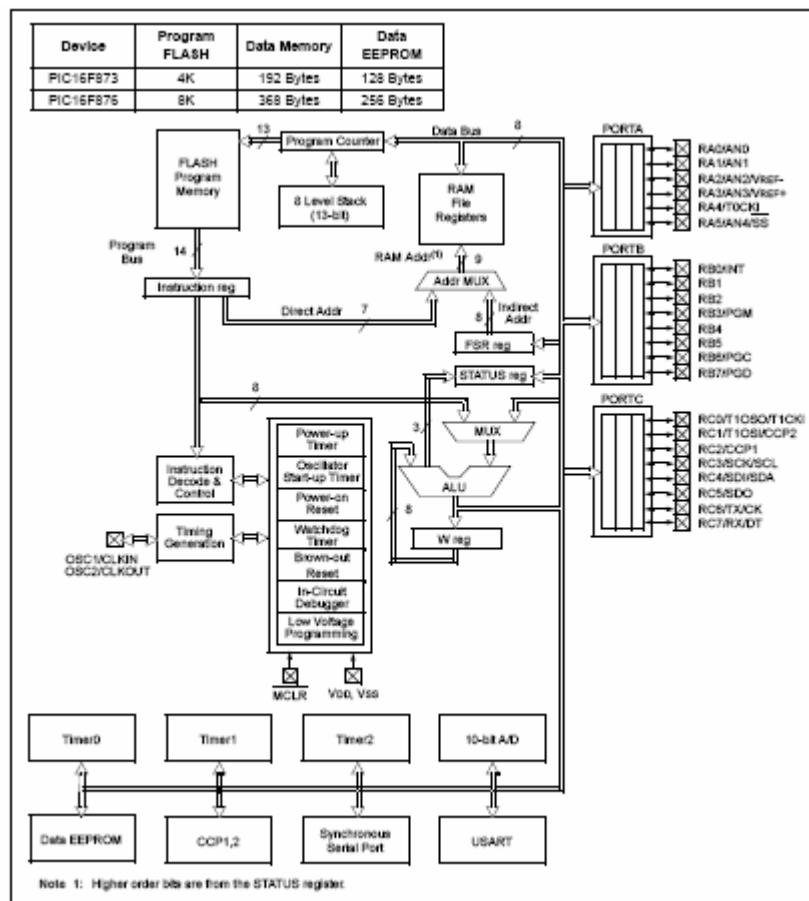
**Conexión del teclado.**



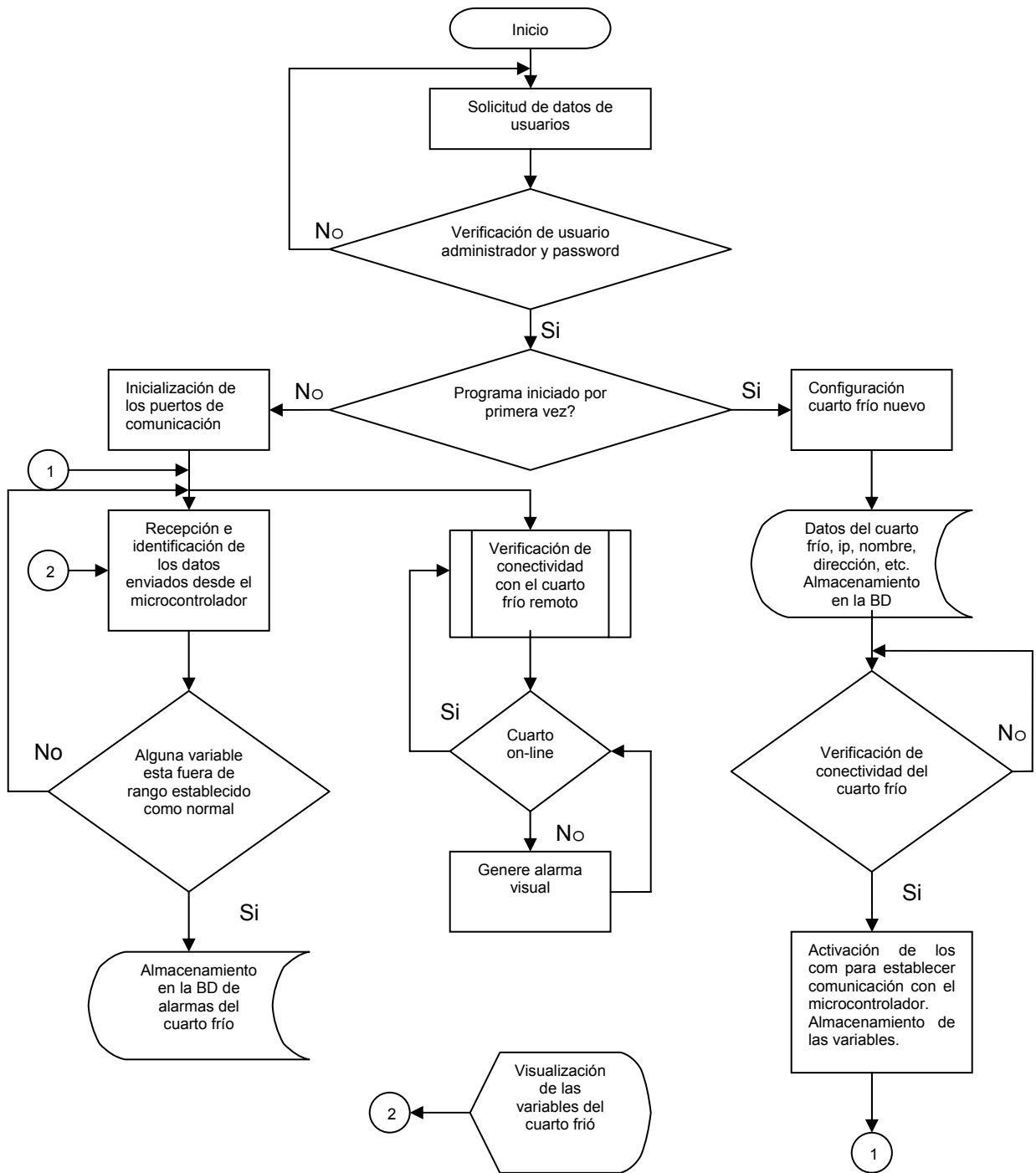


**Modulo de salidas AC.**

## ANEXO C. Diagrama en bloques de microcontrolador 16F877.



## ANEXO D. Diagrama en bloques de almacenamiento de datos.



## ANEXO E. Diagrama en bloques microcontrolador.

