

**SISTEMA CENTRALIZADO DE ALARMAS PARA LOS EQUIPOS DE RADIO DE
LAS CENTRALES TELEFÓNICAS DE CARTAGENA, LA POPA, TURBACO,
ARJONA DE LA EMPRESA TELECOM**

**MARLON MATOS PANIZA
KATIA MARGARITA VILLAMIL OCHOA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, D.T. Y C.**

2001

**SISTEMA CENTRALIZADO DE ALARMAS PARA LOS EQUIPOS DE RADIO DE
LAS CENTRALES TELEFÓNICAS DE CARTAGENA, LA POPA, TURBACO,
ARJONA DE LA EMPRESA TELECOM**

MARLON MATOS PANIZA

KATIA MARGARITA VILLAMIL OCHOA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título Ingenieros
Electrónicos**

**Director
JORGE LUIS ALANDETE APARICIO
Ingeniero de Sistemas**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS, D.T. Y C.**

2001

Artículo 105

“La institución se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos Los Trabajos de Grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización”.

Cartagena, 2 de Noviembre del 2.001

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La Ciudad.

Distinguidos señores:

Por medio de la presente me permito comunicarles que el proyecto titulado ***“SISTEMA CENTRALIZADO DE ALARMAS PARA LOS EQUIPOS DE RADIO DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS DE CARTAGENA, LA POPA, TURBACO, ARJONA DE LA EMPRESA TELECOM”*** ha sido desarrollado de acuerdo con los objetivos establecidos. Como asesor considero que el trabajo es satisfactorio y cumple con todos los requerimientos necesarios para ser presentado por sus autores para su evaluación. Por tal motivo hago entrega formal del proyecto.

Cordialmente,

Jorge Luis Alandete
Director del proyecto

Cartagena, 2 de noviembre del 2.001

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La Ciudad.

Distinguidos señores:

La presente tiene como objetivo presentar a su consideración para estudio y aprobación, el proyecto titulado ***“SISTEMA CENTRALIZADO DE ALARMAS PARA LOS EQUIPOS DE RADIO DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS DE CARTAGENA, LA POPA, TURBACO, ARJONA DE LA EMPRESA TELECOM ”***, como requisito para obtener el título de Ingeniero Electrónico.

Cordialmente,

Marlon Matos Paniza

Cartagena, 2 de Noviembre del 2.001

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La Ciudad.

Distinguidos señores:

La presente tiene como objetivo presentar a su consideración para estudio y aprobación, el proyecto titulado ***“SISTEMA CENTRALIZADO DE ALARMAS PARA LOS EQUIPOS DE RADIO DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS DE CARTAGENA, LA POPA, TURBACO, ARJONA DE LA EMPRESA TELECOM ”***, como requisito para obtener el título de Ingeniero Electrónico.

Cordialmente,

Katia Margarita Villamil Ochoa

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Ciudad y fecha (día, mes, año)

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. ANTECEDENTES, EL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.1 ANTECEDENTES	20
1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.2.1 Descripción y análisis del problema	23
1.2.2 Formulación del problema	24
1.3 JUSTIFICACIÓN	26
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	28
1.4.1 Objetivo general	28
1.4.2 Objetivos específicos	28
2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN	30
2.1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	30
2.1.1 Sistema Centralizado de Alarmas	30
2.1.2 Equipos De Gestión De Red	32
2.1.2.1 Arquitectura de la Red	34
2.1.2.2 Tipos de Estaciones	36
2.1.2.3 Observación y Operación	38

2.1.2.4	Técnicas de Transmisión	39
2.1.2.5	Equipos de Indicación y Operación	40
2.1.2.6	PC de Indicación y Operación	42
2.1.3	Equipos de Supervisión y Control	42
2.1.3.1	Clasificación del Equipo	43
2.1.3.2	Composición del Equipo	43
2.1.3.3	Teoría de Operación	44
2.1.3.4	Flujo de Señal	46
3.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE ALARMAS	48
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PANEL	50
3.1.1	Descripción física	50
3.1.2	Descripción operativo-funcional	51
3.2	DIAGRAMA DE BLOQUES	53
3.3	CAPTURA DE DATOS POR PARTE DEL PANEL	54
3.3.1	Implementación del PIC 16F874	54
3.3.1.1	Señales de entrada	56
3.3.1.1.1	Entradas locales (alarmas)	57
3.3.1.1.1.1	Diagramas de pines (regletas)	58
3.3.1.1.1.2	Descripción de las señales (rangos y variaciones de voltaje)	63
3.3.1.1.1.3	Captura de datos locales	65
3.3.1.1.2	Entradas remotas (alarmas)	66
3.3.1.1.2.1	Diagramas de pines (regletas)	68
3.3.1.1.2.2	Descripción de las señales (rangos y variaciones de voltaje)	68
3.3.1.1.2.3	Captura de datos remotos y transmisión hacia el panel	69

3.3.1.2 Monitoreo de varias estaciones remotas	75
3.3.1.3 Esquemático montaje panel	77
3.3.1.4 Diagrama de flujo	79
3.4 ELEMENTOS DE VISUALIZACIÓN E INDICACIÓN DE ESTADO	81
3.4.1 Módulo LCD (2X20) visualizador de mensajes	81
3.4.2 LEDS indicadores de estado	87
3.4.3 Chicharra	87
3.5 INTERFAZ CON EL PC.	88
4. MANUAL DEL USUARIO	101
4.1 EMPLEO DEL PANEL	101
4.2 MANEJO DEL SOFTWARE DE APLICACIÓN	103
5. CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS	110

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Tareas de supervisión y control del equipo TCS100	33
Figura 2. Ejemplo de la arquitectura de la red módulo: Unidad de red	35
Figura 3. Equipo de indicación y Operación manual siemens	41
Figura 4. Construcción del sistema de supervisión y control	45
Figura 5. Flujo de señales de datos de supervisión	46
Figura 6. Diagrama de bloques del sistema centralizado de alarmas	53
Figura 7. Ubicación de bastidores y módulos del equipo de radio	58
Figura 8. Diagrama de regleta	63
Figura 9. Esquemático circuito o n/off	66
Figura 10. Diagrama de bloques (entradas remotas)	69
Figura 11. Diagrama de pines del MAX232	73
Figura 12. Esquemático unidades remotas	74
Figura 13. Diagrama de flujo para el software de microcontrolador remoto	76
Figura 14. Diagrama de pines 74LS150	78
Figura 15. Esquemático montaje final del panel	79
Figura 16. Diagrama de flujo programa PIC 16F784	80
Figura 17. Esquema LCD (pines)	83

Figura 18. Conexión del módulo LCD con bus de 8 bit	83
Figura 19. Diagrama de flujo para inicialización LCD bus 8 bits	85
Figura 20. Tiempo requerido por el LCD para enviar datos e instrucciones	86
Figura 21. Diagrama de pines conector DB25	92
Figura 22. Conexión estándar entre dos equipos RS-232-C DTE	95
Figura 23. Conexión entre dos equipos RS -232-C DTE	95
Figura 24. Diagrama de flujo, programa para lectura de alarmas en el PC	100
Figura 25. Ventana (software de aplicación)	103
Figura 26. Selección del puerto de comunicaciones	104
Figura 27. Información de alarmas remotas	104
Figura 28. Información de alarmas locales	105
Figura 29. Botones AUTORES/SALIR	105
Figura 30. Diagrama de asignación	114
Figura 31. Multiplexor PCM de 2M NE5511A01	116
Figura 32. Aplicaciones típicas del sistema	118
Figura 33. Módulos equipo de radio NEC	120
Figura 34. Diagrama de bloques y niveles equipo de radio NEC	124
Figura 35. Circuito impreso (tarjeta principal)	125
Figura 36. Circuito impreso (estaciones remotas)	126

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Comparación de la familia del PIC 16F87X	55
Cuadro 2. Ocupación del bastidor	59
Cuadro 3. Diagrama de Función	60
Cuadro 4. Diagrama de Subbastidor y Posición	61
Cuadro 5. Rangos y variaciones de voltaje para cada alarma	64
Cuadro 6. Descripción de pines conectores DB9, DB25	93
Cuadro 7. Selección del banco para configurar el PIC	111
Cuadro 8. Distribución de la memoria RAM	112
Cuadro 9. Sumario de instrucciones	113
Cuadro 10. Descripción de módulos equipo PCM	117
Cuadro 11. Descripción de Módulos equipo de radio NEC	121
Cuadro 11. Especificaciones equipo de radio NEC	122

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Otras características de los microcontroladores 16F87X	111
Anexo B. Equipos PCM	115
Anexo C. Equipos de radio y ubicación	120
Anexo D. Impresos de los montajes (panel y unidades remotas)	125

RESUMEN

TITULO:

SISTEMA CENTRALIZADO DE ALARMAS PARA LOS EQUIPOS DE RADIO DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS DE CARTAGENA, LA POPA, TURBACO, ARJONA DE LA EMPRESA TELECOM

AUTORES:

MARLON MATOS PANIZA

KATIA MARGARITA VILLAMIL OCHOA

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN:

Diseñar e implementar un panel supervisor de alarmas centralizadas utilizando PIC's para interfaz con un PC, con el fin de garantizar mayor captación de ingresos, ahorro de dinero y un mejor control sobre los equipos de radio que interconectan las centrales telefónicas de Cartagena, La Popa, Turbaco y Arjona de la empresa TELECOM.

METODOLOGÍA:

Consulta de textos especializados en las áreas de comunicaciones y electrónica, folletos de dispositivos de carácter digital, revistas científicas, manual de los equipos de radio NEC, SIEMENS y consultas en internet. La investigación fue aplicada y de desarrollo tecnológico, de carácter práctico y útil para el sistema de monitoreo de los equipos de radio de la red de comunicación de Telecom.

RESULTADOS:

Después de las investigaciones previas a la realización del proyecto en donde se consultaron temas referentes al monitoreo de alarmas y después que se trabajó con los equipos de gestión de red con que cuenta la empresa TELECOM se pudo elaborar un panel de alarma con características muy similares a las de los equipos actuales y reales. Esto se refleja en el monitoreo de alarmas remotas, en el envío de datos seriales agrupados en tramas, en la interpretación por parte de un dispositivo programable de las tramas recibidas, en el empleo de LEDS de indicación, en la utilización de un módulo LCD para la visualización del estado de las alarmas en general y finalmente en la interfaz para comunicarse con el PC.

DIRECTOR:

JORGE ALANDETE APARICIO

INTRODUCCIÓN

La realización de este trabajo surge de la necesidad de mejorar la calidad del servicio de la empresa TELECOM y gracias a la sugerencia del personal técnico de la empresa quienes manifestaron la necesidad de estar al tanto en todo momento del estado de sus equipos. Esto no quiere decir que la empresa no cuente con equipos de supervisión y control, por el contrario, si los tiene pero a pesar de esto el aprovechamiento que se les da es mínimo, por no decir que son equipos que rara vez son consultados.

La razón de que no se utilicen los equipos de supervisión en la empresa es sencilla: son equipos muy complicados, además es necesario dedicarse a leer y aprender los manuales para poder extraer la información que ellos dan. Si a esto le agregamos el descuido con que los equipos son tratados por el personal técnico y que gracias a esto algunas de sus funciones principales están averiadas, como lo es el caso de la interface con que contaban para comunicarse con un PC, se hace evidente pensar en construir un dispositivo que supla las necesidades inmediatas de la empresa y que además logre supere la barrera que estos dispositivos (los existentes en la empresa) crean con los usuarios.

Se plantea entonces diseñar y construir un dispositivo que muestre de manera mas explicita la información del estado de los equipos locales y remotos, que

además no requiera mucha manipulación y de constitución robusta para que soporte el uso y abuso de los empleados de la empresa.

Originalmente la idea fue localizar el panel en la empresa, en el área de transmisión, en donde se encuentran los equipos de radio. Esto demandó semanas de observación y estudio de los equipos a monitorear al mismo tiempo que se hizo el estudio de los equipos con canales disponibles para transportar las señales de las alarmas remotas.

Una vez analizados los equipos y definido los sitios de donde se tomarían finalmente las señales se decidió utilizar el equipo PCM para transportar las señales remotas ya que sus canales presentan características ideales para el transporte de la información.

Con todo esto definido se le dio ubicación al panel, esto se hizo pensando en facilitar a los empleados la lectura del mismo y que prácticamente fuera imposible visualizarlo al estar en sus lugares de trabajo. Con el panel ya localizado sólo restaba cablear las alarmas locales hasta el panel, lo cual se hizo aprovechando las bandejas aéreas que se utilizan para todo el cableado entre los equipos y hacia la antena.

Lamentablemente después de tanto trabajo y ya habiendo involucrado al personal de la empresa en el proyecto, se cae en cuenta que la universidad tiene propiedad intelectual sobre los trabajos de grados por lo que se hizo necesario hacer

modificaciones en el proyecto para que fuera útil en el laboratorio de comunicaciones de la universidad como prototipo de supervisión y gestión de red.

Todos estos inconvenientes retrasaron un poco la culminación del proyecto, aunque no se puede negar los aportes que la realización del mismo hará a los futuros ingenieros en su desempeño.

1. ANTECEDENTES, EL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la mayoría de los hogares de todo el mundo, sin importar estratos ni clases, existe un teléfono y una línea telefónica asociada a él, convirtiéndose en un reto la forma de interconectar a todos los usuarios sin importar lo alejados que estén.

En Colombia, la empresa TELECOM se encarga de la interconexión y gestión de las líneas de larga distancia nacional e internacional, al mismo tiempo que ofrece conexión con las zonas más apartadas del país. Hoy en día este mismo servicio es ofrecido por otras compañías que han logrado ingresar con altos niveles de competitividad al mercado de las telecomunicaciones.

Para ofrecer comunicación telefónica con cada sitio del país y con otros países también, estas empresas cuentan con la infraestructura necesaria para llevar cada llamada al destino deseado sin importar lo distante o lo accidentado del relieve en medio de los dos puntos entre los cuales se establecerá la comunicación. Para tal efecto, aparte del cableado tradicional (pares de cobre) a veces es necesario que parte del camino de una llamada sea recorrido a través del aire en forma de una señal electromagnética (microondas por ejemplo). Estas señales son generadas, enviadas y recibidas mediante radios transmisores-receptores y sus respectivas

antenas. Debido a la importancia del correcto funcionamiento de los equipos de radio para que las llamadas lleguen a su destino, estos vienen equipados con rutinas de auto verificación y terminales en los que se pueden observar los resultados de estas. De esta forma las compañías fabricantes se aseguran que las empresas que utilicen estos equipos tengan una forma de observar en cualquier momento su estado de operación.

Los resultados de las pruebas de los equipos se manifiestan en forma de alarmas que se registran como cambios de estados de voltaje en determinados pines. Lo que suele suceder es que debido a la cantidad de equipos y a la ubicación remota de muchos de estos, no se puedan vigilar a todo momento. Esto ocasiona que a pesar que los mismos aparatos manifiestan su estado de avería o falla, los empleados encargados del mantenimiento no se den cuenta de que algo anda mal, sino hasta que el problema es tan grande que impide la prestación del servicio. Esta situación se viene presentando y son los mismos usuarios quienes reportan en algún momento que han quedado incomunicados o que no pueden llamar hacia ciertas zonas.

Para tener una idea de cuanto dinero representa para la empresa este tipo de problemas es necesario saber que existe una clasificación de tarifas de costo de transmisión de llamadas *Bandas Tarifarias (Costo de un minuto de servicio por canal de acuerdo al kilometraje que hay desde la ciudad origen hasta un determinado destino)*. Para la tarificación en el caso de Cartagena existen varias bandas como son banda 1, banda 2, banda 3 y banda 4 para llamadas nacionales

y de la banda 1 hasta la 9 para las llamadas internacionales. En el caso del enlace Cartagena (ciudad origen) Arjona (ciudad destino), perteneciente a la banda 1 el valor de dicha banda por minuto en un canal es de \$123 por minuto (llamada). Es decir, que en una hora de fallo en el enlace esto representa para TELECOM un valor aproximado de \$7380 por canal (estimativo en horas pico), pero como el enlace consta de 150 canales las perdidas por hora serían \$1'107.000. Es común que la empresa se entere del fallo en el enlace por los propios usuarios quienes reportan el daño después de varias horas ó días de haber sucedido este. Una vez que la empresa se percata de lo ocurrido esta tarda 24 horas promedio en solucionar el problema, es decir que una falla de este tipo representa para TELECOM una pérdida de:

$$\mathbf{\$1'107.000 * 48 = \$53'136.000}$$

Suponiendo que el problema se solucione en 48 horas después de haber ocurrido, la cifra se eleva aún más si tenemos en cuenta los gastos por mantenimiento y reparación que representa enviar operarios y reponer equipos o partes defectuosas, sin mencionar el deterioro de la imagen de las empresas por fallas en el servicio prestado, lo cual no tiene precio.

Se deduce entonces, la importancia de la revisión de las alarmas, como herramienta fundamental para mantener los equipos funcionando y poder ofrecer un servicio eficaz y continuo.

Algunas de las empresas en el mercado de las telecomunicaciones como TELECARTAGENA, por ejemplo, han adquirido consolas en donde se visualizan algunas de las alarmas que arrojan sus equipos, pero estas no se ajustan a las necesidades reales de la empresa y además son de difícil interpretación. Así que a pesar de estos paneles de alarma, las empresas siguen sin un control verdadero sobre los equipos y aun más cuando estos se encuentran a distancias considerables de los puestos de trabajo, como es el caso de los equipos de transmisión-recepción de las centrales interurbanas.

1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Descripción y análisis del problema. Los usuarios independientemente de lo que paguen, siempre quieren el mejor servicio y a toda hora, por esto la empresa TELECOM no se puede dar el lujo de presentar fallas de interconexión, sobre todo cuando la competencia se torna cada vez más dura entre empresas que ofrecen el mismo servicio.

Una manera de mejorar la calidad del servicio prestado es garantizando que los enlaces no se pierdan sin que la empresa se de cuenta. De esta forma no se presentará la situación de que pueblos y ciudades queden incomunicadas o que fallen ciertas rutas de acceso, lo que origina congestión al saturar otras vías.

El factor humano desempeña un papel importante en el mantenimiento de los equipos de la empresa, por tal razón todas las mañanas, al iniciar el día de trabajo ingenieros y técnicos se dan a la tarea de hacer inspecciones y verificar el estado de las alarmas, pero como ya se ha descrito anteriormente, los equipos están duplicados, lo que significa que cuando uno sale de servicio de inmediato entra a funcionar el otro, así que por lo general no se perciben las fallas sino hasta cuando la unidad primaria y su duplicado fallan y en ese entonces el problema trae consecuencias mayores y es más difícil de corregir. De igual forma como se ha visto la comunicación entre dos puntos muchas veces es por tramos y cuando hay alguna falla de transmisión o recepción en uno de los tramos, en TELECOM no hay forma de percatarse de esta situación sino hasta que alguien externo llama a avisar, es hasta este entonces cuando la empresa se entera que hay problemas en algún punto del enlace, por lo que muchas veces transcurren días entre la detección de la falla y su reparación.

Toda esta situación se traduce fallas y deficiencia en el servicio prestado, ocasionando algunas veces que ciertas regiones queden sin comunicación, aparte de esto estos estados de inoperancia generan pérdidas a la empresa la cual deja de captar ingresos por la prestación del servicio, aparte de que se incrementan los gastos por mantenimiento.

1.2.2 Formulación del problema. Conforme a lo que se ha descrito hasta el momento se aprecia que la comunicación interurbana, interdepartamental e internacional, se logra en gran parte mediante enlaces a través de los equipos de

radio que interconectan las centrales telefónicas (centrales remotas del norte del departamento de Bolívar), además es necesario anotar que la comunicación entre dos puntos específicos muchas veces es por tramos, involucrándose de esta forma más unidades de transmisión recepción.

Para garantizar que todas las llamadas lleguen a su destino, ya sea nacional o internacional, es condición necesaria garantizar que no haya fallas de enlace, es decir, que los radios trasmisores y receptores estén en funcionamiento. Por esta razón las unidades de este tipo suelen estar duplicadas, operando en redundancia, con el fin de asegurarse de que siempre se encuentre un equipo en operación.

Los equipos de radio cuentan con varios módulos interconectados (modulador, demodulador, multiplexor, fuente) y si se quiere garantizar que la unidad funcione, cada una de sus partes también lo debe hacer, por eso cada módulo cuenta con señales de alarma que indican cuando cualquiera de las partes del radio transmisor ó receptor deja de funcionar. Estas alarmas son señales que se manifiestan en forma de 1 ó 0 lógico dependiendo de su estado de activada o desactivada. Se dispone de las alarmas en regletas matriciales en las mismas unidades de radio y con la ayuda de los manuales se puede saber en cualquier momento el estado del equipo, inclusive algunas de estas alarmas se visualizan mediante LEDS. Cada equipo independientemente del lugar en donde esté ubicada posee las mismas características y es capaz de arrojar alarmas de comportamiento, medición o control.

Con el fin de anticiparse a este tipo de condiciones se plantea el diseño, construcción e implementación de un panel de alarmas que recoja y visualice los estados de operación de los equipos de radio y que además aproveche los canales de datos disponibles en el enlace entre centrales para traer hasta la empresa la información del estado de las alarmas de las unidades de radio de las centrales telefónicas de la red de comunicaciones del norte de Bolívar.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto surge como la respuesta a las necesidades e inquietudes manifestadas por empleados y directivos de la empresa TELECOM quienes están seguros que con la implementación de un panel de alarmas tendrán un mayor control sobre los equipos de radio de las centrales, de los cuales ninguno está siendo monitoreado actualmente, lo que se traducirá en un mejor servicio puesto que no se presentaran interrupciones del servicio por inconvenientes en la transmisión entre algunos de los tramos, además sin importar que cuando un equipo específico presenta una falla enseguida entre a remplazarlo otro, en el panel se indicará que hay un equipo de radio que a pesar de estar funcionando tiene un módulo fuera de servicio. Con esto se implementará un plan de mantenimiento preventivo, mas no correctivo ya que no se esperará que toda la unidad falle para entonces repararla. Esto representará para la empresa el no dejar de captar ingresos por fallos en el enlace. Además el centralizar las alarmas de los instrumentos de transmisión-recepción facilitará

enormemente la inspección y supervisión por parte de los empleados ya que no serán necesarias rondas de vigilancia, sino que bastará con una simple mirada al panel el cual debe visualizar el estado de todas las unidades y sus módulos. Se prevé también una reducción del tiempo de resolución de fallas a lo que tarde la empresa en enviar a sus operarios, ya que esta debe darse cuenta de la pérdida del enlace inmediatamente esta situación se origine, debido a que el panel lo registrara de inmediato.

El desarrollo de este proyecto impone la necesidad de incrementar el conocimiento del funcionamiento de los equipos de la empresa de telecomunicaciones TELECOM, al mismo tiempo que el diseño y construcción del panel de alarmas con su interfaz con un PC generará la oportunidad de asentar aun mejor las bases obtenidas en los cursos de comunicaciones I, II , III , electrónica, digitales y microcontroladores, mejorando el perfil en estas áreas de los realizadores de la tesis.

Las garantías que se lograrán con la realización de este proyecto permitirán a la empresa TELECOM ofrecer una mejor calidad de servicio permitiéndole ahorrar en costos de mantenimiento y mantenerse a la cabeza del cada vez más competitivo mercado de las telecomunicaciones.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un panel supervisor de alarmas centralizadas utilizando PIC's para interfaz con un PC, con el fin de garantizar mayor captación de ingresos, ahorro de dinero y un mejor control sobre los equipos de radio que interconectan las centrales telefónicas de Cartagena, La Popa, Turbaco y Arjona de la empresa TELECOM .

1.4.2 Objetivos específicos

- Construir un panel que visualice de manera clara cada señal de alarma y que además muestre un mensaje de lo que está sucediendo.
- Diseñar e implementar una interfaz entre el panel de alarmas y un PC, mediante la utilización de microcontroladores que asignen un código binario a cada señal de alarma que se reciba y lo envíe a un puerto del computador.
- Crear una aplicación en Delphi para el monitoreo de las alarmas que se reciben en el panel y que son ingresadas al computador a través de un puerto.

- Disminuir el tiempo de resolución de fallas en los enlaces de transmisión de la red de telecomunicaciones del norte de norte de Bolívar de la Empresa TELECOM .
- Reducir las pérdidas por la no-captación de ingresos que se presenta por los fallos en los enlaces entre las centrales.
- Facilitar a los empleados la supervisión de los equipos de radio.
- Mostrar mediante el PC la mayor cantidad de información posible acerca de la falla que se esté presentando.

2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1 Sistema Centralizado de Alarmas. En un sistema de comunicaciones se desarrolla una condición de alarma, pero sin que halla quien la atienda. A kilómetros en un centro de mantenimiento, técnicos y operarios reciben un informe deficiente del problema, analizan la situación, e implementan una solución -- todo por control remoto sobre líneas telefónicas corrientes.

Un panel centralizado es la clave para recolección e informes de datos automatizados de alarma y de mantenimiento. Los paneles de este tipo cuentan con un software remoto de mantenimiento para controlar sistemas electrónicos y para identificar, aislar, diagnosticar y reportar los datos de alarmas y mantenimiento de los dispositivos electrónicos centrales en una red. Los sistemas centrales adecuados incluyen una amplia variedad de PBX y sistemas de correo de voz, de Sistemas Interactivos de Respuesta (IVR) de Voz, multiplexores y de otro equipo electrónico.

Para controlar efectivamente equipos centrales múltiples, los sistemas remotos de mantenimiento deben realizar muchas tareas a la vez. El software, las bases de datos relacionales y las bibliotecas de mensajes de alarmas se diseñan para una

plataforma estándar. Esto permite al sistema recibir simultáneamente las alarmas, sondear artefactos de recolección y generar informes, mientras permite el mantenimiento de la base de datos.

El diseño modular del panel le permite crecer junto con su red. Expandir el sistema es tan fácil como lo es mejorar la configuración del hardware. Para controlar un solo sitio o una red de sitios múltiples, la solución por medio del sistema centralizado de alarmas cumple con los desafíos de hoy día y del control centralizado del mañana.

A medida que las redes crecen en tamaño, la tarea de rastrear y responder a la información de mantenimiento puede ser agobiante, especialmente cuando los mensajes se reciben y se almacenan en múltiples ubicaciones. El panel resuelve este problema con sus capacidades de supervisión centralizadas. El panel recibe los datos de mantenimiento de cada equipo central de red en un punto central y selecciona los mensajes no deseados. Los técnicos y operarios tienen los datos para identificar inmediatamente áreas de problema y el equipo defectuoso. Los problemas a menudo se pueden corregir desde una ubicación remota y de esta manera se pueden evitar muchas visitas costosas al sitio. Cuando son necesario los técnicos llegan con la información exacta que ellos necesitan para tomar la acción correctiva inmediatamente. No existe la necesidad de ir y venir al sitio para localizar los problemas. El tiempo de respuesta y los costos de mantenimiento se reducen por igual.

El panel es un "escucha" en tiempo real. Los Datos generados por los equipos son seleccionados por dispositivo de recolección, retransmitidos al panel y comparados con una biblioteca de mensajes de alarma. El personal de mantenimiento tiene la información que ellos necesitan para resolver los problemas sin tener que descifrar mensajes codificados. El panel funciona también como un sistema de sondeo sin intervención del operador.

2.1.2 Equipos De Gestión De Red. La empresa TELECOM en su área de transmisión cuenta con equipos de gestión de red los cuales supervisan y controlan el estado de las redes de transmisión los módulos de redes de transmisión (equipos múltiplex, equipos de línea y sistema de radio enlace) son orígenes de informaciones de alarmas y de estados, incluyendo datos de calidad y destino para órdenes de control. Uno de estos equipo de gestión de red es el TCS100 este, reporta u registra estos datos a los centros de observación y operación así como de estos a los módulos de la red. Este equipo constituye una red de transporte jerárquico que consta de nodos de conmutación, elementos propios de transmisión y los canales de servicio de sistemas de radio enlace y equipos de línea (Ver **figura 1**).

Aparte de ello, los equipos que cumplan las condiciones de interfaz TCS100 pueden integrarse en este equipo de gestión de red o constituir una red propia. Para redes de gestión pequeñas o de capacidad mediana o para subáreas de estas redes, el TCS100 ofrece equipos de operación y observación (indicadores LEDS, teclados) o bien un PC de indicación y operación.

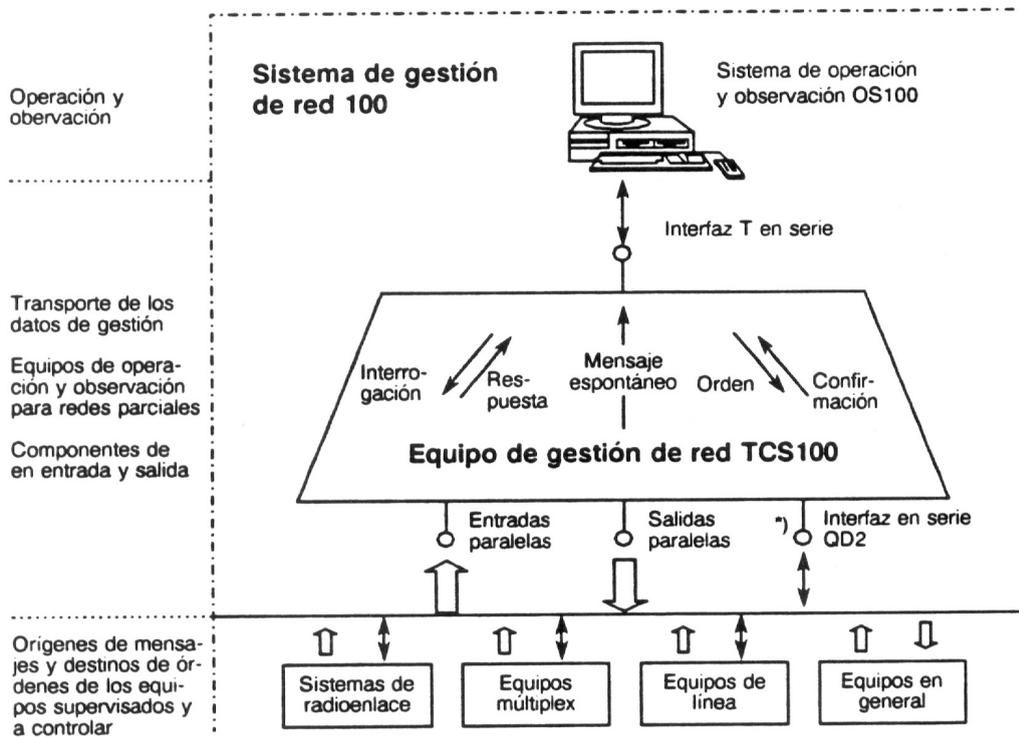


Figura 1. Tareas de supervisión y control del equipo TCS100.

La estructura modular de este equipo de gestión de red permite solucionar las múltiples tareas de comunicación optimizadas técnica y económicamente. Estos equipos satisfacen las condiciones ambientales que se deben cumplir en aplicaciones comerciales.

El equipo de gestión de red TCS100 asume las siguientes funciones:

- Registro automático de las informaciones de alarma y estados de los equipos de transmisión y otros equipos.

- Transporte de las informaciones (datos de gestión) por unidades de red modulares a las centrales principales y subcentrales. Para tal fin se utilizan en general los canales de ordenes de los sistemas de radio enlace y los equipos de línea.
- Indicación de las informaciones con elementos propios del sistema: paneles LED o PC de indicación y operación.
- Introducción manual asistida por PC de órdenes de conmutación en equipos de transmisión u otros equipos.
- Documentación de textos de mensajes y acciones de operación.
- Refrescamiento automático en la red de gestión tras eliminar una interrupción en la vía de línea o en los componentes propios del sistema.

Los componentes de entrada y salida de los equipos de gestión de red TCS100 ofrecen una gran variedad de interfaces en paralelo o en serie para los equipos a supervisar o controlar.

2.1.2.1 Arquitectura de la Red. Partiendo del módulo de unidad de red pueden establecerse redes jerárquicas. Pueden realizarse cuatro etapas jerárquicas y una etapa de terminación para la estación central. En la **figura 2** se presenta el

principio modular de la arquitectura de la red tomando como ejemplo el equipo de gestión de red TCS100 con tres niveles jerárquicos. Los soportes de la estructura modular son los nodos de conmutación entre las distintas etapas jerárquicas. Los componentes del sistema TCS100 forman las estaciones de la red de transporte, la cual tiene una interfaz de datos uniforme en serie que lleva la designación "Interfaz T". El sistema de operación y observación OS100 constituye generalmente la terminación de la red de transporte TCS100. La cantidad total de usuarios (direcciones) que una red de transporte TCS100 admite, depende de toda la configuración, de la técnica de transmisión utilizable (determinativa del tiempo de transporte) y del rendimiento de los sistemas de observación y operación empleados.

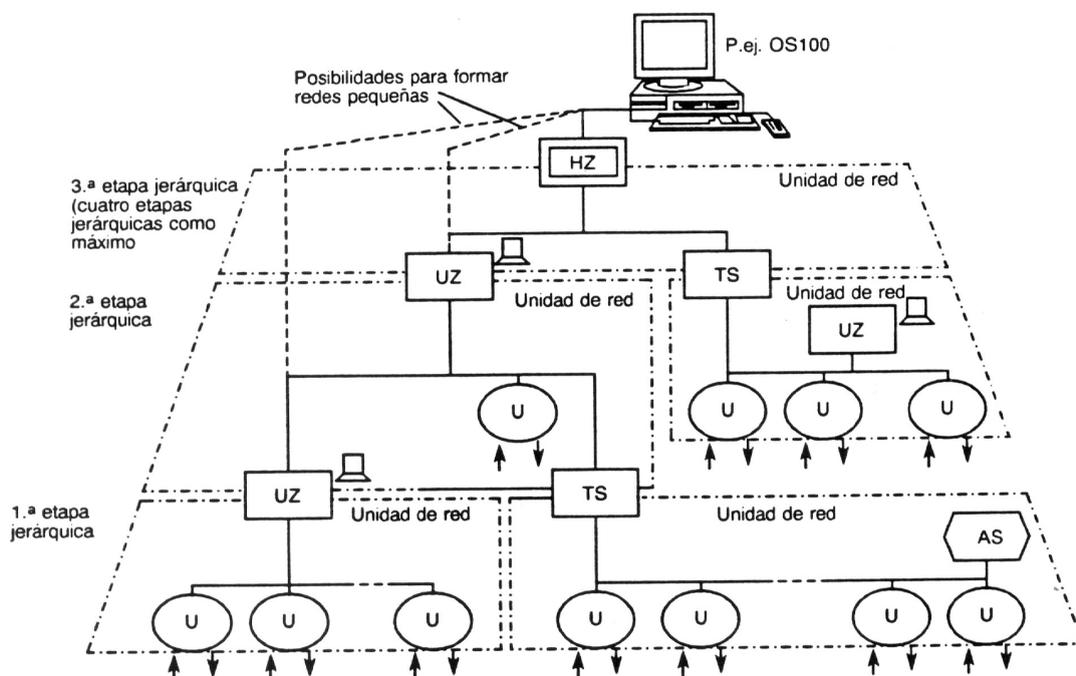


Figura 2. Ejemplo de la arquitectura de la red módulo: Unidad de red.

La concepción modular del equipo de gestión de red TCS100 permite la instalación de diferentes tipos de estación dentro de la red de transporte, el comportamiento individual de cada estación/central en relación con la afluencia de alarmas, control así como indicación y operación, la configuración de formas de red más adaptables técnicamente y el acceso de la red a medios de transmisión digitales y analógicos.

2.1.2.2 Tipos de Estaciones. Partiendo del principio de arquitectura representada, los nodos finales y de conmutación se subdividen en tipos de estaciones como elementos referidos al enlace local conforme a sus funciones en la red de transporte TCS100. A continuación se aclararan las funciones de los distintos tipos de estaciones .

- **Central Principal HZ (Componente ASK):** constituye la terminación de una red de transporte. Es componente del sistema es el ASK, que es el que dirige el ciclo. La función de indicación y operación es asumida por OS100 o el PC.
- **Subcentral UZ (componente ASK con PC):** tiene su función dentro de la red de transporte . Enlaza dos unidades de red una con otra o es usuario en el sistema bus de una unidad de red. El componente del sistema es ASK. Como usuario del bus, el ASK tiene derecho de interrogación , pero en el estado exento de errores no dirige ciclo (también designable como central secundaria). La función de indicación y operación la ejecuta el PC.

- **Estación de Transito TS (Componente ASK):** la estación de transito enlaza dos unidades de red una con otra. El componente del sistema es el ASK, La estación de transito no tiene función de indicación y operación. Excepción : el panel de indicación AZF como complemento inmediato del ASK (32 LEDS para mensajes de la propia unidad de red e indicación de las direcciones solicitadas actualmente).
- **Estación de Indicación AS (Componente SAN):** la estación de indicación es usuario del bus dentro de una unidad de red. El componente del sistema es el SAN como usuario directo en el servicio de bus. Este componente está dotado de propios indicadores (LED). Su área de observación está orientada a dos niveles jerárquicos, un nodo final y dos nodos de conmutación pueden pasar desde el origen del mensaje hasta la salida de señales SAN. La estación de indicación puede conectarse a un ASK también a través del segundo acceso esclavo (ampliación de una estación de transito en una estación de indicación).
- **Subestación U (componentes determinados ASU, ASR):** es la expresión general para el lugar en donde se registran o entregan las informaciones que han de transportarse. Los componentes del sistema son ASU, ASR. Si se requiere, el panel de indicación AZU se encarga de la función de observación en la subestación. Sin embargo, si tienen que ejecutarse

funciones de indicación y operación en envergadura ampliada en el lugar de la subestación, ésta debe ampliarse en una subcentral (ASK con PC) o en una estación de indicación (SAN).

- **Conversor de Procedimientos PU:** mediante el conversor de procedimientos PU se encargan informaciones procedentes de los equipos de transmisión (elementos de red NE) con interfaces en serie QD2 a la red de transporte TCS100.

2.1.2.3 Observación y Operación. Las funciones de observación y operación pueden realizarse con componentes propios del sistema.

Una forma sencilla para visualizar los mensajes es la indicación con diodos luminiscentes LED. Esta tarea la efectúa los componentes de salida de señales SAN con su correspondiente display de señalización. Dos veces 128 puntos de información (LEDS) pueden utilizarse para la indicación, en cuyo caso se puede parametrizar libremente al LED la asignación del mensaje de entrada. Paralelamente a la indicación, el componente SAN ofrece hasta 64 contactos de salida.

El PC de operación e indicación ofrece al operador posibilidades más confortables para observar y documentar los mensajes. Este PC puede identificar hasta 1800 informaciones diferentes indicar para cada mensaje un texto almacenado en la

memoria del PC. También se pueden generar y transmitir con el PC órdenes de control a los equipos de la unidad de red.

2.1.2.4 Técnicas de Transmisión. Para establecer las vías de transporte, el sistema de gestión de red dispone de sus propios componentes de red. Se pueden configurar vías de transmisión analógicas y digitales. Los componentes de red para la transmisión analógica constituyen directamente canales de transporte a través de las líneas de 2 o 4 hilos, es decir, todas las propiedades físicas, tales como modo de transmisión (modalidad de operación) , ganancia e igualación forman parte del volumen de prestaciones del equipo de gestión de red. A estos componentes de red se les agrega generalmente un carácter complementario; para la estructura de la red se utilizan canales de servicios digitales. El acceso de los componentes del sistema a los canales digitales es asumido por un módulo digital conector de canales en el modo operativo asíncrono, el componente de red KDA (módulo conector de canales, digital, asíncrono).

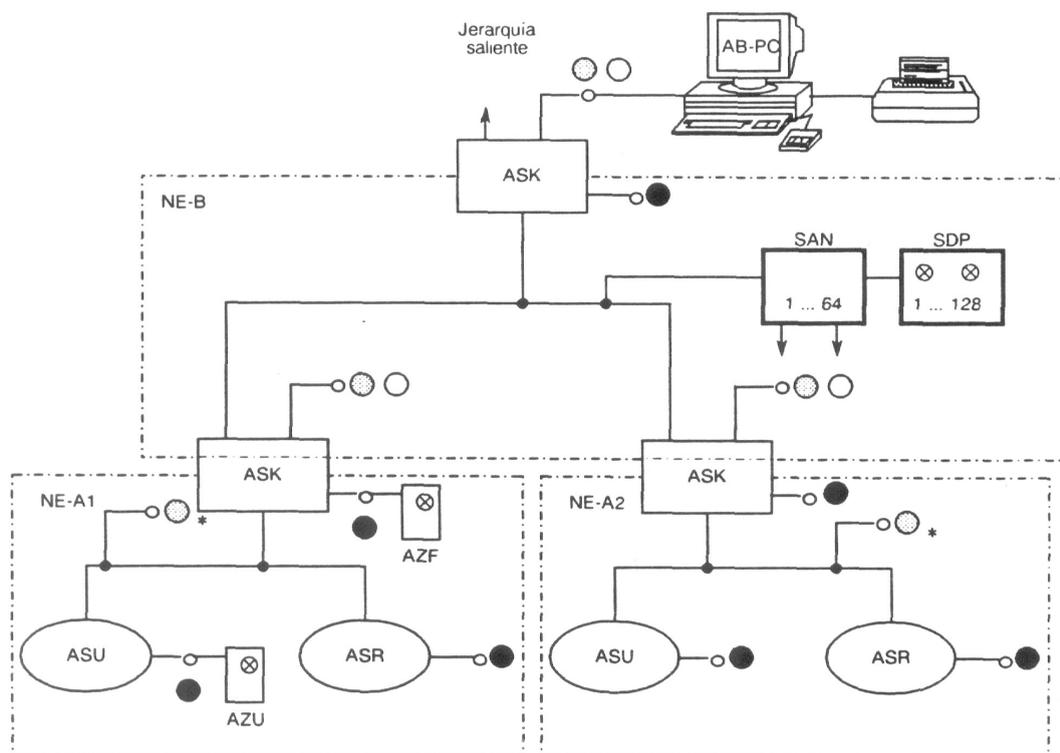
Los componentes de la red tienen fundamentalmente 2 o varios accesos a la red, con el fin de formar estructuras de líneas y de ramificaciones. Cada unidad de red puede configurarse en la forma de una estructura de línea, en estrella, en árbol o en una forma mixta de estas estructuras. Esta gran variedad de posibilidades de la formación física del sistema BUS (módulo básico de unidad de red) no influyen en el número de usuarios y en intercambio de datos del procedimiento de la capa 2 (este procedimiento asume la configuración y mantiene la operación del enlace

de datos dentro del sistema BUS). No obstante sea de considerar el distinto comportamiento de retardo de las posibles configuraciones en la determinación de la correspondiente igualación de retardo.

El modo de transmisión en el sistema de gestión de red TCS100 es semiduplex, dentro de una unidad de red es activo un transmisor (función primaria), todos los demás usuarios (función secundaria) están en estado de recepción.

2.1.2.5 Equipos de Indicación y Operación. El sistema TCS100 dispone de una serie de posibilidades para implementar automáticamente funciones de indicación y operación. El espectro abarca desde los pequeños paneles de indicación directamente en los componentes del sistema, pasando por los componentes SAN con su propio display de señalización y las salidas de contactos, hasta el PC con impresor, tal como se muestra en la **figura 3**.

Los paneles de indicación de los componentes del sistema ASK y ASU/ASR pueden complementarse cada uno con un panel de indicación, con el fin de indicar ópticamente en LEDS los mensajes procedentes de la unidad de red. El panel de indicación tiene 32 LEDS , el componente ASK tiene un indicador de cifras para reproducir el ciclo de interrogación del acceso maestro. El panel AZF está asignado al ASK, y el panel AZU al ASU/ASR. La parametrización para los mensajes que han de indicarse ofrece al operador la elección de la dirección del componente del sistema y también los criterios de distinción según subdirección, tipo de información y número de BIT.



- en ● se puede conectar: AZU (para ASU/ASR), AZF (para ASK) ,sólo indicador LED para mensajes de la propia unidad de red
- en ● se puede conectar: SAN con SDP para indicación (display de señalización) y salida de mensajes
- en ○ se puede conectar: AB-PC con impresor para indicación o salida de órdenes y documentación
- * a través de un propio ASK se puede conectar también un AB-PC

El comando de direccionamiento para el AB-PC o el SAN contiene como máximo dos direcciones de nodos (= dos ASK) y una dirección de nodo final
 NE ... Unidad de red

Figura 3. Equipo de indicación y Operación manual siemens.

La Indicación de Salida de señales mediante el componente SAN se emplea principalmente como estación en el bus de una unidad de red. Se utilizan dos tipos de salida; los mensajes recibidos se pueden indicar mediante LED en el display de señalización y/u ofrecer a través de salidas en paralelo para otras funciones de operación e indicación. Estos tipos de salida se pueden parametrizar independientemente uno de otro. Este componente SAN ofrece una gran variedad

de posibilidades de parametrización que están basadas en la práctica. Una unidad propia está asignada a cada LEDS y a cada salida; el comando de direccionamiento de un mensaje abarca las direcciones de nodo, la subdirección, el tipo de información y el número de BIT; cada mensaje se facilita como mensaje individual o como alarma de estación ; cada salida de un mensaje individual se efectúa en la cadencia de dos o cuatro estados, y la salida de una alarma de estación se ejecuta en la cadencia de dos estados.

2.1.2.6 PC de Indicación y Operación. Esta concebido para la tarea de “Indicación y Operación” de pequeñas redes o de subáreas de grandes redes de operación permanente. Dicho PC puede evaluar hasta 1800 mensajes diferentes, asignar un texto a cada pantalla y reproducirlo en el impresor. Además puede transmitir también órdenes de conmutación a los componentes del sistema ASU/ASR, así como informaciones de componentes.

2.1.3 Equipos de Supervisión y Control. Otro equipo con que cuenta la empresa TELECOM es el de Supervisión y control serie NAR-600, este equipo está construido con un diseño apropiado para el sistema de microondas de radio de la serie 600 y puede ser instalado fácilmente en la disposición del sistema de radio. Estos equipos de supervisión y control presentan las siguientes facilidades: supervisión remota y control remoto. Además los equipos dependiendo de la función que desempeñen se dividen en dos tipos como son el NAR-651 que es para uso en la estación maestra, maneja 32 estaciones remotas y opera como una

estación local remota para informar 32 alarmas y recibir 8 controles. El otro equipo es el NAR-652 que es para uso en la estación remota, reporta 32 alarmas y recibe 8 controles.

2.1.3.1 Clasificación del Equipo. El equipo de la serie NAR-600 puede clasificarse según la condición de interface para las señales de supervisión y control y el circuito de transmisión, asignándose a los equipos NAR-651 y NAR-652.

NAR-651: La condición de interface para señales de supervisión y control son para la Interface DSC, velocidad de datos entre 1200 o 300 bps; Interface ASC señal FSK de 1200 bps ó 300 bps; Interface DSC y ASC velocidad de datos 1200 o 300 bps.

NAR-652: Interface DSC velocidad de datos entre 1200 o 300 bps; Interface ASC señal FSK de 1200 o 300 bps; Interface DSC y ASC velocidad de datos 1200 o 300 bps.

2.1.3.2 Composición del Equipo. Estos equipos de la serie NAR-651 y NAR-652 están compuestos de módulos funcionales idénticos con funciones independientes.

NAR-651: Módulo SV LOG M , SV LOG R, DISP M, POWER 21J.

NAR-652: Módulo SV LOG R, DISP R, POWER 21J.

Módulo SV LOG M: Módulo lógico de supervisión para estación maestra, aquí se realiza el procedimiento y control para datos desde / hacia módulos de entrada / salida (I/O) conectados e incluye los circuitos de transmisión de las señales de supervisión y control.

Módulo SV LOG R: Módulo lógico de supervisión para estación remota, este maneja la entrada de datos (hasta 32 ítems de supervisión) y la salida de datos (hasta 8 ítems de control), y se realiza el procesamiento y control para datos, también incluye los circuitos de transmisión de las señales de supervisión y control.

Módulo DISP M: Módulo de display para estación maestra, este visualiza el estado sumario de los ítems de alarmas para 32 estaciones remotas por medio de LED, y además indica los detalles, por LCD (display de cristal líquido).

DISP R: Módulo display para estación remota, este módulo visualiza el estado de ítems de la entrada de supervisión por medio de LED.

POWER 21J: Módulo de fuente de alimentación, esta fuente recibe la entrada de -24vcc ó -48vcc y se generan los voltajes de salida en el equipo.

2.1.3.3 Teoría de Operación. Aquí se describe las funciones y el flujo de señal de los equipos NAR-651 y NAR-652. Estos se utilizan para asegurar la operación de

mantenimiento satisfactoria del sistema de comunicación relé de radio. En la **figura 4** se muestra la construcción del sistema de supervisión y control.

El módulo SV LOG R se conecta con el equipo de supervisado para aplicar la información de supervisión, y se conecta con el equipo controlado para mandar la información de control. Las señales de supervisión y control se aplica al DSC desde el circuito de transmisión de señal del módulo SV LOG R/M; estas se intercambian desde los módulos SV LOG R y SV LOG M a través de la línea de transmisión DSC del equipo de radio.

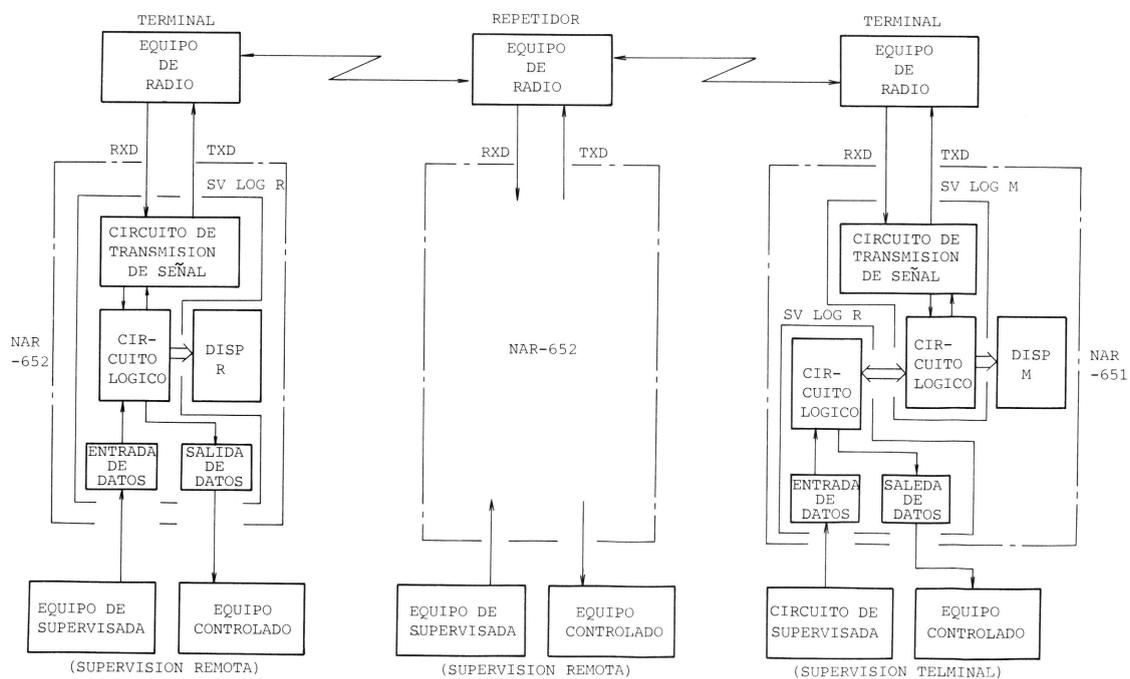
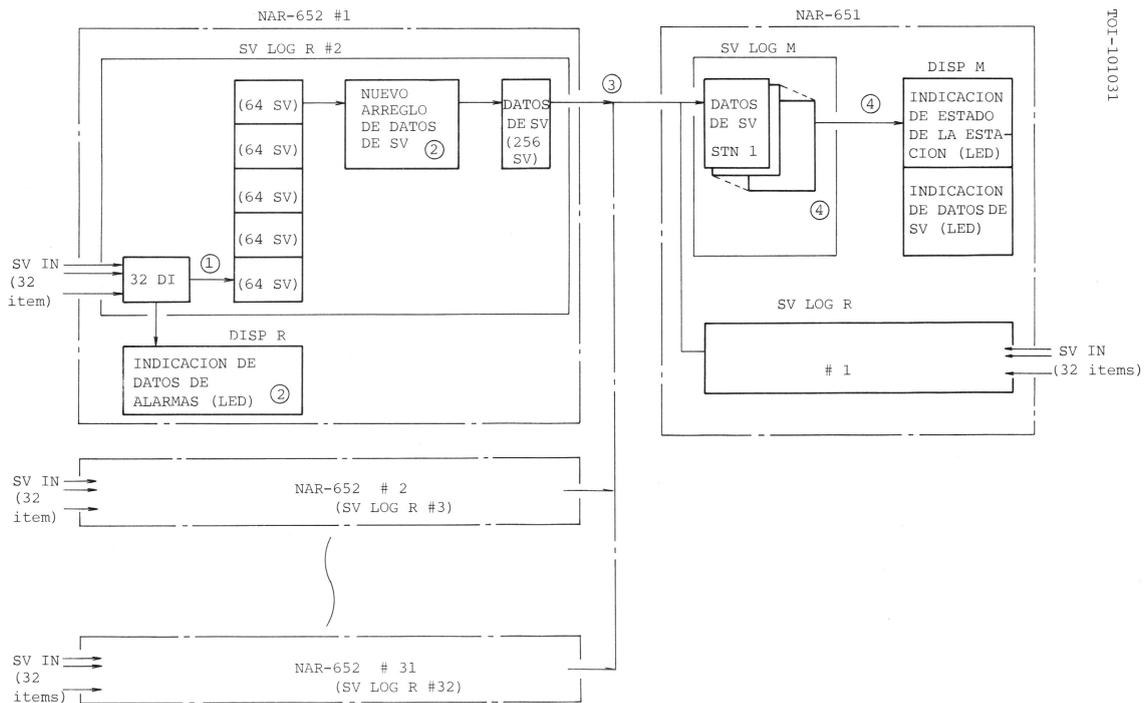


Figura 4. Construcción del sistema de supervisión y control.

2.1.3.4 Flujo de Señal. Aquí se indican los flujos de los datos de supervisión y se refiere a la secuencia de procesos con referencia a los números indicados en la **figura 5**.



FOI-101031

Figura 5. Flujo de señales de datos de supervisión.

Se coleccionan los datos (32 ítem máximo) a través de la sección de entrada de datos en el módulo SV LOG R.

Los 32 ítem de datos de SV coleccionados son reordenados conforme a la tabla de ROM incorporadas, generándose nuevos datos de SV.

Los datos de SV se transmiten desde el SV LOG R (SV RS) hacia el SV LOG M (SV MS) conforme a una petición de encuesta (polling) periódica procedente de ésta.

Se almacenan en la memoria los datos de SV provenientes de un máximo de 32 estaciones del SV LOG R (SV RS) , la esencia de estos datos de SV se indica en el LCD del DISP M por medio de caracteres alfanuméricos, también la alarma resumida de cada estación se indica en el LED.

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE ALARMAS

Con base a los estudios realizados y a la observación de dispositivos similares de gestión de red se decidió construir un panel centralizado de alarmas que satisficiera las necesidades de la empresa TELECOM en cuanto a supervisión remota los equipos de radio de la red de la zona norte del departamento de Bolívar.

Es relevante anotar que como condiciones preestablecidas de diseño se destaca la facilidad de lectura de los estados de las alarmas de las estaciones monitoreadas ya que otros equipos con funciones similares presentan el inconveniente de necesitar complejos procedimientos para obtener de ellos la información que se desea.

Inicialmente el prototipo realizará el monitoreo de las alarmas de los equipos de radio de la ciudad de Cartagena, la Popa, Arjona y Turbaco (equipos NEC y SIEMENS), aunque el diseño se deja abierto con la capacidad de monitorear otras 5 estaciones remotas. De igual forma cada estación remota puede monitorear hasta 6 alarmas distintas pudiéndose modificar el diseño para llegar hasta 8.

Por otra parte para enviar los datos de las estaciones remotas hasta el panel la empresa cuenta con canales de datos disponibles a través de los enlaces PCM a través de los cuales se puede enviar información en formato serial RS232, que es el que finalmente se utilizó para el prototipo que será entregado a la universidad. No obstante, la empresa TELECOM cuenta con otros equipos que están enlazados entre los distintos nodos de la red de la zona norte del departamento de Bolívar, a través de los cuales hay más canales disponibles tanto análogos como digitales, es más, los mismos equipos de radio a ser monitoreados cuentan con canales de servicio (delta channels) que también podrían ser utilizados para enviar la información de las alarmas remotas, aunque sería poco práctico ya que los datos no podrían enviarse si falla el mismo equipo que se utiliza para transmitir la información.

Los equipos a ser monitoreados pertenecen a un sistema de radioenlace digital de 1,8 GHz 4 MB que está configurado en un sistema de reserva en caliente / reserva en frío (HS/HS) y se usa para comunicar dos flujos de datos en 2,048 Mbps (equivalentes a 60 canales de voz) entre dos estaciones.

Para el diseño y la construcción del panel del panel se aprovecharon las funciones de alarmas y control propias de estos equipos para los cuales los circuitos de detección de fallas se proveen en las unidades de Transmisor-Receptor y de banda base, y estas envían señales para indicación de alarma y reporte de alarma a una interface externa. También, las indicaciones de señal de alarma para el equipo se proveen por indicadores en al unidad Transmisor-Receptor y de banda

base. Cuando el equipo está operando normalmente, los indicadores del equipo en las unidades Transmisor-Receptor y de banda base permanecen apagados. Cuando ocurre una condición anormal (excepto en falla de suministro de alimentación), se enciende el indicador de alarma total relacionada (ALM) y se hace un reporte de alarma remoto.

Más información acerca de estos equipos y su operación (sistema de radioenlace digital y enlaces PCM) estará disponible en los anexos.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PANEL

3.1.1 Descripción física: Las dimensiones del panel son 40 cm X 50 cm X 20cm, pesa aproximadamente 3 Kg y el material en que está elaborado es acrílico opaco y madera. En su cubierta frontal cuenta con un mapa a escala de la zona norte del departamento de Bolívar en donde se ubican los nodos de la red de telecomunicaciones de la empresa TELECOM. En cada nodo que será monitoreado se inserta un diodo LED que indicará de inmediato cuando se registre algún comportamiento anormal del equipo de radioenlace digital. En la zona derecha de la cubierta frontal se encuentra localizado un módulo de cristal líquido (2X20) junto con tres botones de operación para obtener información detallada acerca del estado de las alarmas de las centrales remotas y locales.

El panel cuenta también con 8 puertos ubicados en su región frontal para el monitoreo de las estaciones remotas (en este proyecto se ocuparán sólo 3: la Popa, Arjona y Turbaco) además de 16 entradas para el monitoreo de las alarmas de los equipos locales y otra más para tierra. Finalmente en esta misma región se ubican 16 interruptores dispuestos en dip switches para simular cambios en el estado de las alarmas locales.

En la región lateral derecha se encuentra insertado un mini-extractor cuya función es mantener fresco y ventilado el interior del panel, además de dos bornes para la alimentación general del panel. La región lateral izquierda cuenta con un conector serial DB9 para conectar el panel a un PC, además en esta región se localiza una rejilla de ventilación que garantiza un espacio para que ingrese el aire que refrescará el panel. Finalmente en la zona lateral posterior se localizan una chicharra y un interruptor para la misma.

A la cubierta inferior del panel se encuentran adheridas cuatro bases antideslizantes, para aislarlo de cualquier superficie y darle agarre a la misma.

En su interior el panel cuenta con soportes para la tarjeta principal de circuito, cuya constitución se ampliará más adelante.

3.1.2 Descripción operativo-funcional: La función de este panel es única y exclusivamente la de monitorear y visualizar de forma clara e inmediata el estado de funcionamiento de los equipos de radioenlace digital de la red de

telecomunicaciones de la zona norte del departamento de Bolívar de la empresa TELECOM.

Con sus múltiples puertos el panel está diseñado para monitorear hasta 8 estaciones remotas (cada una con capacidad de recoger y transmitir el estado de 6 alarmas) y 16 alarmas locales, es decir, que provengan de equipos de radio que se encuentren en el mismo sitio en que esté ubicado el panel.

Gracias a su interface con el puerto serial de un PC el panel es capaz de enviar a este la información acerca del estado de todas las alarmas monitoreadas. En el PC debe estar previamente instalado el software que es capaz de leer los datos que están entrando a través del puerto serial del PC, para después mostrar información acerca del estado de las alarmas.

Por otra parte el panel cuenta con un módulo de LCD (2X20) el cual le da autonomía al panel en cuanto a la visualización del estado de las alarmas ya que en el se podrá seleccionar cada una de las centrales monitoreadas y verificar el estado de todas sus alarmas. Esto le permite a los usuarios detectar fácilmente una falla en cualquiera de los equipos monitoreados.

El panel posee una chicharra la cual debe activarse tan pronto se presente una condición de operación anormal en cualquiera de los equipos ya sea locales o remotos. La chicharra cuenta con un switch que permite inhabilitarla después de que el usuario se halla percatado de la condición anormal de funcionamiento

Con todo estos elementos con los que cuenta el panel se alcanza el objetivo de su diseño e implementación, condición que se verifica en la esencia de su operación. Cuando una señal de alarma es detectada independientemente de su origen inmediatamente se activa la señal sonora del panel, con esto se logra captar la atención de cualquiera de los usuarios; al acercarse al panel debe observarse titilando el LED correspondiente a la estación desde la cual se genera la alarma, después de esto el usuario el usuario sabe en que estación se origina la falla y para saber cual de los módulos del equipo de radioenlace esta en operación anormal debe desplazarse a través de las opciones del display (LCD). Además de esto si el usuario desea ampliar la información disponible acerca de la falla que se presenta puede consultar la información que se muestra en el PC.

3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

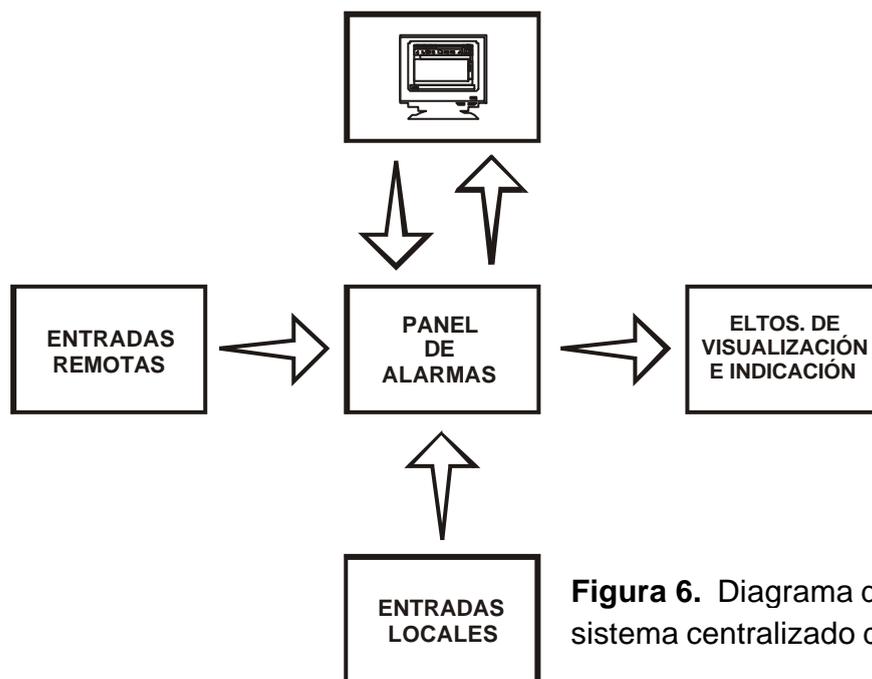


Figura 6. Diagrama de bloques del sistema centralizado de alarmas

3.3 CAPTURA DE DATOS POR PARTE DEL PANEL.

Desde este punto comienza una descripción más precisa acerca de la operación del panel. Parte importante del funcionamiento de este es la captura de los datos, entendiéndose por datos el estado de las alarmas que arrojan los equipos de radioenlace digital gracias a sus funciones de supervisión y alarmas. Por otra parte, la captura de los datos hace referencia a la forma de almacenar varias de estas alarmas al mismo tiempo para luego ser interpretadas y en el caso de las estaciones remotas para ser enviadas también bajo cierto formato de transmisión.

Se hace necesario la utilización de un dispositivo que sea capaz de leer y almacenar los datos para luego con ellos armar una trama que contenga información del estado de las alarmas, información que será enviada serialmente hacia el PC y que se visualizará permanentemente en el módulo LCD. De igual forma para el monitoreo de las estaciones remotas se necesita también un dispositivo con las mismas características del anterior, es decir, dicho dispositivo debe capturar el estado de las alarmas de los equipos de radioenlace digital remotos armar una trama con ellos y enviarlos en el formato serial hacia el panel.

3.3.1 Implementación del PIC 16F874. Ya manifiesta la necesidad del panel de almacenar datos para luego reordenarlos, transmitirlos y visualizarlos se pensó en la utilización de un microcontrolador que llevará a cabo estas funciones, para ser más específicos, se eligió el PIC 16F874 que además realiza otras tareas que justifican su utilización en la tarjeta de circuito principal dentro del panel.

El PIC 16F874 es un microcontrolador que posee características ideales para ser implementado en el panel, una de las más importantes es el número de puertos con que cuenta (4 ½) lo que lo hace el indicado dado el número de alarmas que deben ser monitoreadas y el resto de dispositivos que deben ser controlados para que el panel cumpla todas las funciones descritas con anterioridad. Por otra parte este dispositivo y los que pertenecen a esta familia se comparan en el **cuadro 1**.

Cuadro 1. Comparación de la familia del PIC 16F87X.

MODELO		PIC16F84A	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
MEM PROG (FLASH)	BYTES	1792	7168	7168	14336	14336
	PALABRAS	1024x14	4096x14	4096x14	8192x14	8192x14
MEM DATOS	BYTES EEPROM	64	128	128	256	256
	BYTES RAM	68	192	192	368	368
CONV. A/D		NO	5 (10BITS)	8 (10BITS)	5 (10BITS)	8 (10BITS)
DETECCIÓN DE BAJA TENSION		NO	SI	SI	SI	SI
LINEAS E/S		13	22	33	22	33
COMUNICACIÓN SERIE		NO	USART/MSSP	USART/MSSP	USART/MSSP	USART/MSSP
CCP		NO	2	2	2	2
TEMPORIZADORES		1-8 BIT, 1-WDT	1-16 BIT, 2-8 BIT, 1-WDT	1-16 BIT, 2-8 BIT, 1-WDT	1-16 BIT, 2-8 BIT, 1-WDT	1-16 BIT, 2-8 BIT, 1-WDT
FREC. MAXIMA EN MHZ		20	20	20	20	20
PROGRAMACIÓN SERIE EN CIRCUITO		SI	SI	SI	SI	SI
ENCAPSULADOS		18P, 18SO, 20SS	28SP, 28SO	40P, 44L, 44PQ, 44PT	28SP, 28SO	40P, 44L, 44PQ, 44PT
FUENTES DE INTERRUPTIÓN		4	13	14	13	14
COMUNICACIÓN PARALELO		NO	NO	SI	NO	SI

Además la familia PIC16F87X posee otras características importantes como:

- Procesador de Arquitectura RISC Avanzada.
- 35 instrucciones con 14 bit de longitud.
- Frecuencia de Reloj de hasta 20 Mhz.
- Memoria de Código tipo FLASH (8K).
- 368 bytes de memoria de datos RAM.
- 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- 14 Fuentes de interrupción externas.
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Código de Protección Programable.
- Voltaje de Alimentación entre 2 y 5.5 Voltios.
- Perro Guardian (WDT).

Todas estas características anteriormente descritas hacen de este dispositivo el ideal para ser implementado en el panel. Otras características de interés serán descritas en los anexos.

3.3.1.1 Señales de entrada. Como se puede apreciar en el diagrama de bloques, desde el punto de vista del panel, hay dos tipos de señales de entrada, las locales y las remotas, además, si consideramos que la comunicación con el PC es bidireccional estaríamos hablando de una tercera señal de entrada. En términos generales las señales de entrada para el panel representan la información acerca del estado de las alarmas de los equipos de radioenlace digital que se están monitoreando, ya se verá más adelante como se adecuan estas señales para que puedan ser entendidas por el panel, más específicamente por el microcontrolador quien es el que en últimas trabaja con los datos recibidos.

Independientemente que los equipos locales y los remotos son del mismo tipo, e inclusive del mismo fabricante y que de igual forma las alarmas que estos equipos arrojan son idénticas, para el panel, hay diferencias en las señales que capta de origen local y las que provienen de origen remoto.

3.3.1.1.1 Entradas locales (alarmas). Cuando se mencionan las entradas locales se hace referencia a las señales de alarma arrojadas por los equipos de radioenlace digital que se encuentran físicamente en el mismo lugar donde se localiza el panel, en este caso el panel se encuentra ubicado en la ciudad de Cartagena en la central del pie del cerro (mas específicamente en el área de transmisión). Los equipos de radio que se encuentran en esta central y que serán monitoreados son radios NEC y SIEMENS, los cuales se encargan de enlazar vía microondas a Cartagena con la Popa, Arjona Y Turbaco.

Estos equipos de radio como ya se ha mencionado previamente cuentan con funciones de supervisión y alarmas, por lo que poseen terminales y jacks de interface para interconectar las señales de datos y alarmas con el equipo asociado en los que se manifiestan específicamente las alarmas que este está en capacidad de exteriorizar. En su concepción modular estos equipos se interconectan para formar una sola unidad de radio con todos sus elementos típicos (RX, TX, modulador, demodulador, multiplexor, fuente, etc.) cualquier falla en alguno de estos módulos se refleja de inmediato como un cambio de estado de alguna de las alarmas, además es posible diagnosticar otro tipo de fallas propias de las tramas en si, es el caso de la recepción de la AIS, etc.

En la figura anterior se muestra los diferentes módulos del equipo de radio y la ubicación de los bastidores junto a estos. Una vez localizado el bastidor en el plano se necesita de un diagrama de ocupación del bastidor para saber en donde localizar las alarmas (ver **cuadro 2**).

Cuadro 2. Ocupación del bastidor

		OCUPACION						
		1	2	3	4	5	6	
01/502/04	01	A3/1	A3/2	A3/3	A3/4	A3/5	A3/6	POPA
	02	A3/7	A3/8	A3/9	A3/10	A3/11	A3/12	
	03	A3/13	A3/14	A3/15	A3/16	A3/17	A3/18	
	04	A3/19	A3/20	A3/21	A3/22	A3/23	A3/24	
	05	A3/25						
	06							
	07	A3/1	A3/2	A3/3	A3/4	A3/5	A3/6	BAYUNCA
	08	A3/7	A3/8	A3/9	A3/10	A3/11	A3/12	
	09	A3/13	A3/14	A3/15	A3/16	A3/17	A3/18	
	10	A3/19	A3/20	A3/21	A3/22	A3/23	A3/24	
	11	A3/25						
	12							
	13	A3/1	A3/2	A3/3	A3/4	A3/5	A3/6	TURBACO
	14	A3/7	A3/8	A3/9	A3/10	A3/11	A3/12	
	15	A3/13	A3/14	A3/15	A3/16	A3/17	A3/18	
	16	A3/19	A3/20	A3/21	A3/22	A3/23	A3/24	
	17	A3/25						
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25	•	•	•	•	•	•	

Junto con el diagrama de ocupación del bastidor se encuentran los diagramas de función de cada pin (ver **cuadro 3**) y de subbastidor y posición (ver **cuadro 4**).

Cuadro 3. Diagrama de Función

FUNCION							
	1	2	3	4	5	6	
01	OR 2X64	OR 736 TX	OR 736 RX	BIT/INS CAN1	BIT/EXT CAN1	TX CH1 PWR	POPA
02	TX CH2 PWR	GEN.HAZ CAN1	OR BIT IN CH2	GEN.HAZ CAN2	RX CH1	RX CH2	
03	RX CAM CAN1	RX CAM CAN2	REC AIS BB	REC AIS 704	TEST MAN	BBI REC ONLINE	
04	BB2 REC ONLINE	REC RF PWR1	GND	REC RF PWR2	F.A.1	F.A.2	
05	OR BIT EXT CAN2						
06							
07	OR 2X64	OR 736 TX	OR 736 RX	BIT/INS CAN1	BIT/EXT CAN1	TX CH1 PWR	BAYUNCA
08	TX CH2 PWR	GEN.HAZ CAN1	OR BIT IN CH2	GEN.HAZ CAN2	RX CH1	RX CH2	
09	RX CAM CAN1	RX CAM CAN2	REC AIS BB	REC AIS 704	TEST MAN	BBI REC ONLINE	
10	BB2 REC ONLINE	REC RF PWR1	GND	REC RF PWR2	F.A.1	F.A.2	
11	OR BIT EXT CAN2						
12							
13	OR 2X64	OR 736 TX	OR 736 RX	BIT/INS CAN1	BIT/EXT CAN1	TX CH1 PWR	TURBACO
14	TX CH2 PWR	GEN.HAZ CAN1	OR BIT IN CH2	GEN.HAZ CAN2	RX CH1	RX CH2	
15	RX CAM CAN1	RX CAM CAN2	REC AIS BB	REC AIS 704	TEST MAN	BBI REC ONLINE	
16	BB2 REC ONLINE	REC RF PWR1	GND	REC RF PWR2	F.A.1	F.A.2	
17	OR BIT EXT CAN2						
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

señales son relevantes y además hay muchas que no están cableadas hacia los bastidores. A pesar de lo anterior, las señales que finalmente están siendo observadas son las más importantes y de interés para la empresa, puesto que estas son las que inciden en fallas graves en el enlace con las otras centrales.

Las señales que se seleccionaron siguiendo los diagramas de ocupación y función (FILA X COLUMNA) son:

01 X 6

02 X 1

02 X 5

02 X 6

04 X 2

04 X 4

04 X 5

04 X 6

Es necesario aclarar en este punto que el resto de las señales locales (16 en total) se tomaron de otro equipo de radioenlace que tiene la misma forma de mostrar sus señales de alarma. El primer equipo que se ha descrito es el SIEMENS del que se toman 8 alarmas y el otro equipo es el NEC del que se toman las 8 señales restantes.

Por último se presenta un esquema en el que se ilustra como es la regleta (ver **figura 8**).

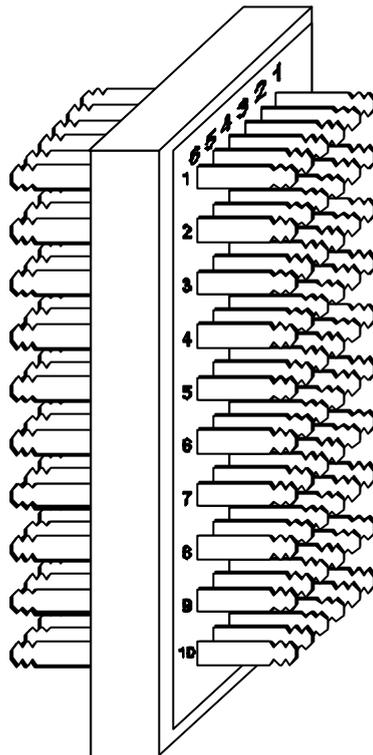


Figura 8. Diagrama de regleta.

3.3.1.1.1.2 Descripción de las señales (rangos y variaciones de voltaje). Las señales seleccionadas para ser monitoreadas tienen un comportamiento binario, es decir, que presentan dos estados para manifestar su condición de operación normal y operación anormal. Estos dos estados se manifiestan como cambios de voltaje y sus variaciones para cada alarma se describen en el **cuadro 5**.

Cuadro 5. Rangos y variaciones de voltaje para cada alarma.

Equipo	Alarma	Operación normal (V)	Operación anormal (V)
Equipo SIEMENS	TX CH1 PWR	-11.2	1.19
	TX CH2 PWR	-11.2	1.19
	RX CH1	-11.2	1.19
	RX CH2	-11.2	1.19
	F.A.1	-11.2	1.19
	F.A.2	-11.2	1.19
	REC RF PWR1	-11.2	1.19
	REC RF PWR2	-11.2	1.19
Equipo NEC	TX-ALM-P CH1	-11.93	0
	RX-ALM-P CH1	-11.93	0
	PS-LMP CH1	-11.93	0
	MAINT-P CH1	-11.93	0
	TX-ALM-P CH2	-11.93	0
	RX-ALM-P CH2	-11.93	0
	PS-LMP CH2	-11.93	0
	MAINT-P CH2	-11.93	0

No está de más aclarar que localmente se monitorearon dos equipos de fabricantes distintos (NEC y SIEMENS), pero que a pesar de esto su constitución es bastante similar, por esta razón solamente se han presentado en detalle los diagramas de pines y esquemas de uno de ellos. Sin embargo, si es de importancia mostrar los rangos de variación de voltaje de las alarmas que

finalmente se tuvieron en cuenta, puesto que esto justifica el diseño del circuito que se utilizó para adecuar estas señales.

3.3.1.1.1.3 Captura de datos locales. Hasta este punto ya se ha expuesto cuales son los datos locales, donde ubicarlos y sus estados posibles. Resta ahora introducirlos al panel de forma que este los entienda y pueda también almacenarlos.

Adecuación de las señales: Sabiendo que el dispositivo que se utilizará para la lectura, almacenamiento e interpretación de los datos es un microcontrolador (PIC 16F874) y que este sólo es capaz de interpretar los datos que entran por sus puertos en forma de ceros y unos lógicos (0V – 5V), se hace necesario llevar los niveles de voltaje arrojados por los equipos a niveles que puedan ser interpretados por el PIC.

Diseño de circuito on/off: Ya planteada la necesidad de llevar unos niveles de voltaje (los arrojados por los equipos) a otros que el PIC entienda, se decide construir un circuito que realice tal función. Esta necesidad de diseño se suple con un simple circuito que cuenta con un transistor en modo de operación ON/OFF, el cual lleva las variaciones del rango de voltaje [-14V ↔ -4V] a 5V (1 lógico) y las de [-2V ↔ 2V] a 0V (0 lógico).

Esquemático:

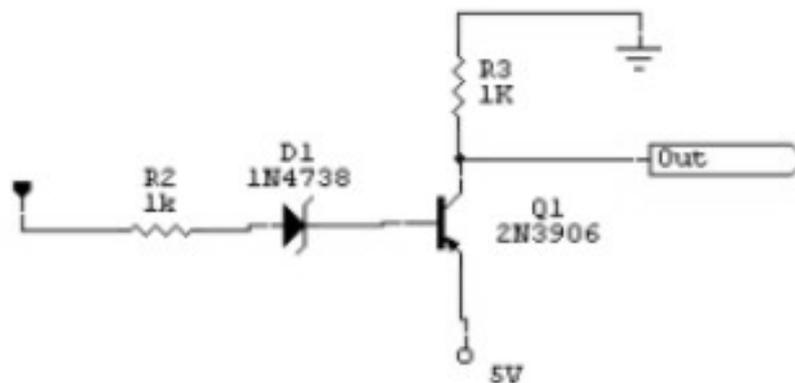


Figura 9. Esquemático circuito on/off.

3.3.1.1.2 Entradas remotas (alarmas). Las señales de entrada al panel a las que se les ha llamado remotas son aquellas que provienen de centrales localizadas en sitios distintos de donde este se encuentra, es decir, en este caso se refiere a las señales que provienen de la Popa, Arjona, Turbaco u otra central que se quiera monitorear.

Desde el punto de vista del panel, este tipo de entrada es distinta a las entradas que tiene de tipo local las cuales se introducen a él a través del PIC por cada uno de los pines de sus puertos después de que han sido adecuadas sus variaciones o estados a los niveles de voltaje deseados.

Los equipos de las estaciones remotas son homólogos a los que se encuentran en la estación local, es decir, si hay una conexión entre Cartagena y Turbaco a través de un equipo de radioenlace digital y el equipo de la ciudad de Cartagena es

SIEMENS, entonces su correspondiente en Turbaco es SIEMENS también con sus mismas funciones de supervisión y alarmas. Esto se traduce en que las alarmas remotas que se monitorean presentan las mismas características de las locales, bajo todos los puntos de vista. Ahora el inconveniente es que se hace necesario transportar esas señales hasta el lugar en donde se encuentra el panel.

Dado que son varias alarmas las monitoreadas por cada equipo que se encuentra en una estación remota, no es lógico pensar en un canal de comunicación por cada una de ellas y aun si esta fuera la idea, no hay tantos canales disponibles. De inmediato se hace inminente la necesidad de transportar todas las alarmas por sólo uno de los canales que se encuentre disponible, es decir, es necesario transmitir los datos hacia el panel de forma serial.

Por otro lado, en cuanto a los canales disponibles, el mismo equipo de radioenlace digital los tiene, es decir, los fabricantes disponen canales de servicio entre los equipos comunicados. La aplicación que se les dé a estos canales depende de las necesidades del usuario, no obstante, a pesar de que se pueden utilizar los canales de los mismos equipos que se están monitoreando esto carece de sentido ya que si se presenta alguna condición de operación anormal que interrumpa el enlace no podría recibirse el estado de las alarmas en el panel, por lo menos no específicamente ya que la ausencia de alguna de las señales de origen remoto que se espera recibir indicaría por si misma una falla en el enlace.

Como es de esperarse la empresa TELECOM cuenta con más de un enlace entre las distintas centrales de su red, por ejemplo, entre las centrales que competen a este proyecto (Cartagena, la Popa, Arjona y Turbaco) existen también enlaces PCM. Estos equipos de igual forma cuentan con canales de voz y datos disponibles y son estos mismos los que proporcionan una solución al problema de transmitir la información por el mismo equipo que se está monitoreando. Finalmente fue un canal de datos disponible a través de un enlace PCM el que se utilizó para transmitir la señal desde las estaciones remotas hacia el panel de alarmas (para más información acerca de los equipos PCM ver anexos).

3.3.1.1.2.1 Diagramas de pines (regletas). Para las señales remotas la forma de extraer las señales de alarma de los equipos es totalmente idéntica a como se hace con las señales locales ya que los equipos son iguales, es decir, se encuentran bastidores en los que localizan las regletas en donde se exteriorizan las alarmas

3.3.1.1.2.2 Descripción de las señales (rangos y variaciones de voltaje). Como es de esperarse los rangos de voltajes entre los que varían las señales para sus estados de operación normal y operación anormal (no alarmado / alarmado) es exactamente igual al descrito para las señales locales y se pueden apreciar en el **cuadro 5**.

3.3.1.1.2.3 Captura de datos remotos y transmisión hacia el panel. Los datos de las alarmas remotas también deben ser almacenados para ser interpretados, organizados y enviados hacia el panel. De nuevo surge la necesidad de utilizar un dispositivo que esté en capacidad de realizar esta labor.

A diferencia de la condición que se presenta localmente en donde son muchas las señales de entrada y además se hace necesario el manejo y control de otros dispositivos, en las estaciones remotas se manejan 6 alarmas por cada una y el dispositivo sólo tiene que leerlas, organizarlas y transmitir las serialmente a través de uno de los pines de sus puertos. En este caso las alarmas entran al dispositivo una por cada pin (ver **figura 10**).

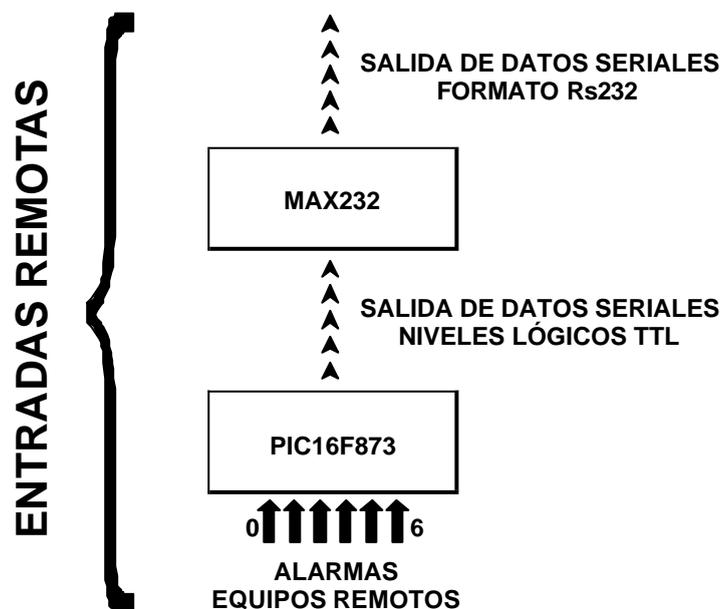


Figura 10. Diagrama de bloques (entradas remotas)

Implementación del PIC 16f783: Nuevamente decide utilizarse un microcontrolador que es el dispositivo ideal para llevar a cabo las tareas necesarias para que el panel obtenga la información de los estados de las alarmas de las estaciones remotas. El microcontrolador elegido en este caso es el PIC 16F873, este tiene menos puertos ya que no son necesarios tantos como en el caso del microcontrolador que se encuentra en el panel central. Este PIC debe estar ubicado en la estación o estaciones remotas que se deseen monitorear y su función como ya se ha descrito es tomar los datos de las alarmas almacenarlos en uno de sus registros y prepararlos para ser enviados serialmente a través de un canal de datos del PCM.

Adecuación de las señales; Para ingresar los datos de las alarmas remotas al microcontrolador se hace necesario nuevamente adecuar las señales ya que como se ha expuesto los niveles de voltaje de estas señales no son los adecuados para ser interpretados por el PIC.

Diseño de circuito on/off: En vista de que los equipos locales y remotos son idénticos la adecuación de las señales y el circuito que se implementa para tal fin es el mismo que se describe en párrafos anteriores.

Código de transmisión: Uno de los aspectos más importantes en la adquisición de los datos remotos es la transmisión de estos hasta el panel, sabiendo que la información debe ser transmitida serialmente ya que viajará por un solo canal.

Para que la transferencia de datos sea menos cara y menos sujeta a errores es necesario otro método de comunicación. La alternativa a enviar los datos simultáneamente es enviarlos separados, uno después de otro. En el extremo receptor se invierte el proceso y se reconstruye el octeto original. De este modo los datos pueden transmitirse simplemente con dos cables. Este esquema es conocido como transmisión en serie.

La transmisión en serie reduce la complejidad y parte del coste del sistema, pero obteniendo a cambio una menor eficacia: es necesario un intervalo de tiempo ocho veces mayor para transmitir ocho bits individuales que para transmitirlos simultáneamente.

El tiempo necesario para la transmisión de un byte es realmente mayor que el correspondiente a la transmisión de ocho bits individuales. Deben añadirse otros bits suplementarios. El conjunto de bits completo a enviar puede ser el siguiente:

BIT de inicio. Bits de datos (7/8). BIT de paridad. Este BIT se utiliza para comprobar si los bits de datos han sido bien recibidos. Existen estas variantes:

Paridad par. Si la suma de los bits de datos es par, el BIT de paridad es 1, si es impar, el BIT de paridad es 0. Paridad impar. Si la suma de los bits de datos es impar, el BIT de paridad es 1, si es par, el BIT de paridad es 0. Sin paridad. No se utiliza el BIT de paridad.

BIT de paro. Pueden ser uno o dos bits.

Como puede observarse, será necesario enviar un mínimo de 10 bits por cada byte. Esto provocará una disminución de velocidad respecto a la transmisión en paralelo, pero es aceptable para los dispositivos externos usualmente utilizados. La menor velocidad es compensada por el incremento de seguridad y alcance de la señal.

Para la comunicación de datos en serie se han establecido diferentes normas que especifican las características técnicas de la conexión.

La transmisión serial está configurada a 8 bits de datos, con un BIT de inicio y uno de parada, sin paridad. El PIC (16F873) arma su trama de la siguiente manera: lee alarmas, transmite inicio de trama al microcontrolador del panel y transmite alarmas.

Implementación del max232: Sabiendo que el PIC 16F873 utilizado para transmitir datos desde las estaciones remotas hacia el panel enviará los datos en forma serial, es necesario utilizar el micro MAX232 para convertir la transmisión al formato estándar RS232, esto con el fin de que la señal a transmitir fuera compatible con el canal de datos a utilizar o con cualquier otro dispositivo comercial como un modem por ejemplo.

El MAX232 es un dispositivo de baja potencia que convierte un nivel dc en, esto elimina la necesidad de una fuente dual de 12V. El dispositivo se alimenta con 5V simplemente y soporta una I_{CC} de 3.0 mA máximo, cuenta además con filtros internos que eliminan el ruido externo (ver **figura 11**).

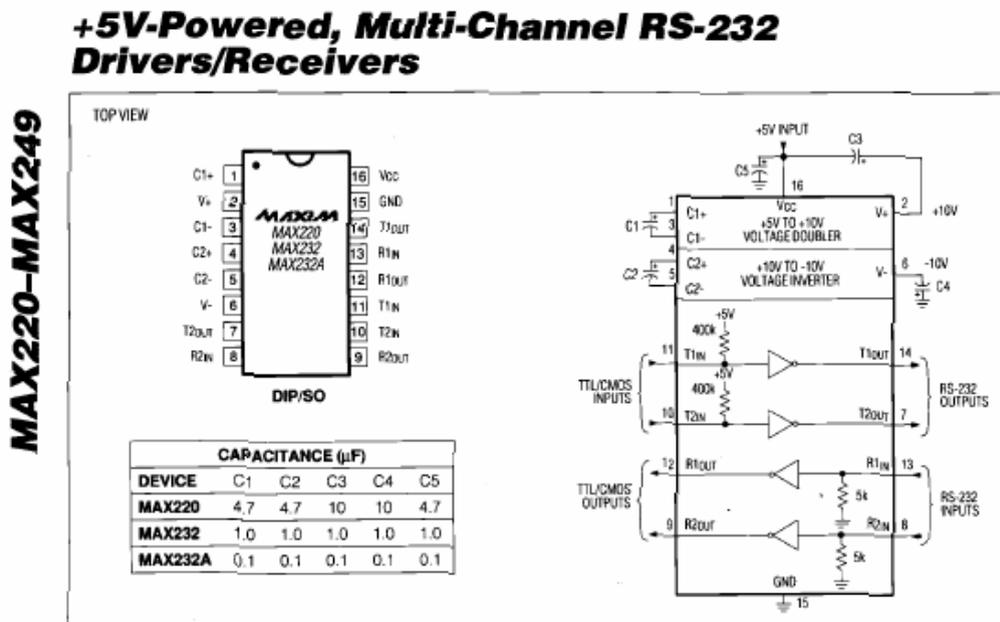


Figure 5. MAX220/232/232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Figura 11. Diagrama de pines del MAX232.

Los pines del PIC en donde se aprecian etiquetas que dicen IN, son las entradas para las señales de alarma ya adecuadas. Estas señales se obtienen de 8 circuitos como el que se encuentra a la izquierda con un transistor y cuya salida, etiquetada con OUT, es la señal de alarma con los niveles de voltaje propicios para que el microcontrolador los interprete. La entrada de este último circuito son las señales de alarma que salen directamente de los equipos.

Diagrama de flujo: En el diagrama de flujo (ver **figura 13**) se puede apreciar claramente la operación del microcontrolador a nivel de software. Realmente el programa es muy sencillo ya que una vez las señales se han adecuado para ser ingresadas al microcontrolador, lo único que resta es que este lea el puerto por el que ingresarán los datos. Una vez configurado el puerto para transmitir serialmente el PIC lee las alarmas y las envía con un código de inicio de trama (127), con este código de inicio el panel sabe cuando comenzará a llegar el primer dato de la trama. Como ya se mencionó anteriormente la salida serial del microcontrolador se hace llegar al MAX232 para darle el formato RS232 a la información que se envía.

3.3.1.2 Monitoreo de varias estaciones remotas: Las estaciones remotas que se planteó monitorear en el proyecto fueron 3 (la Popa, Arjona y Turbaco) estas se comportan de manera idéntica por lo que las señales recibidas por el panel son del mismo tipo, todas llegan con el formato que les da el MAX232 para ser transmitidas desde las estaciones remotas. Al momento de ingresar estas señales al microcontrolador del panel (PIC 16F874) deben ser regresadas al formato en el

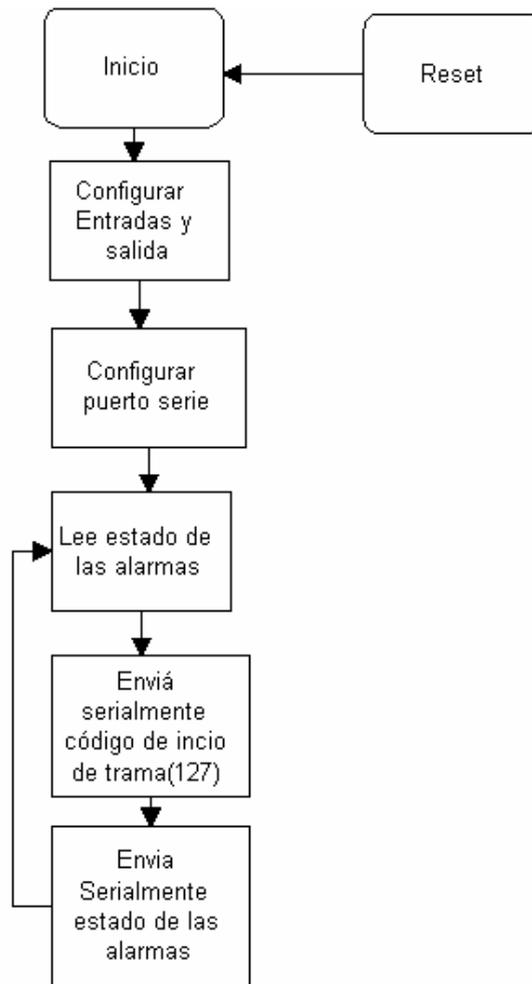


Figura 13. Diagrama de flujo para el software de microcontrolador remoto

que los niveles de voltaje pueden ser interpretados por este, por tal razón se hace necesario la utilización de otro MAX232 en el panel que realice esta función.

Con la finalidad de en un futuro poder monitorear más estaciones de las que se enunciaron y con el propósito de utilizar para esto la menor cantidad de pines posibles del microcontrolador se utilizó el integrado CD4051, el cual actúa como

multiplexor y aloja en sus entradas las señales del PC, de cada una de las centrales y facilita al micro seleccionar e interpretar la información del PC o una central. Al ser el CD4051 de 8 entradas esto permite en un futuro expandir el monitoreo de señales a 4 centrales o estaciones más. Además cabe destacar que debido a que el multiplexor CD4051 está manejando señales RS232 y estas poseen niveles negativos, se debe conectar su pin VEE (7) a un nivel negativo, pero para evitar el uso de una fuente dual para este propósito, se alimenta con una salida negativa que entrega el max232 en su pin (6).

3.3.1.3 Esquemático montaje panel: Hasta este momento se han expuesto varias de las funciones que realiza el microcontrolador del panel, se sabe que este monitorea señales locales y señales remotas las cuales provienen de otro microcontrolador que transmite los datos serialmente y que al pasar por MAX232 les da el formato estándar RS232, esto hace necesario que el PIC del panel maneje un par de MAX para poder entender la información que recibe de las centrales remotas. Como se mencionó anteriormente un multiplexor CD4051, el cual recibe todas las señales remotas y el PIC se encarga de indicarle cual leer por su única salida, este integrado asiste también la comunicación entre el panel y el PC.

En el caso de las señales locales también se utilizó un multiplexor, en este caso el circuito integrado 74LS150 , el cual posee 16 entradas y una sola salida la cual es controlada por el microcontrolador el cual decide cual de las alarmas locales

Este circuito se repite 16 veces para cada entrada del (E0-E15) del 74150

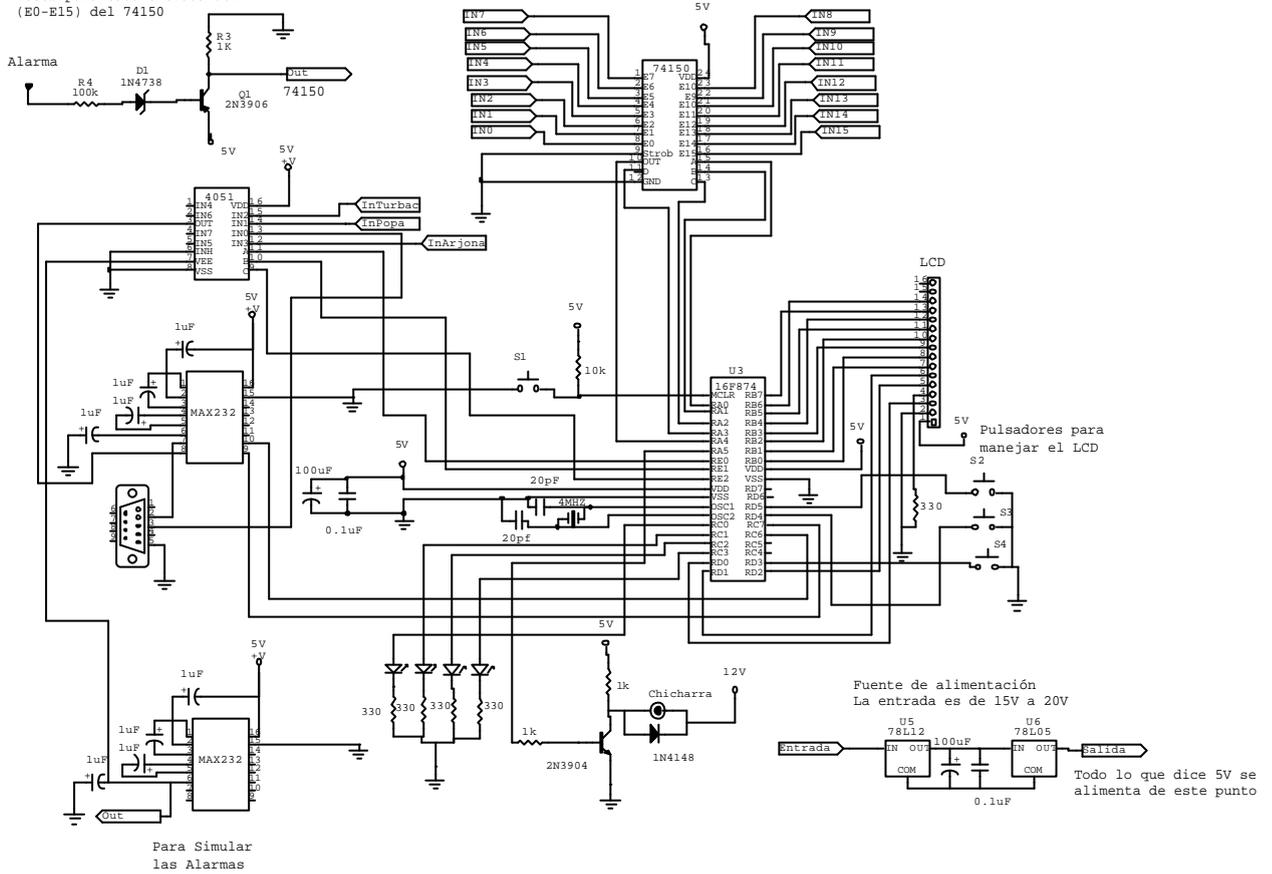


Figura 15. Esquemático montaje final del panel

3.3.1.4 Diagrama de flujo. El PIC 16f874 de Cartagena recibe la trama de la siguiente manera: lee alarmas de Cartagena; espera inicio (127) de trama de la Popa, lee trama de la Popa; espera inicio de trama de Turbaco(127), lee trama de Turbaco; espera inicio de trama de Arjona (127), lee trama de Arjona, Luego agrega bits de inicio y final de trama y la envía al PC.

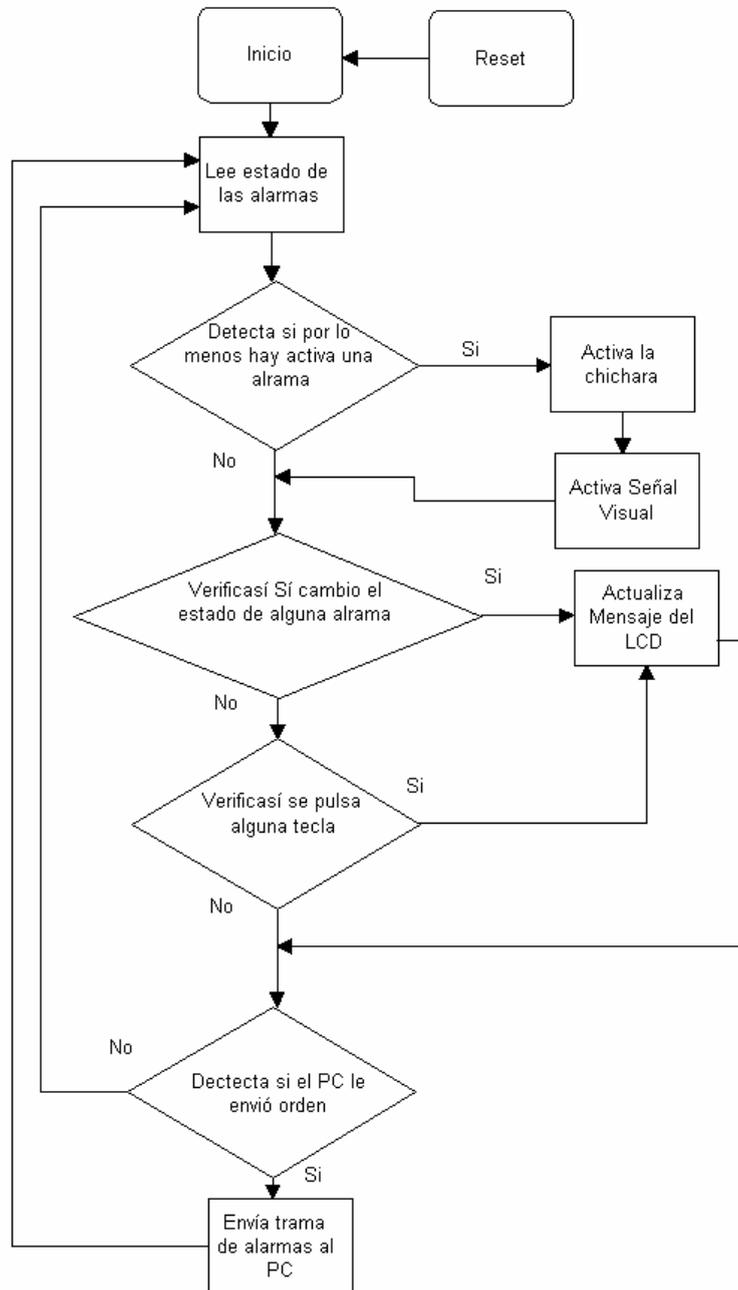


Figura 16. Diagrama de flujo programa PIC 16F784

3.4 ELEMENTOS DE VISUALIZACIÓN E INDICACIÓN DE ESTADO

Uno de los objetivos de la elaboración de este panel es que los usuarios se percataran fácilmente de cualquier condición de operación anormal de los equipos que se están monitoreando, por esta razón se dotó al panel con elementos que manifestaran de forma clara, fácil y visible el estado de las alarmas. Dichos elementos son: un módulo LCD (2X20), LEDES de alarma general para las centrales, una chicharra y además se implementó una interfaz para comunicación del panel con un PC. EL funcionamiento de los elementos citados anteriormente se describe a continuación.

3.4.1 Módulo LCD (2X20) visualizador de mensajes. Los LCD son dispositivos optoelectrónicos diseñados para desplegar información gráfica o alfanumérica sobre una pantalla, generalmente plana, mediante la absorción y control de luz incidente. Estos visualizadores se utilizan ampliamente como elementos de interface en computadores, relojes, maquinadse oficina etc.

Los LCD presentan características únicas que los hacen particularmente adecuados en aplicaciones de visualización donde el tamaño compacto, la portabilidad, el peso reducido y el bajo consumo de potencia son factores decisivos.

Considerando lo engorroso que resulta consultar tablas y leer manuales para descifrar que clase de falla ocasiona un mal funcionamiento del equipo de

radioenlace, se planeó que el panel contara con un dispositivo que fuera capaz de mostrar un mensaje claro y preciso de las alarmas monitoreadas. Con esto deja de ser necesario cotejar con las tablas y manuales de los equipos para saber que ocurre en determinado momento que se presente una condición anormal de funcionamiento.

El display es manejado por el microcontrolador del panel el cual guarda en su software un listado de mensajes correspondientes a las señales que se monitorean. El display informa al usuario si la condición de cada alarma es normal o anormal.

La programación para el manejo de este dispositivo está configurada para que se pueda seleccionar en pantalla la estación a la que se le quiere ver el estado de sus alarmas y desplazarse a través de ellas para observar sus estados de operación. El desplazamiento mencionado anteriormente a través la pantalla se hace mediante un grupo de tres pulsadores cada uno con una función de desplazamiento diferente.

Este LCD posee 16 pines (ver **figura 17**), cada uno de ellos con una función específica, de manera que dos pines son para alimentación de 5 V, un pin de contraste , tres pines para datos y dos pines para activar la luz posterior (si está disponible en el modelo).

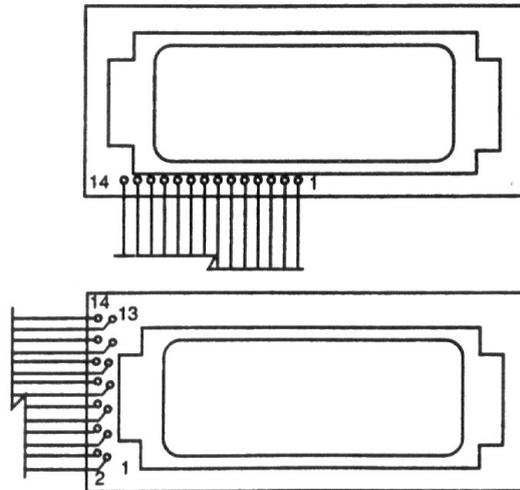


Figura 17. Esquema LCD (pines)

Estos módulos pueden trabajar con un bus de datos de 4 o de 8 bits, para este proyecto se trabajó a 8 bits (ver **figura 18**). Para esto, se deben dar los comandos adecuados, conservando cierta secuencia y temporización.

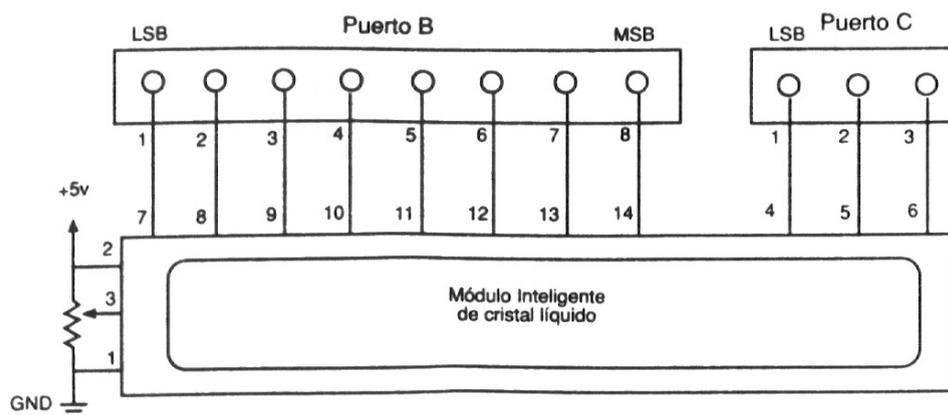
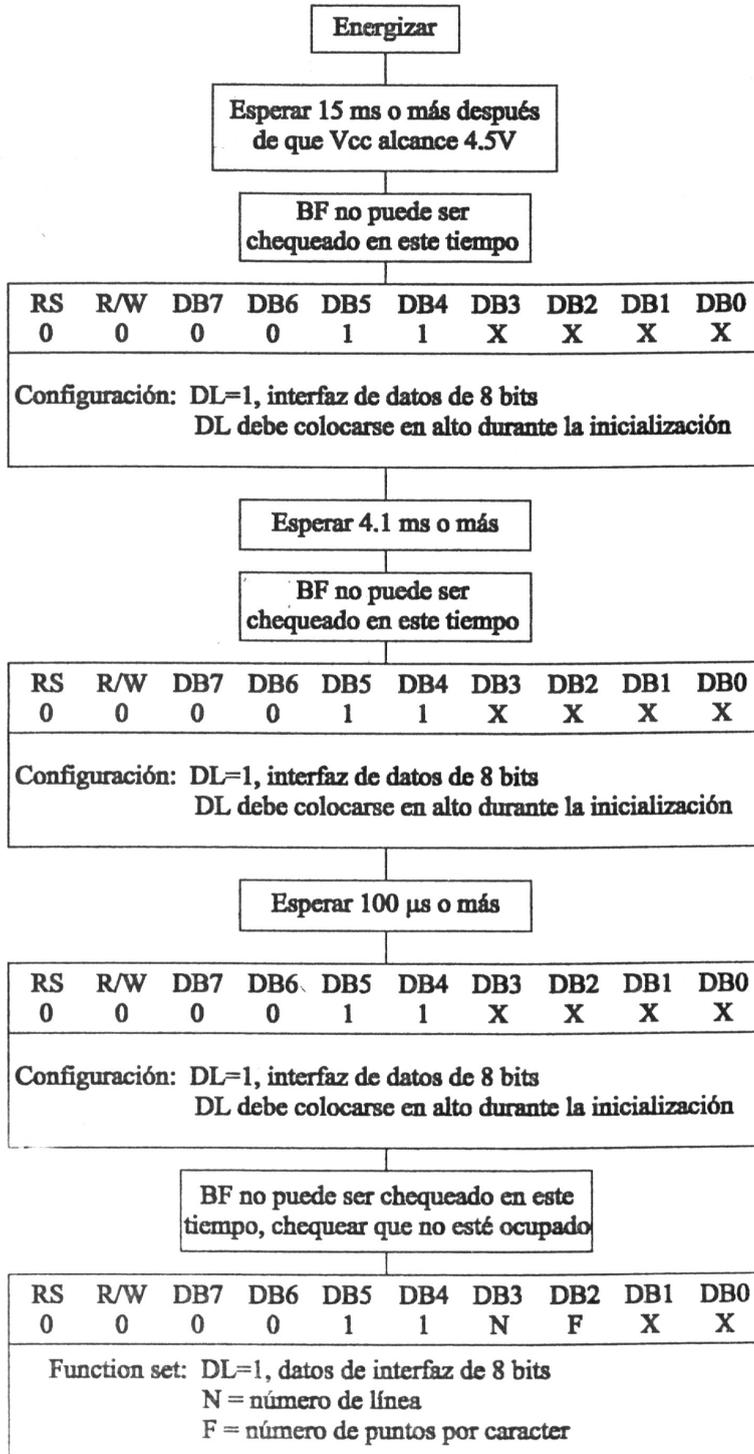


Figura 18. Conexión del módulo LCD con bus de 8 bits.

Interfaz de datos de 8 bits



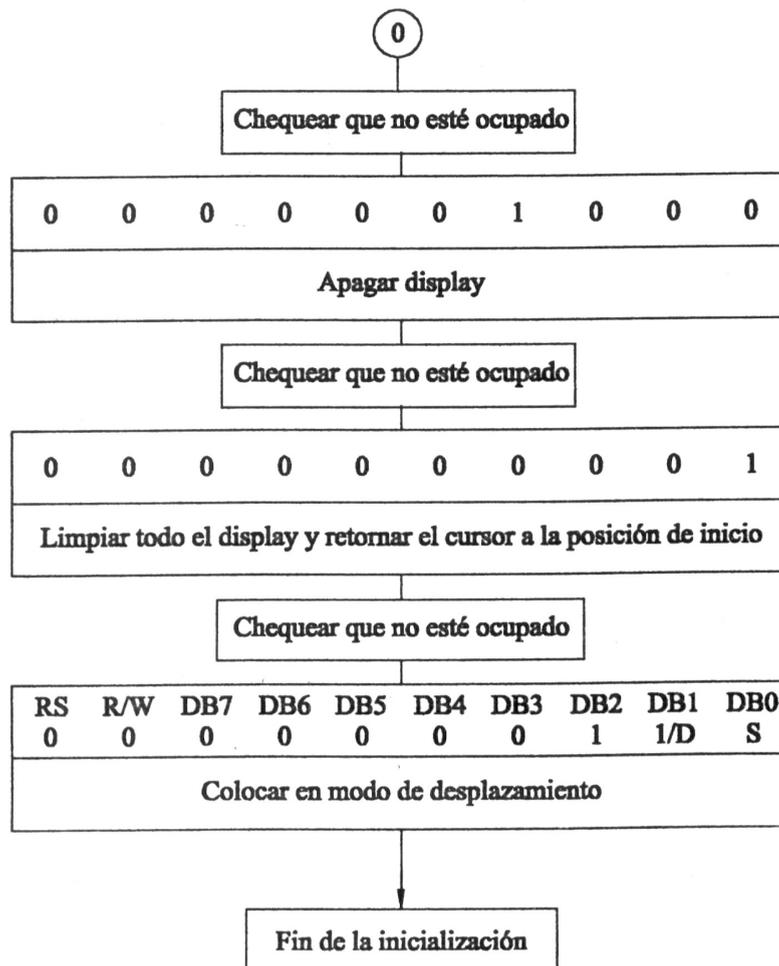
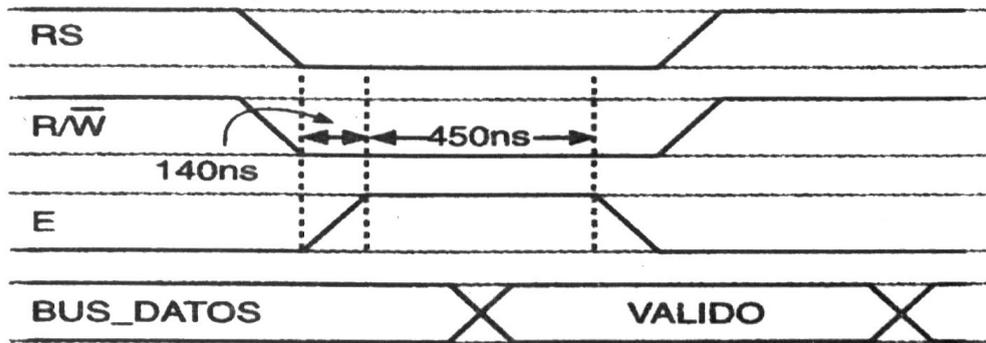
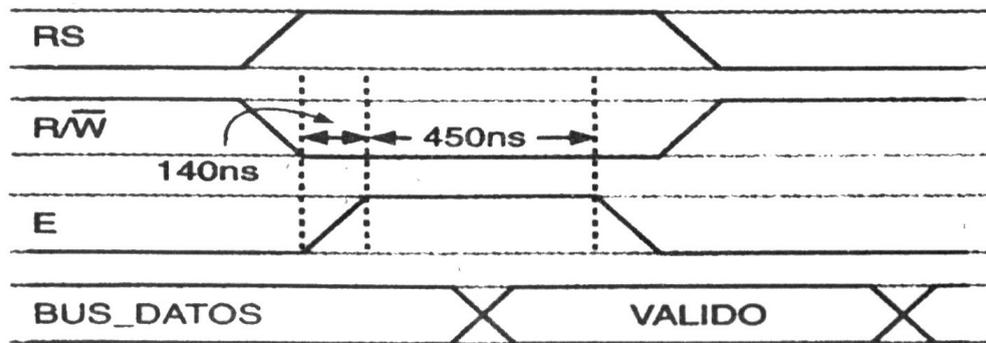


Figura 19. Diagrama de flujo para inicialización LCD bus 8 bits.

En la **figura 19** se muestra el diagrama de flujo para el proceso de inicialización en el caso que el bus de datos a utilizar es de 8 bits. Después de la inicialización, cada interface requiere de manejos diferentes. Cada instrucción que se desee ejecutar sobre el módulo LCD debe ser enviada cumpliendo con los tiempo mínimos requeridos entregados por el fabricante (ver **figura 20**).



a) Enviar una instrucción al módulo



b) Escribir un caracter en la pantalla

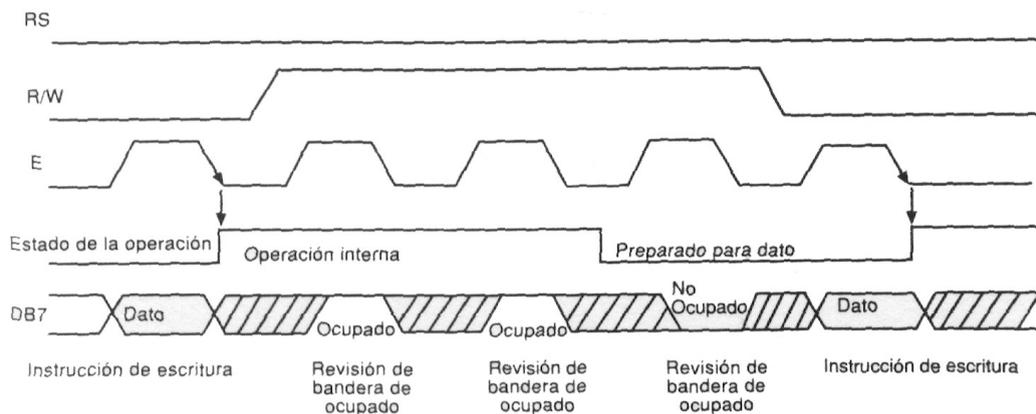


Figura 20. Tiempo requerido por el LCD para enviar datos e instrucciones.

3.4.2 LEDS indicadores de estado. A parte de que en un módulo LCD se muestre la información de todas las alarmas monitoreadas, se desea que el usuario sea persuadido de mirar el panel siempre que algo suceda, es decir, con cualquier condición de operación anormal que se presente. Esto no pasa si se emplea solamente el modulo LCD ya que los usuarios no se tomarán el interés de estar mirando todo el tiempo la pantalla de cristal líquido a ver si algo pasa.

Una forma de llamar la atención, en el momento propicio, es colocando en el panel varios LEDS que correspondan a las centrales monitoreadas y que estén ubicados sobre un mapa de la zona norte del departamento de Bolívar en su lugar correspondiente. Al igual que los demás componentes de este panel, estos LEDS son controlados por el microcontrolador el cual en su programación genera una instrucción para que se encienda el LED que corresponda a cualquiera de las centrales que está siendo monitoreada y en la cual se presente al menos una condición de operación anormal en cualquiera de sus alarmas. Esto hace que el panel llame la atención de los usuarios en el momento adecuado, sin necesidad de que este tenga que estar pendiente de el a cada momento.

3.4.3 Chicharra. La señal audible que este dispositivo genera, y que también es controlado por el PIC 16F874, se activa cuando se presenta cualquier condición de operación anormal, independientemente que sea de origen local o remoto; esto hace que el usuario ni siquiera tenga que estar mirando el panel para que sea avisado que algo está sucediendo.

3.5 INTERFAZ CON EL PC.

En 1969 la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas), conjuntamente con los Laboratorios Bell y los fabricantes de equipos de comunicaciones, formularon el EIA RS-232-C. El propósito inicial fue la conexión entre un Equipo Terminal de Datos (DTE, Data Terminal Equipment) y un Equipo de Comunicación de Datos (DCE, Data Communications Equipment), empleando un intercambio de datos binarios en serie [Campbell 1988].

Actualmente, la conexión RS-232-C es el medio principal mediante el cual se pueden conectar equipos auxiliares a los ordenadores personales, a pesar de que este modelo fue proyectado para resolver únicamente el problema de conexión entre módems (DCE) y ordenadores (DTE). La mayoría de dificultades con este modelo provienen de su utilización para tareas diferentes para las que fue diseñado.

El documento que establecía el estándar constaba de cuatro secciones:

- Características de la señal eléctrica. Definición de los voltajes que representan los ceros y unos lógicos.
- Características mecánicas de la conexión. Establece que el DTE dispondrá de un conector macho y el DCE un conector hembra. También se

especifican la asignación de números a las patillas. El tipo y las medidas del conector son establecidas por la organización internacional de estándares (ISO). Los más utilizados son los de 9 pines (DB-9) y los de 25 (DB-25).

- Descripción funcional de los circuitos de intercambio. En esta sección del documento se define y da nombre a las señales que se utilizarán.
- Interfaces para configuraciones seleccionadas de sistemas de comunicación. Son ejemplos de tipos comunes de conexión entre ordenador y módem.

Los tres circuitos principales utilizados para la comunicación son los siguientes:

- Línea 2 (TXD). Salida de datos del DTE.
- Línea 3 (RXD). Entrada de datos al DTE.
- Línea 7 (común). Circuito común, referencia para determinar la polaridad y voltaje de las otras líneas.

El término salida se refiere a la transferencia de datos desde un ordenador a un dispositivo externo. Recíprocamente, la transferencia de datos desde un dispositivo

externo al ordenador se conoce como entrada. Estos procesos reciben el nombre genérico de entrada/salida (E/S).

Hay que considerar el sentido físico correspondiente a los conceptos de entrada y salida. La salida de datos se realiza cambiando la diferencia de potencial entre la línea 2 y la 7. Si disponemos de dos cables conectados respectivamente a las patillas 2 y 7 del conector, esta diferencia de potencial se transmitirá a lo largo de ellos, ya que se trata de materiales conductores. La entrada de datos corresponde al proceso inverso, generación por una fuente externa de una serie de diferencias de potencial y detección de dichas diferencias entre los pines 3 y 7 del conector.

La conexión RS-232 no opera con la misma fuente de alimentación de 5 voltios de otros circuitos electrónicos integrados en el ordenador. Sus voltajes pueden oscilar entre +15 y -15 voltios. Además, los datos son transmitidos al contrario de las convenciones lógicas de uso corriente: un voltaje positivo en la conexión representa un 0, mientras que un voltaje negativo representa un 1.

La única diferencia entre la definición de salida y de entrada es el ancho de la región de transición, de -3 a +3 V en la entrada y de -5 a +5 V en la salida. Esta diferencia entre las definiciones de voltajes mínimos permisibles se conoce como el margen de ruidos del circuito. Este margen de seguridad es de gran utilidad cuando los cables deben pasar por zonas cercanas a elementos que generan interferencias eléctricas: motores, transformadores, reguladores, equipos de comunicación. Estos elementos, unidos a la longitud del cable pueden hacer

disminuir la señal hasta en voltios, sin que se afecte adversamente al nivel lógico de la entrada.

Si aumentamos la velocidad de transmisión, las señales de datos se vuelven susceptibles a pérdidas de voltaje causadas por la capacidad, resistencia e inductancia del cable. Estas pérdidas son conocidas como efectos de alta frecuencia, y aumentan con la longitud del cable. El ancho de la zona de transición (-3V a +3V en la entrada) determina el margen de ruidos, que limita directamente la velocidad máxima a la que se pueden transmitir datos sin degradación. Entre dos equipos RS-232 esta velocidad es de 19200 bits por segundo, para longitudes de cable inferiores a 15 metros, pero disminuyendo la velocidad pueden utilizarse longitudes mayores de cable.

Puede ser necesario que el sistema que transmite datos necesite conocer el estado del sistema que los recibe, es decir si puede recibir datos o no. Para este propósito existe el control interactivo de dispositivos, conocido también como acoplamiento (handshaking). El acoplamiento es el modo en que se regula y controla el flujo de datos a través de la conexión.

El acoplamiento por software existe cuando un dispositivo controla al otro por medio del contenido de los datos. Por ejemplo, si debemos mandar información a otro elemento podemos incluir caracteres de control al inicio y final de la comunicación, para indicar la longitud del mensaje y un chequeo de todo el conjunto de datos enviados.

Con el acoplamiento por hardware se trabaja a un nivel más fundamental, electrónico. Un dispositivo puede regular el flujo de datos simplemente cambiando el voltaje de un cable. La incorporación de este acoplamiento hace necesaria la adición de un hilo para transportar la señal.

Teniendo en cuenta que para cada señal transmitida puede ser necesario un mínimo de un acoplamiento, y que los dispositivos pueden transmitir y recibir, podemos observar que serán necesarios más de los tres circuitos básicos antes mencionados (común, entrada y salida).

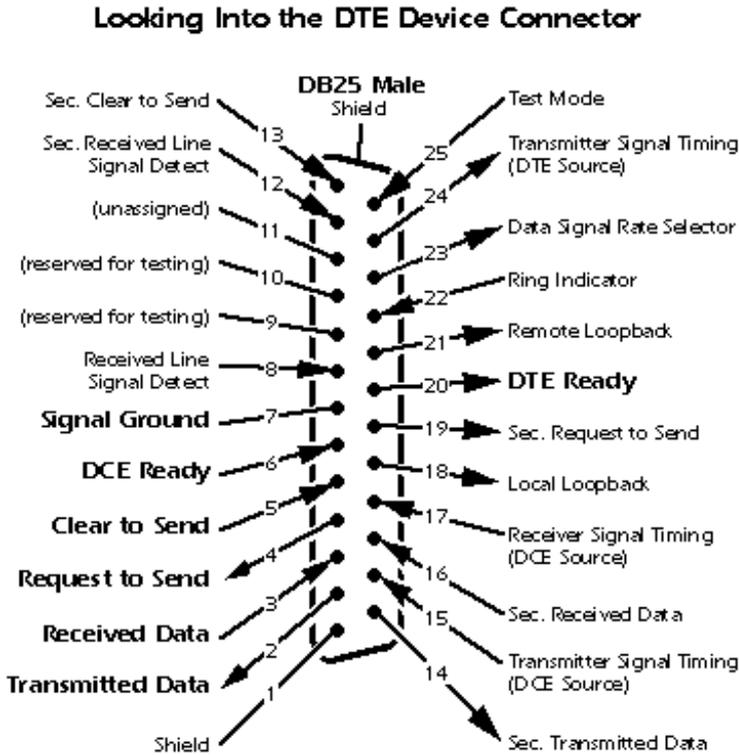


Figura 21. Diagrama de pines conector DB25.

Los nombres dados en el modelo oficial RS-232-C para las señales de datos y acoplamiento, así como su asignación a los diferentes pines del conector, aparecen en el **cuadro 6** y en la **figura 21**.

Cuadro 6. Descripción de pines conectores DB9, DB25.

PIN DB 25	Pin DB 9	Nombre	Función
2	3	TXD	TRANSMISIÓN DE DATOS (SALIDA)
3	2	RXD	RECEPCIÓN DE DATOS (ENTRADA)
4	7	RTS	PETICIÓN DE ENVÍO (SALIDA)
5	8	CTS	DISPUESTO PARA ENVIAR (ENTRADA)
6	6	DSR	DISPOSITIVO DE DATOS LISTO (ENTRADA)
7	5	COMÚN	COMÚN (REFERENCIA)
8	1	DCD	DETECCIÓN DE PORTADORA DE DATOS (ENTRADA)
20	4	DTR	TERMINAL DE DATOS LISTO (SALIDA)
22	9	RI	INDICADOR DE LLAMADA (ENTRADA)

Podemos observar que pueden llegar a ser necesarios un total de nueve cables:

- 1 para enviar datos (TXD).
- 1 para recibir datos (RXD).
- 1 común a todos los circuitos.
- 4 señales de acoplamiento para poder enviar datos (CTS, DSR, DCD, RI).
- 2 señales de acoplamiento para poder recibir datos (RTS, DTR).

Algunas de las señales (DCD, RI) provienen de características necesarias para poder detectar el estado de un módem, pero no suelen ser necesarias para aplicaciones normales.

Por ejemplo, para conectar dos ordenadores personales (dispositivos DTE) con señales de acoplamiento, sería necesario efectuar las conexiones descritas en la **figura 22**. En estos esquemas, la dirección de las flechas indica realmente el sentido en que se mueve la información, es decir, el emisor y el receptor de la señal.

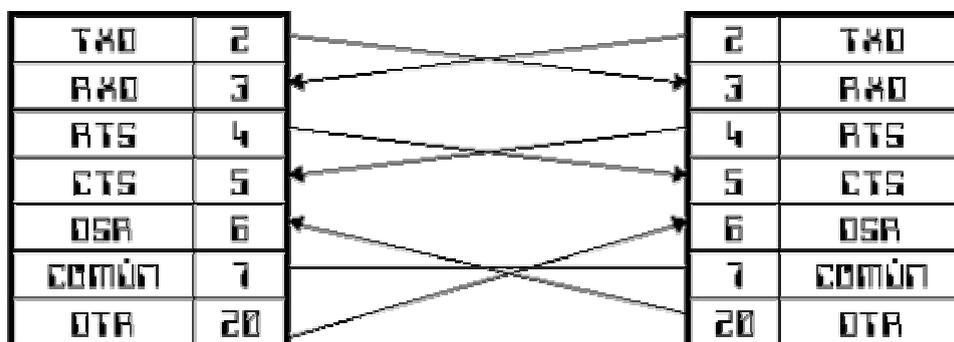


Figura 22. Conexión estándar entre dos equipos RS-232-C DTE.

En el caso de no desear utilizar estas señales de acoplamiento, puede optarse por proporcionarlas por un medio físico, pues algunos programas de comunicación pueden requerir su presencia. Un posible esquema para esta conexión, puede ser el indicado en la **figura 23**. Se trata de un esquema más sencillo, pero puede funcionar en una gran parte de equipos, siempre que no se desee trabajar al límite de la capacidad de los dispositivos.

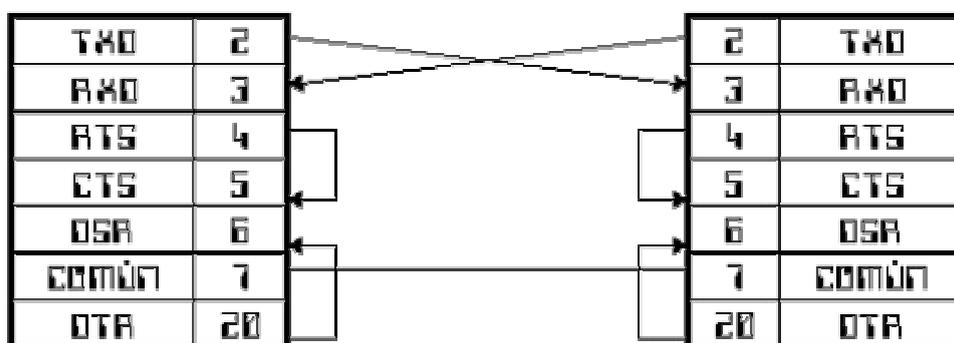


Figura 23. Conexión entre dos equipos RS-232-C DTE sin utilizar acoplamientos.

Con lo expuesto hasta el momento es posible realizar la conexión física entre la mayor parte de dispositivos RS-232-C, aunque en ocasiones existen algunas excepciones y particularidades que impiden la correcta conexión. En estos casos es necesario un estudio detallado de las características de los dos dispositivos, para encontrar una solución particular a los problemas encontrados.

Es conveniente remarcar que la comunicación RS-232-C fue originalmente diseñada para establecer una comunicación punto a punto, es decir, entre dos únicos elementos. Al ser solamente dos elementos era posible efectuar los acoplamientos necesarios. En el momento que eliminamos los acoplamientos por hardware, estamos abriendo la posibilidad a conectar varios equipos simultáneamente al mismo canal RS-232-C. En este caso tendremos que utilizar algún tipo de acoplamiento por software, que indique con cual elemento estamos comunicando, sin que intervengan los restantes.

Una última cuestión a resolver son los programas necesarios para transferir los datos entre los dispositivos. Este ya no es un problema asimilable estrictamente a la conexión RS-232-C, sino a su modo de utilización, por lo que debe ser tratado como un problema aparte.

En el PC el puerto RS232 esta controlado mediante un circuito integrado "Transmisor-Receptor-Asíncrono Universal" (UART) EL 16550A con buffers de E/S Aunque existen otros modelos más antiguos y posiblemente saldrán modelos mejorados).

Para controlar el puerto serie, la CPU usa direcciones de E/S y direcciones de interrupción (IRQ), durante mucho tiempo fueron fijas las direcciones de E/S y las IRQ por ejemplo en un AT-286 son para COM1 la dirección 3F8h y el IRQ4 y para COM2 la 2F8h e IRQ3, luego el estándar cambio al añadir nuevos puertos serie siendo las direcciones de E/S, 3E8 para COM3 y 2E8 para COM4, sin especificar las IRQ, teniendo que ser el usuario quien debe especificarlas en función de las que tenga libres o el uso que vaya a hacer de los puertos serie, pudiendo tener un diferentes puertos las mismas IRQ siempre que no se utilicen los dos al mismo tiempo, ya que en caso contrario pueden aparecer problemas.

Cuando ocurre un evento en un puerto serie se activa la IRQ que avisa a la CPU que debe recoger el dato lo antes posible, pues se puede anular con un nuevo dato, para eso esta la UART 16550A que incluye 2 buffers o almacenes de información de tipo FIFO (First In Firts Out) uno para entrada y otro para salida de 16 bytes que puede guardar los datos antes de que la CPU los recoja.

El RS232C puede hacer transmisión de datos en grupos de 5, 6, 7, u 8 bits a determinada velocidad (normalmente 9600 bits por segundo o mas), después de los datos, le sigue un BIT opcional de paridad (indica que el numero de bits transmitidos es par o impar) y luego 1 o 2 bits de stop. Un protocolo clásico de transmisión de datos seria el 8N1 que quiere decir,. 8 bits de datos, sin paridad y 1 BIT de stop.

La transmisión debe de ser constante y a una velocidad predeterminada. Los bits deben de llegar uno detrás de otro y en determinados instantes de tiempo.

Antes de iniciar cualquier comunicación con el puerto RS232 se debe de determinar el protocolo a seguir dado que el estándar del protocolo no permite indicar en que modo se esta trabajando, es la persona que utiliza el protocolo el que debe decidir y configurar ambas partes antes de iniciar la transmisión de datos.

Siendo los parámetros a configurar los siguientes:

- Protocolo serie (numero bits-paridad-bits stop)
- Velocidad de puerto
- Protocolo de control de flujo (RTS/CTS o XON/XOFF).

El PIC 16F84, este no incorpora el USART por ello las comunicaciones con el puerto deben de hacerse mediante rutinas de software.

El primer problema es que los niveles lógicos TTL que salen del micro no son compatibles con los niveles lógicos del puerto, para ello se debe introducir en el

circuito un puente que nos traduzca los datos del micro al puerto y viceversa, este puente es el micro MAX232 o el ICL232 (son exactamente iguales).

Para la visualización de las señales y la comunicación del PC con el micro son necesarias unas rutinas macro que gestione el software del micro así como un programa base para el PC que gestione el control dentro del Ordenador.

Para controlar el PC sirve cualquier software que gestione el puerto serie. Uno muy común es el programa TERMINAL en DOS (que se encuentra en la red) aunque los hay mejores este es bastante bueno por su sencillez y facilidad de uso.

Como se mencionó en el párrafo anterior sólo resta el software que lea el puerto serial. Para tal fin se utilizó DELPHI para crear un ejecutable que controle el puerto serial y que interprete los datos que el microcontrolador le envía. Para la transmisión se utilizan solo tres hilos (TX, RX , GND).

Cuando el software recibe la trama está viene de la siguiente manera: Dos bits de inicio de trama (48), alarma de Cartagena, alarma de la Popa, alarma de Turbaco y alarma de Arjona, BIT de final de trama (45) ver diagrama de flujo (**figura 24**). El software finalmente debe presentar los datos de las alarmas que están activadas y las que no también.

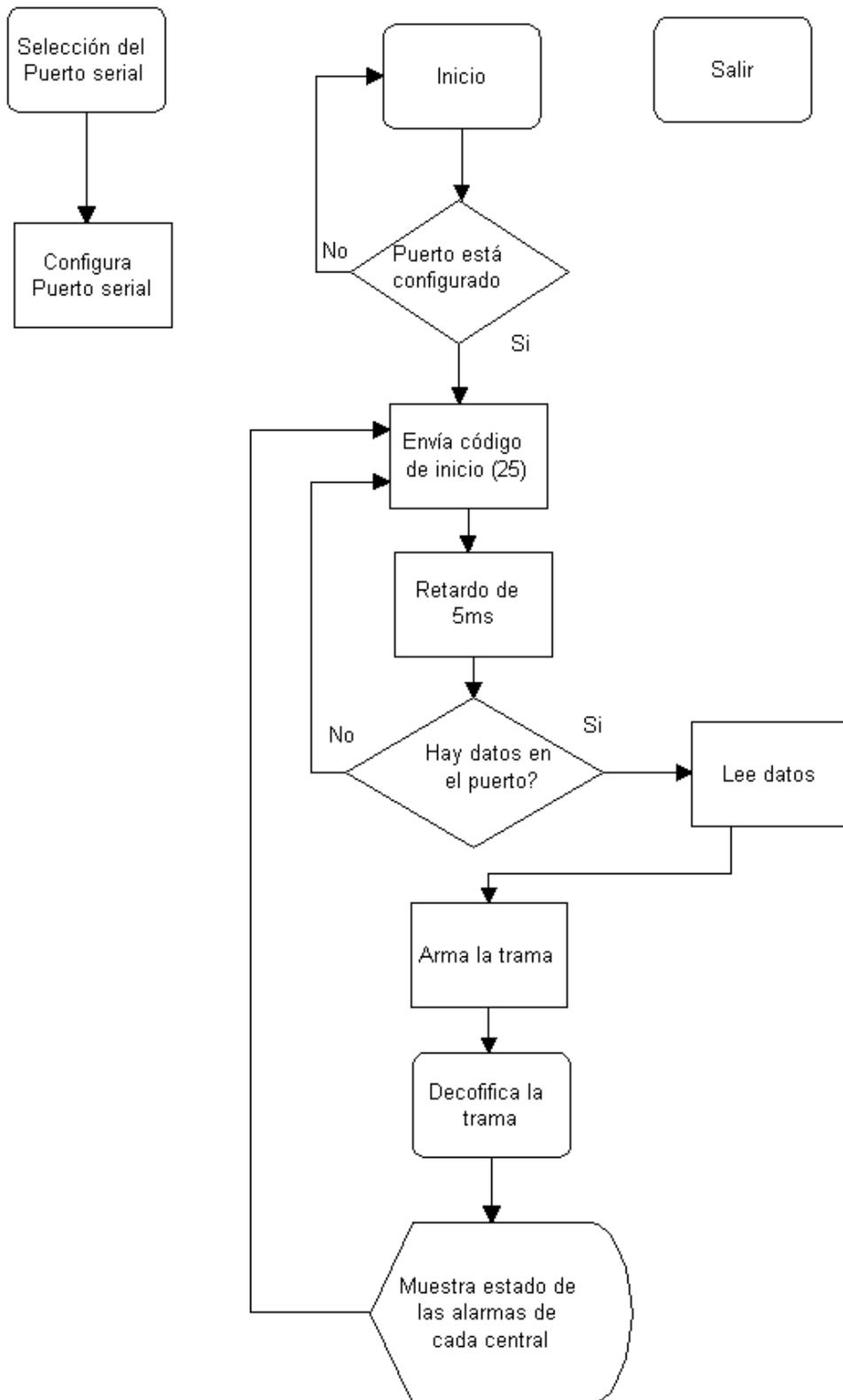


Figura 24. Diagrama de flujo, programa para lectura de alarmas en el PC

4. MANUAL DEL USUARIO

Solo resta hacer las recomendaciones pertinentes para el uso del panel y el software que son los elementos disponibles para el usuario y en los que se muestra la información, claro está, que a lo largo de este documento se han mencionado ya las funciones y modo de empleo de estos elementos.

4.1 EMPLEO DEL PANEL.

En concordancia con uno de los objetivos principales del desarrollo de este panel, el resultado final es un dispositivo sencillo y fácil de manejar, es más, realmente no requiere de mucho manejo, no hay necesidad de aprender comandos para su uso, prácticamente el panel por si sólo cumple todas sus funciones.

El panel debe alimentarse con una fuente de 15 a 20 voltios y el mismo se encarga de suministrar el voltaje necesario a todos sus componentes internos. El panel cuenta con un swtich de encendido/apagado.

Si la chicharra se activa, una vez ha sido escuchada, esta puede apagarse con un interruptor colocado a su lado.

Lo más importante para el panel es recibir las señales de las alarmas, ya que esta es la información con que la cuenta para activar el resto de los dispositivos. Como no se cuenta con los equipos reales para el prototipo final se agregaron swiches para simular las alarmas, los cuales se encuentran en el panel para las alarmas locales y en las estaciones remotas para las alarmas remotas. Para esta simulación se tomó el voltaje de unos de los pines del MAX232 el cual presenta niveles similares a los de los equipos reales. De todas formas el panel tiene las entradas para trabajar con las señales reales y estas pueden simularse con una fuente de voltaje cualquiera.

Una vez se garantice el suministro al panel de las señales de alarma este de inmediato comenzará a visualizar los datos en el display. Este dispositivo cuenta, además, con tres pulsadores para el desplazamiento horizontal, vertical y cambio de estación.

El panel debe conectarse al PC a través del conector exterior DB9, la conexión debe hacerse con cualquiera de los puertos serie con que cuenta el equipo. Ya realizada la conexión se puede ejecutar el programa de lectura de las alarmas.

Si se presentan condiciones de operación anormal en el panel, debe presionarse el botón de RESET para que se restablezca la operación normal del panel.

4.2 MANEJO DEL SOFTWARE DE APLICACIÓN.

Al igual que el panel en si, este software es una herramienta sencilla y de fácil manejo. Gracias al espacio en disco que ocupa (403 Kb) esta aplicación se puede transportar en diskettes e instalar en cualquier equipo.

Para inicializar el software, una vez copiado el archivo en el PC, basta solo con hacer doble clic en el icono correspondiente  . De inmediato se abre la ventana principal de la aplicación, la cual se muestra en la **figura 25**.

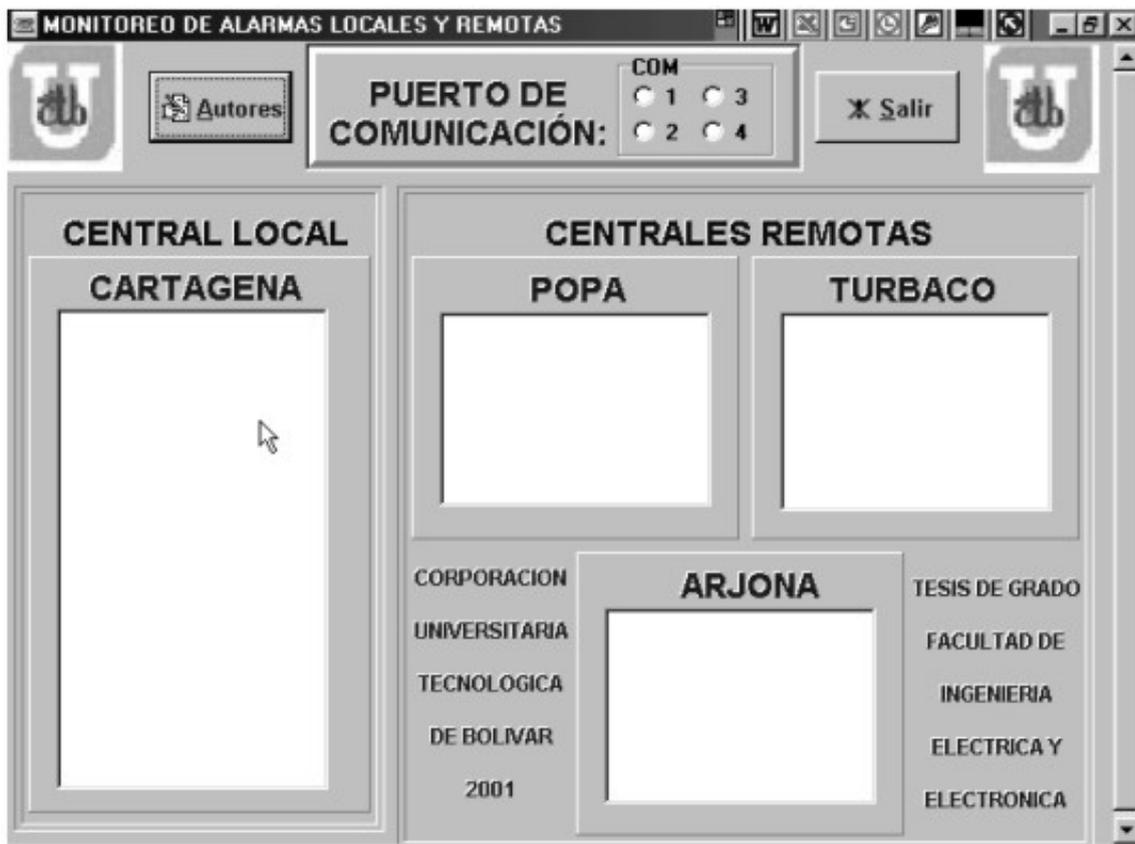


Figura 25. Ventana (software de aplicación)

Una vez abierta la ventana lo único que debe hacerse para que el PC comience a mostrar la información de las alarmas es seleccionar el puerto serial que se ha escogido para obtener los datos que envía el panel (ver **figura 26**).



Figura 26. Selección del puerto de comunicaciones.

Si el puerto que se selecciona corresponde al que está conectado el panel de inmediato debe aparecer la información del estado de las alarmas. Para esto se dispuso un recuadro por cada estación remota (ver **figura 27**) y uno para las alarmas locales (ver **figura 28**).

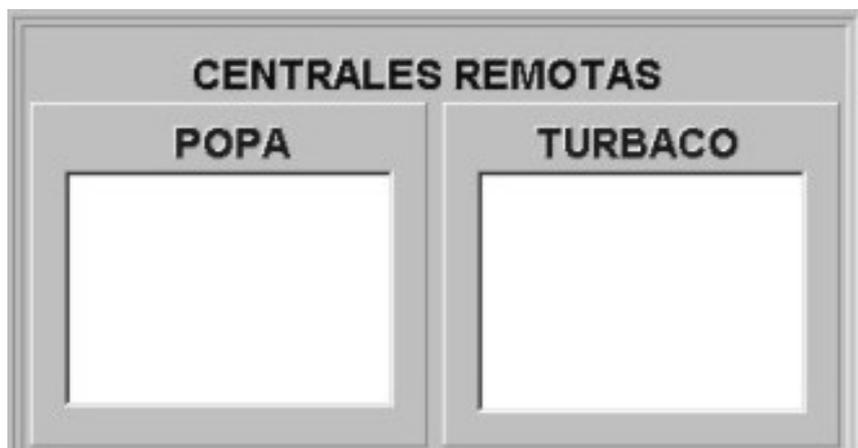


Figura 27. Información de alarmas remotas.

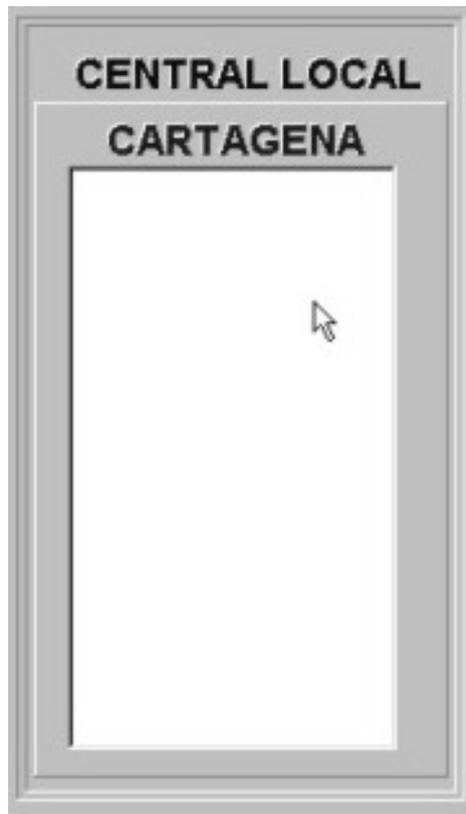


Figura 28. Información de alarmas locales.

En estos recuadros debe aparecer que alarmas están activas y cuales no, para cada estación monitoreada.

La ventana cuenta también con un botón de AUTORES en donde se puede la información de los realizadores de la tesis y un botón SALIR con el cual se cierra el software y se interrumpe la comunicación del PC con el panel (ver **figura 29**).



Figura 29. Botones AUTORES/SALIR

5. CONCLUSIONES

Después de las investigaciones previas a la realización del proyecto en donde se consultaron temas referentes al monitoreo de alarmas y después que se trabajó con los equipos de gestión de red con que cuenta la empresa TELECOM se pudo elaborar un panel de alarma con características muy similares a las de los equipos actuales y reales. Esto se refleja en el monitoreo de alarmas remotas, en el envío de datos seriales agrupados en tramas, en la interpretación por parte de un dispositivo programable de las tramas recibidas, en el empleo de LEDS de indicación, en la utilización de un módulo LCD para la visualización del estado de las alarmas en general y finalmente en la interfaz para comunicarse con el PC.

Seguramente el panel no posee funciones tan complejas como las de los equipos de la empresa, pero si por el contrario, es de muy fácil utilización hasta tal punto que prácticamente no hay que programarlo o pulsar combinación de teclas para que este cumpla la mayoría de sus funciones. Como ya se ha mencionado antes esta característica del panel le ofrece a los usuarios una fuente de información clara y continua.

El panel queda como una aplicación abierta con muchos aspectos en los que puede seguir trabajándose para optimizar su desempeño.

BIBLIOGRAFÍA

- HERRERA P., Enrique. Introducción a las Telecomunicaciones Modernas. México: Limusa, Noriega_ Editores 1998. Información sobre telefonía básica.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Normas Técnicas ICONTEC. Bogotá : ICONTEC , 1972. Fuente de consulta para realizar el informe escrito según las normas vigentes para la presentación de trabajos de grado.
- MALVINO, Albert Paul. Principios de Electrónica. México: Mc Graw Hill 1989. Fundamentos de electrónica que se necesitarán para el diseño y realización de la etapa de potencia y demás módulos del panel.
- MANUAL. Sistemas de Radio Enlace Digital TRP- 1.8G2MB-600 A. Tokio: NEC Corporation 1990. En este manual se extraerá la información correspondiente a los equipos de radio de esta referencia, la ubicación en las regletas de las alarmas, la disposición de las alarmas, la ubicación de los distintos módulos de los radios en los bastidores, jerarquía utilizada, diagramas esquemáticos, velocidades manejadas, etc.

- MANUAL. Equipos de Radio de Microondas SDH 2000S. Vol. 1 . Tokio: NEC Corporation. 1998. En este manual se extraerá la información correspondiente a los equipos de radio de esta referencia, la ubicación en las regletas de las alarmas, la disposición de las alarmas, la ubicación de los distintos módulos de los radios en los bastidores, jerarquía utilizada, diagramas esquemáticos, velocidades manejadas, etc.

- MANUAL. Información de la Serie N6000. Tokio : NEC Corporation. 1991. En este manual se extraerá la información correspondiente a los equipos de radio de esta referencia, la ubicación en las regletas de las alarmas, la disposición de las alarmas, la ubicación de los distintos módulos de los radios en los bastidores, jerarquía utilizada, diagramas esquemáticos, velocidades manejadas, etc.

- MICROCHIP, PIC. Microcontroller Data Book, 1era ed. Canadá, Vancouver 1995. Información necesaria sobre los microcontroladores, elemento fundamental en el proyecto, registros, comandos, rutinas, conexiones, diagrama de pines, etc.

- MILLMAN, Jacob. Analog and Digital Circuits and Transistor. Tokio: Mc Graw Hill 1972. Fundamentos de electrónica que se necesitarán para el diseño y realización de la etapa de potencia y demás módulos del panel.

- OSIER, BASTÓN Y GROBMAN: “Aprendiendo DELPHI 3 en 14 Días”. Editorial Prentice Hall . México, 1994. Manual útil para consulta sobre rutinas y especificaciones, para captar datos a través de un puerto del computador utilizando una interfaz gráfica.
- TOCCI, Ronald J. Sistemas Digitales, Principios y Aplicaciones. 2da. Ed. México: Mc Graw Hill 1996. Fundamentos de circuitos digitales, utilización de compuertas y demás circuitos lógicos.

DIRECCIONES EN INTERNET

- [http:// www.jameco.com](http://www.jameco.com)
- <http://www.servitel.es/atv/DOMOTICA /compo/html>
- http://www.norac.ca/Sprayer_Boom.html
- <http://www.superpic.com>
- <http://www.nationalsemiconductor.com>
- <http://www.microchip.com>
- <http://www.webring.com>
- <http://www.scmhacker.com>

Anexos

Anexo A. Otras características de los microcontroladores 16F87X

La memoria tipo flash de estos microcontroladores está dividida en 4 bloques de 2K, pero sólo para los que tienen 8K de memoria.

Memoria de datos: La memoria RAM está conformada por 4 bancos de 128 bytes cada una, en los cuales se ubican los registros especiales con los que se programa.

A través de los bits 5 y 6 del registro ESTATUS se puede hacer la selección del banco al que se quiere entrar para así poder configurar el PIC. Para esto se debe poner a RP0 y RP1 según el cuadro que se muestra a continuación (ver **cuadro 7**).

Cuadro 7. Selección del banco para configurar el PIC

BANCO	RP1	RP0
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

Distribución de la memoria RAM: En el siguiente cuadro (**cuadro 8**) se puede apreciar la distribución y la ubicación en la memoria de los registros.

Cuadro 8. Distribución de la memoria RAM

BANCO 0		BANCO 1		BANCO 2		BANCO 3	
INDF	00h	INDF	80h	INDF	100h	INDF	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTD	08h	TRISD	88h		108h		188h
PORTE	09h	TRISE	89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	RESERVADO	18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	RESERVADO	18Fh
T1CON	10h		90h		110h		190h
TMR2	11h	SSPCON2	91h		111h		191h
T2CON	PR2		92h		112h		192h
SSPBUF	13h	SSPADD	93h		113h		193h
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h		114h		194h
CCPR1L	15h		95h		115h		195h
CCPR1H	16h		96h	Registros de Propósito General 16 Bytes	116h	Registros de Propósito General 16 Bytes	196h
CCP1CON	17h		97h		117h		197h
RCSTA	18h	TXSTA	98h		118h		198h
TXREG	19h	SPBRG	99h		119h		199h
RCREG	1Ah		9Ah		11Ah		19Ah
CCPR2L	1Bh		9Bh		11Bh		19Bh
CCPR2H	1Ch		9Ch		11Ch		19Ch
CCP2CON	1Dh		9Dh		11Dh		19Dh
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh		11Eh		19Eh
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh		11Fh		19Fh
Registros de Propósito General 96 Bytes	20h	Registros de Propósito General 80 Bytes	A0h	Registros de Propósito General 80 Bytes	120h	Registros de Propósito General 80 Bytes	1Ah
			EFh		16Fh		1EFh
			EFh		16Fh		1EFh
		Mapeados con 70h-7Fh	F0h	Mapeados con 70h-7Fh	170h	Mapeados con 70h-7Fh	1F0h
	7Fh		FFh		17Fh		1FFh

Instrucciones: En el **cuadro 9** se muestran las instrucciones de programación de la familia de PIC16F87X, del mismo modo se pueden apreciar el número de ciclos por instrucción, el BIT del registro de estado que se afecta y la descripción de la instrucción.

Cuadro 9. Sumario de instrucciones

INSTRUCCION	CICLOS DE INSTRUCCION	BIT DEL REGISTRI DE ESTADO QUE SE AFECTA	DESCRIPCION
ADDWF f,d	1	C,DC,Z	Suma W en f
ANDWF f,d	1	Z	AND de W con f
CLRF f	1	Z	Borra f
CLRW	1	NINGUNO	Borra W
COMF f,d	1	Z	Complementa f
DECF f,d	1	Z	Decrementa f
DECFSZ f,d	1 (2)	NINGUNO	Decrementa f, Salta si es 0
INCF f,d	1	Z	Incrementa f
INCFSZ f,d	1 (2)	NINGUNO	Incrementa f, Salta si es 0
IORWF f,d	1	Z	Inclusive OR de W con f
MOVF f,d	1	Z	Mueve f
MOVWF f	1	NINGUNO	Mueve W a f
NOP -	1	NINGUNO	No Opera
RLF f,d	1	C	Rota el contenido de f a la izquierda usando el carry
RRF f,d	1	C	Rota el contenido de f a la derecha usando el carry
SUBWF f,d	1	C,DC,Z	Resta W de f
SWAPF f,d	1	NINGUNO	Intercambia los cuatro bits altos y los cuatro bits bajos del registro f
XORWF f,d	1	Z	OR exclusiva de W con f
BCF f,d	1	NINGUNO	Pone CERO en f
BSF f,d	1	NINGUNO	Pone UNO en f
BTFSC f,d	1 (2)	NINGUNO	Prueba f y salta si es CERO

continuación...

BTFSS f,d	1 (2)	NINGUNO	Prueba f y salta si es UNO
ADDLW k	1	C,DC,Z	Suma el valor de k con W
ANDLW k	1	Z	Hace AND de k con W
CALL k	2	NINGUNO	Llama una subrutina
CLRWDT -	1	TO,PD	Reinicia el Watchdog Timer
GOTO k	2	NINGUNO	Va a una Dirección k
IORLW k	1	Z	Inclusive OR de k con W
MOVLW k	1	NINGUNO	Mueve k a W
RETFIE -	2	NINGUNO	Retorno de una interrupción
RETLW k	2	NINGUNO	Retorna con k en W
RETURN -	2	NINGUNO	Retorna de una subrutina
SLEEP	1	TO,PD	Entra en modo Standby
SUBLW k	1	C,DC,Z	Resta W de k
XORLW k	1	Z	OR exclusiva de k con W



Figura 30. Diagrama de asignación

Anexo B. Equipos PCM.

En este anexo se describen las características y las aplicaciones físicas, funcionales y técnicas del multiplexor de PCM de 2 Mbit/s modelo NE5511A01 que lleva la etiqueta NE5511A01 2M PCM MUX.

En la **figura 31** se muestra un diagrama del multiplexor NE5511A01 en donde se puede apreciar sus módulos e indicadores. Además en el **cuadro 10** se observa la descripción de los módulos de la figura anterior.

DESCRIPCION DE LAS FUNCIONES

Función principal: El multiplexor NE5511A01 combina treinta canales de voz y de señalización a una señal modulada por impulsos codificados de 2048 kbit/s y separa una señal modulada por impulsos codificados de 2048 kbit/s a treinta canales de voz y señalización. El multiplexor NE5511A01 enlaza dos centrales o conecta abonados a una central. El equipo se puede interfazar con diferentes tipos de centrales, esto es, central de paso a paso, central crossbar, central electrónica y también a aparatos telefónicos de abonado. En la **figura 32** se muestran las aplicaciones típicas del multiplexor.

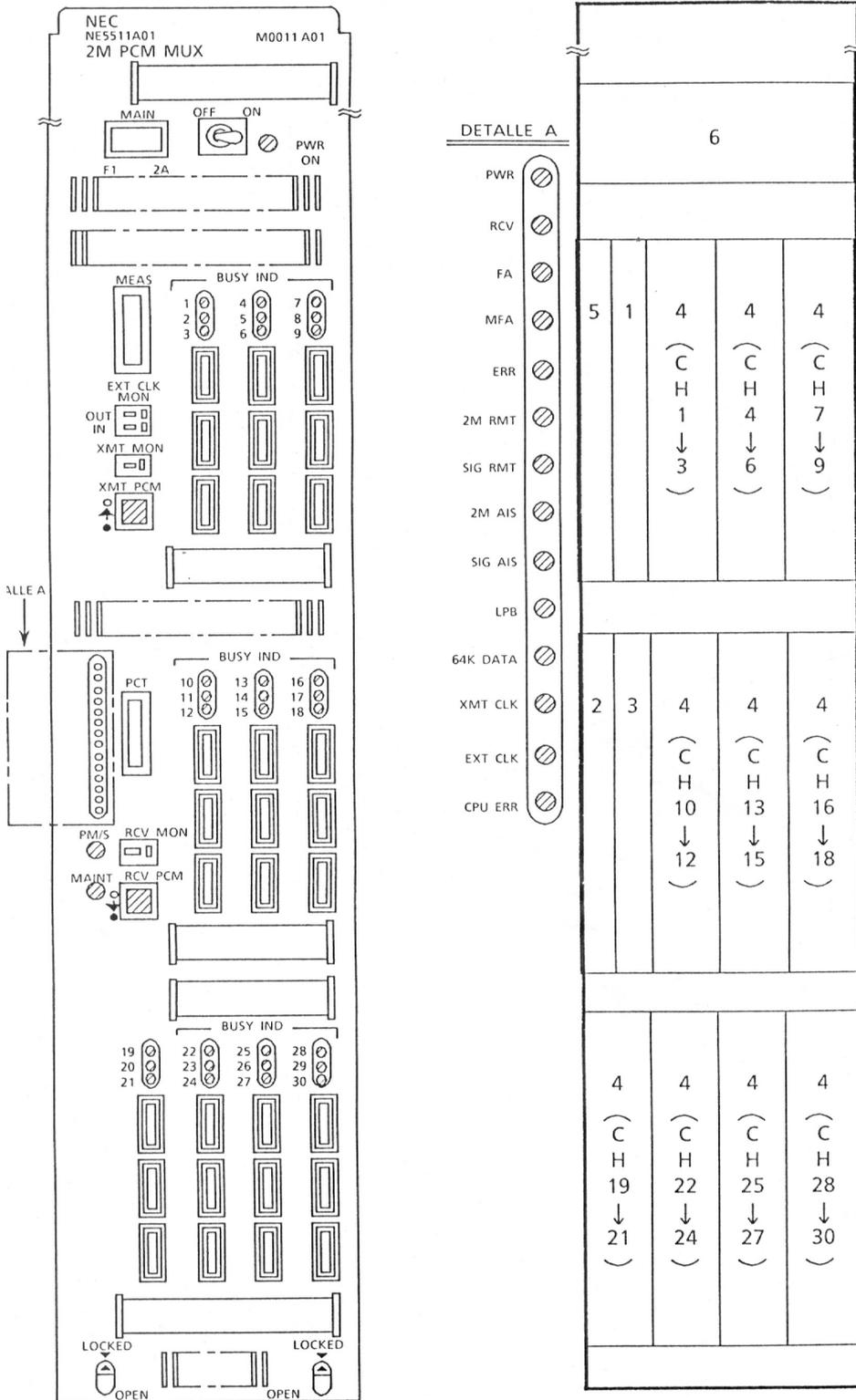


Figura 31. Multiplexor PCM de 2M NE5511A01.

Cuadro 10. Descripción de módulos equipo PCM.

Indice	Número de de Tipo	Desig-nación	Nombre	Observaciones	Código de NEC
1	X1128B01	XMT	Controlador de Transmisión	75 ohmios, desbalanceada	E32-482-X1128-0B01
2	X1130A01	CTRL	Controlador		E32-482-X1130-0A01
3	X1129B01	RCV	Controlador de Recepción	75 ohmios, desbalanceada	E32-482-X1129-0B01
4	X1135AA01	2W 1 E/M	Unidad de canal (3 canales por una unidad)	Señalización de Canal de 2-hilos 1 E y M	E32-132-X1135-AA01
	X1136AA02	4W 1 E/M	Unidad de canal (3 canales por una unidad)	Señalización de Canal de 4-hilos 1 E y M	E32-132-X1136-AA02
	X1136CA01	4W 1 E/M	Unidad de canal (3 canales por una unidad)	Señalización de Canal de 4-hilos 1 E y M	E32-132-X1136-CA01
	X1147AA	2W LPO-B	Unidad de canal (3 canales por una unidad)	Canal de 2 hilos (Bucle-B originante)	E32-132-X1147-AA00
	X1148AA	2W LPT-B	Unidad de canal (3 canales por una unidad)	Canal de 2 hilos (Bucle-B terminante)	E32-132-X1148-AA00
5	X()	CCS	Unidad de canal (Señalización de Canal Común)	Opcional	E32-()
6	X1131A	PWR	Unidad de alimentación	Para -48 V CC	E32-014-X1131-0A00

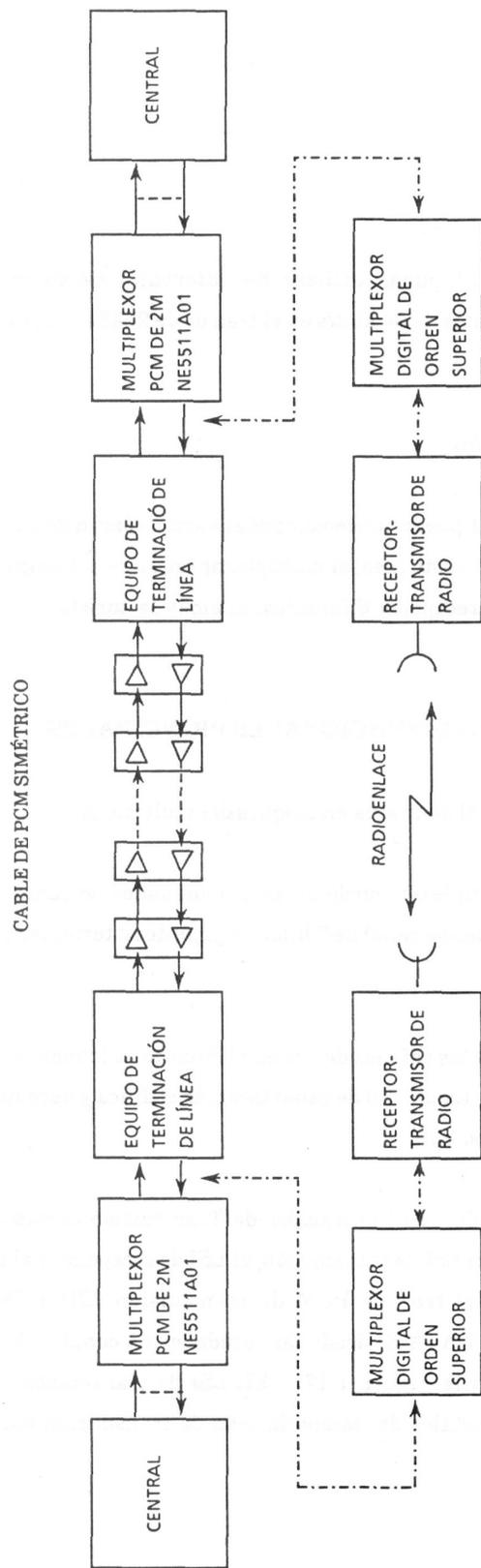


Figura 32. Aplicaciones típicas del sistema.

El multiplexor NE5511A01 tiene terminales para 2 y 4 hilos en su interfaz para señales de voz. El multiplexor de NE5511A01 puede aceptar unidades de canal de 2 ó 4 hilos para voz con señalización 1 E&M a 2 hilos, unidades de canal de origen de 2 hilos para voz con señalización de bucle-B, originante y terminante.

Señalización por canal común: El multiplexor NE5511A01 puede acomodar señalización común de canales, utilizando el intervalo de tiempo #16. En este caso el multiplexor requiere un controlador de transmisión y un controlador de recepción diferentes.

Señalización de canal asociado: El multiplexor NE5511A01 provee interfaz de señalización E y M tanto para líneas telefónicas de 2 hilos como de 4 hilos. El multiplexor también provee una interfaz de señalización de bucle de 2 hilos. El terminal del controlador portátil sirve para programar el equipo para distintos tipos de señalización R2 de 2 bits.

Señalización de canal común. Los puertos de interfaz de señalización de canal común para el multiplexor están ubicados en el ensamblaje de terminales. La señalización de canal común utiliza señales de temporización generadas internamente para la transmisión de señalización en el intervalo de tiempo #16.

Canal de datos de 64 Kbits/s: El multiplexor NE5511A01 puede utilizar los intervalos de tiempo #6 Y #22 para acomodar dos canales de datos de 64 Kbits/s en el tren de 2048 Kbits/s con sólo intercambiar las unidades del canal.

Anexo C. Equipos de radio y ubicación.

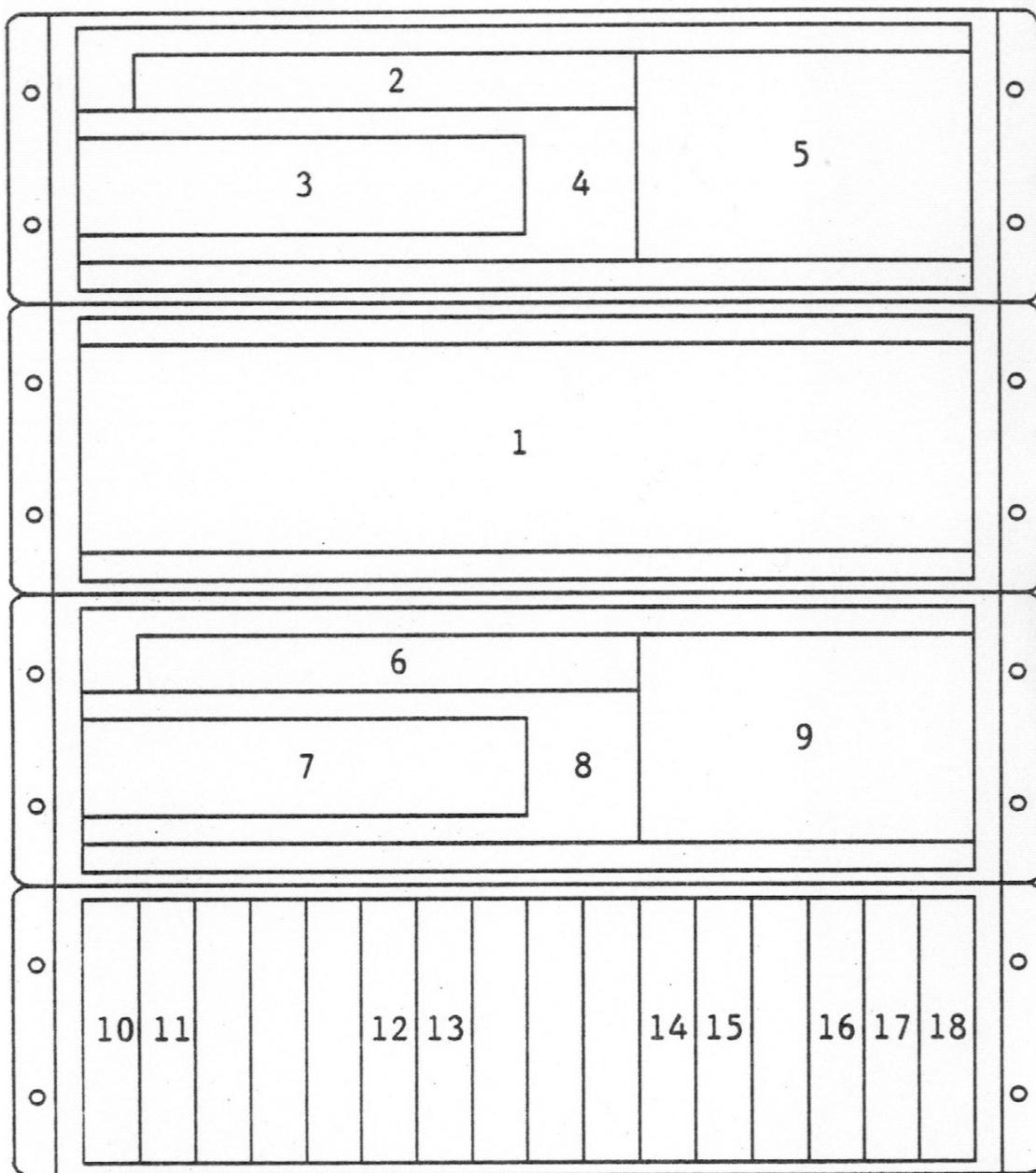


Figura 33. Módulos equipo de radio NEC.

Cuadro 11. Descripción de Módulos equipo de radio NEC.

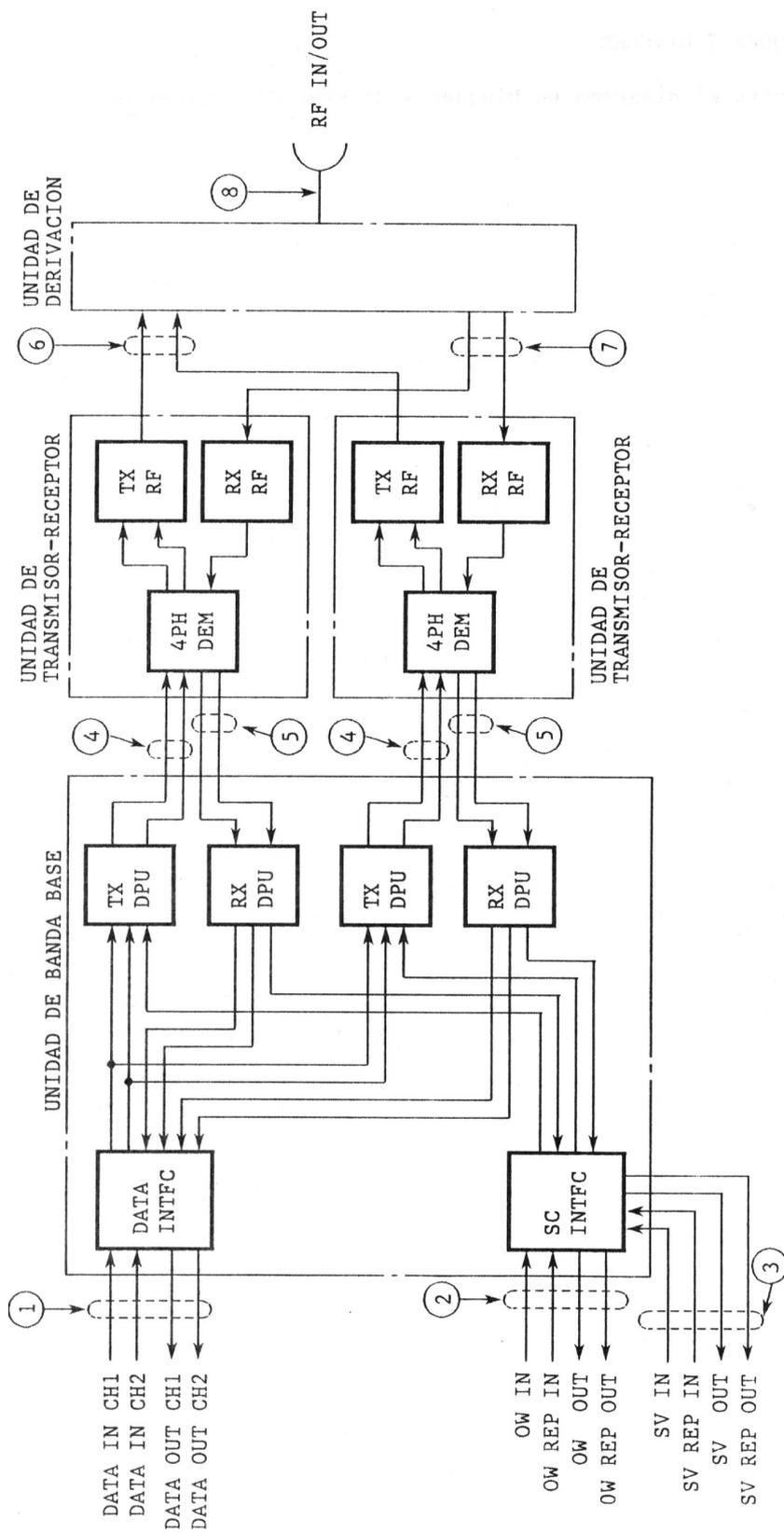
No.	NOMBRE DE UNIDAD	NOMENCLATURA	
1	Derivación C7424A	-	
2	Transmisor- Receptor C7423() (lado derecho)	C5163C	4PH DEM
3		C5157B,G	RX RF
4		C5158B,N	TX RF
5		C5162()	DC-DC CONV
6	Transmisor- Receptor C7423() (lado izquierdo)	C5163C	4PH DEM
7		C5157B,G	RX RF
8		C5158B,N	TX RF
9		C5162()	DC-DC CONV
10	Banda Base C7425A	C5167A	TX DPU
11		C5168A	RX DPU
12		C5166A	DATA INTFC
13			VACANTE
14		C5167A	TX DPU
15		C5168A	RX DPU
16		C5170D	SW CONT
17		C9896A	SC INTFC
18		C9897A	OW INTFC

Cuadro 12. Especificaciones del equipo de radio NEC.

Banda de frecuencia de transmisión	: 1700 a 1900 MHz (Rec. 283-4 del CCIR)
Potencia de transmisión	: +30 dBm, nominal
Estabilidad de frecuencia de transmisión	: $\pm 1 \times 10^{-5}$, típico
Figura de ruido	: Menor que 3,0 dB, típico
Nivel de entrada de umbral en BER de 1×10^{-3}	: -91 dBm, típico
Método de modulación	: Manipulación de desplazamiento de fase cuaternaria (4-PSK)
Demodulación	: Detección coherente con bucle de costas
Interface DATA	
Velocidad binaria	: 2,048 Mbps (sistema 2 MB \times 2)
Nivel	: Cumple con las especificaciones del CCITT G.703
Formato de código	: HDB-3 (Bipolar 3 de Alta Densidad)
Impedancia	: 75 ohmios, desbalanceada
Interface de línea de órdenes	
Rango de frecuencia	: 0,3 a 3,4 kHz
Nivel	: 0 dBm (Nivel de sintonización de prueba)
Impedancia	: 600 ohmios, balanceada
Interface de supervisión	
Capacidad de transmisión	: 0,3 a 3,4 kHz
Nivel	: 0 dBm (Nivel de sintonización de prueba) V.11
Impedancia	: 600 ohmios, balanceada V.11

Continuación...

Interface de alarma	: Forma C
Requerimientos de energía	: -48 V C.C. (-33 a -65 V C.C.) ó -24 V C.C. (-20 a -36 V C.C.)
Consumo de energía	: Aprox. 125 vatios (Potencia de TX +36 dBm)
Peso	
Unidad de Transmisor-Receptor	: Aprox. 11 kg
Unidad de Banda Base	: Aprox. 8 kg
Unidad de Derivación	: Aprox. 8 kg
Rango de Temperatura Ambiental	
Operación	: 0°C a +50°C
Almacenaje	: -30°C a +65°C



POSICION	1	2	3	4	5	6	7	8
VELOCIDAD/FRECUENCIA DE DATOS	2,048 Mbps	0,3 a 3,4 kHz	0,3 a 3,4 kHz	2,180692 Mbps/CH	2308 a 2481 MHz			
NIVEL	CCITT G.703	0 dBm	0 dBm	TTL		+30 dBm	-50 dBm nominal	TX +28,5 dBm
IMPEDANCIA	75 ohmios, desbalanceada	600 ohmios, balanceada	600 ohmios, balanceada			50 ohmios, desbalanceada		

Figura 34. Diagrama de bloques y niveles equipo de radio NEC.

Anexo D. Impresos de los montajes (panel y unidades remotas).

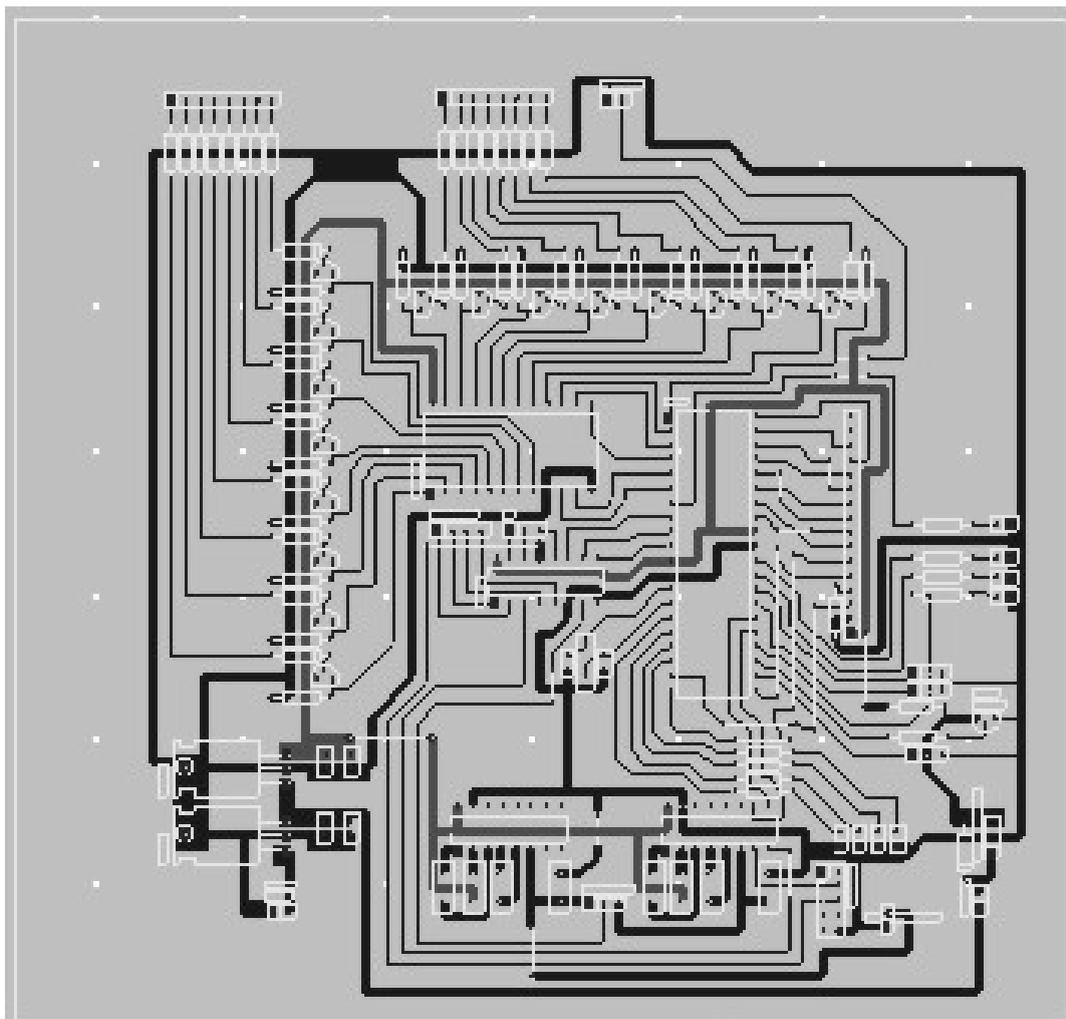


Figura 35. Circuito impreso (tarjeta principal).

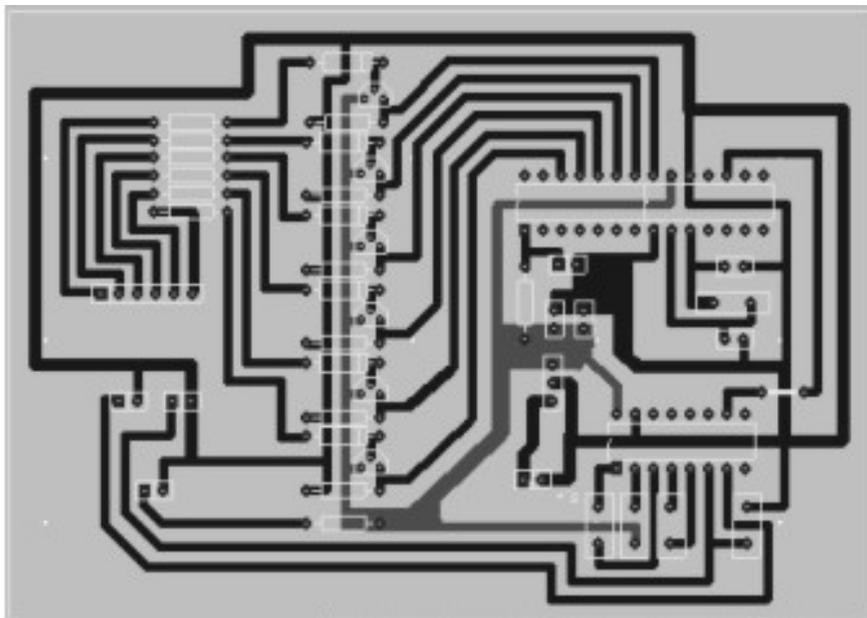


Figura 36. Circuito impreso (estaciones remotas).

