

UNIVERSIDAD
DON BOSCO



DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED DE TELEACCION
APLICADA A LA DETECCION DE AGENTES CONTAMINANTES DEL
MEDIO AMBIENTE EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN
SALVADOR.

TRABAJO DE GRADUACION
PREPARADO PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA
PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA



POR
MAURICIO ORLANDO CASTILLO QUIJADA
ELLIOT ALEJANDRO LAINEZ SOLORZANO
LUIS JAIME ESTRADA MENJIVAR

28 DE FEBRERO DE 1998

SOYAPANGO - EL SALVADOR - CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

RECTOR
ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET.

SECRETARIO GENERAL
PBRO. PEDRO JOSE GARCIA CASTRO.

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
ING. CARLOS GUTIERREZ PEÑA.

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACION
ING. MARIO GUILLERMO JUAREZ P.

JURADO EXAMINADOR
ING. JOSE LUIS MERINO
ING. JULIO CESAR CABRERA

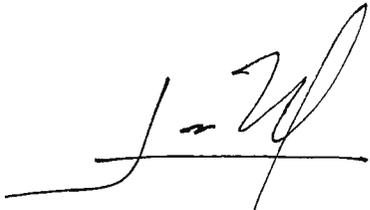
UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA DE ELECTRONICA

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION:

"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED DE TELEACCION APLICADA A LA
DETECCION DE AGENTES CONTAMINANTES DEL MEDIO AMBIENTE EN EL
AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR"



ING. JOSE LUIS MERINO

JURADO.



ING. JULIO CESAR CABRERA

JURADO.



ING. MARIO GUILLERMO JUAREZ P.

ASESOR.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso:

Por haber iluminado todo mi ser y brindarme su infinita misericordia para lograr alcanzar la coronación de tan anhelada carrera.

A la Virgen María Auxiliadora:

Por brindarme en todo momento su ternura materna e interceder y abogar por mí ante su amado hijo en los momentos en que yo necesite más ayuda.

A mis Padres:

Francisco Adalberto y Gladys Edmé de quienes estoy muy orgulloso y agradecido por todo su sacrificio y apoyo moral y material que me han brindado con mucho amor en todo el trayecto de mi vida y a quienes les guardo un profundo amor, respeto y admiración.

A mis Hermanos:

Aida y Francisco por todo el apoyo, ayuda y cariño que me han brindado orientandome en la que pudieran para la realización de este trabajo.

A mi Novia:

Maybell Carolina, por todo el apoyo y amor que me ha brindado en los momentos de mayor flaqueza; por acompañarme en las alegrías y en las tristezas. Siempre te amaré.

A mis abuelitas:

Ana Rosario y María Luisa (de amorosa recordación) por su cariño; sabios consejos y por el apoyo espiritual que me han brindado.

A mis Amigos y Compañeros de Tesis:

Por haber realizado un trabajo en equipo en armonía, por compartir todos los momentos de esfuerzo y alegrías, estando siempre en la perseverancia para lograr nuestro objetivo. Por la amistad.

Finalmente:

A todos mis familiares, amigos y profesores que de una u otra manera nos apoyaron y contribuyeron a que alcanzará este grado académico.

Mauricio Orlando

DEDICATORIA

Dedico este triunfo a:

En primer lugar, a Dios Todopoderoso por permitirme llegar hasta este punto de mi vida.

A mis padres, Hortencia y Alejandro, por haberme dado el ser y la oportunidad de salir adelante. En especial a mi madre por ser la guía y el ejemplo de mi vida, además por el sacrificio y renuncia que permitieron que mi formación integral fuera posible.

A mi familia; en especial a Nancy, Sandra y Neto por su fe y apoyo incondicional en el desarrollo de mis actividades.

A mi novia, Lorena, por ser mi inspiración para triunfar y además por su ayuda invaluable en la obtención de las metas que me propongo.

A mis amigos y profesores por ser partícipes de mi formación profesional.

Elliot Laínez

INDICE

INTRODUCCION.

OBJETIVOS.

ALCANCES Y LIMITACIONES.

	Pag.
CAPITULO I : ANTECEDENTES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.	1
1.1 Generalidades.	1
1.2 Antecedentes históricos sobre el medio ambiente.	3
1.3 Antecedentes sociales.	5
1.4 Antecedentes económicos.	7
1.4.1 Desarrollo sostenible.	11
1.4.1.1 Que es desarrollo.	11
1.4.1.2 Que es sostenible.	12
1.5 Situación actual del medio ambiente.	12
1.5.1 Principales problemas ambientales.	17
1.5.1.1 Deforestación.	17
1.5.1.2 deterioro de los suelos.	18
1.5.1.3 Deterioro de las zonas de recarga de cuencas hifrográficas y de los recursos hídricos.	19
1.5.1.4 deterioro de los recursos costeros marinos.	20
1.5.1.5 Pérdida de la Biodiversidad.	21
1.5.1.6 Contaminación atmosférica.	22

1.5.2 Principales problemas ambientales en el área metropolitana de San Salvador.	25
1.5.2.1 La contaminación del aire.	25
1.5.2.2 La contaminación por ruido.	35
1.5.3 Consecuencias de la contaminación ambiental en el área metropolitana de San Salvador.	41
1.6 Antecedentes sobre teleacción.	47
1.6.1 Red de teleacción y funciones que desempeña.	47
1.6.2 Aplicación de las redes de teleacción en El Salvador.	50
CAPITULO II. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.	57
2.1 Problema.	57
2.2 Analisis del problema.	57
2.3 Soluciones posibles.	59
2.3.1 Elección del método a utilizar.	64
2.3.1.1 Mediciones directas.	64
2.3.1.2 Medición en la estación con registro electrónico.	65
2.3.1.3 Red de teleacción.	66
2.3.2 elección del medio de transmisión.	67
2.3.2.1 Alámbrico.	67
2.3.2.2 Inalámbrico.	72
2.3.3 Elección de la forma de diálogo entre la estación central y estaciones remotas.	77

2.3.3.1 Método permanente.	78
2.3.3.2 Método por interrogación (Polling).	78
2.3.4 Elección en base a efectividad de cobertura.	80
2.3.4.1 Enlace punto a punto.	80
2.3.4.2 Repetidora.	82
2.3.5 Elección de la forma de alimentar la terminal remota.	84
2.3.5.1 Por baterías.	84
2.3.5.2 Uso de energía solar.	85
2.3.5.3 Por alimentación de la red comercial.	87
2.3.6 Elección de la ubicación física de las terminales remotas.	87
2.3.6.1 Postería propia.	88
2.3.6.2 Postería de semáforos.	88
2.3.6.3 Postes del tendido eléctrico.	89
2.3.7 Elección de la tecnología del elemento terminal.	91
2.3.7.1 Sistemas digitales.	91
2.3.7.2 Sistema microprocesado.	92
2.3.8 Elección de la tecnología de la estación central.	94
2.3.8.1 Panel supervisor.	94
2.3.8.2 computador personal.	96
2.3.9 Elección de la técnicas de medición para la estación remota.	98
2.3.9.1 Medición del ruido.	98

2.3.9.2 Medición de densidad de smoke.	98
2.3.10 Resguardo físico de las terminales remotas.	100
2.3.10.1 Caja subterránea.	100
2.3.10.2 Caseta a pie de poste.	101
2.3.10.3 Caja de intempérie en poste.	102
2.4 Solución propuesta.	103
2.5 Justificación.	111
CAPITULO III. ARQUITECTURA DE LA RED DE TELEACCION.	114
3.1 Generalidades.	114
3.1.1 Arquitectura general de una red.	114
3.1.2 Elementos de una arquitectura.	115
3.1.3 Arquitectura de la red de teleacción	118
3.2 Diagrama general de la red de teleacción	120
3.3 Selección de los lugares de muestreo.	122
3.3.1 Depuración de los sitios posibles.	123
3.3.2 Factores importantes para la medición de niveles de ruido.	128
3.3.3 Cobertura de las estaciones remotas.	129
3.3.4 Proceso para seleccionar la ubicación de las estaciones remotas.	131
3.3.5 Diagrama de distribución de las estaciones terminales.	155
3.3.6 Cobertura del punto de repetición.	160

3.4 Hardware de la estación remota.	167
3.4.1 Módulo de adquisición de datos.	170
3.4.2 Módulo microprocesado.	176
3.4.3 Módulo de modulación digital.	178
3.4.3.1 La Modulación FSK.	178
3.4.3.2 Transmisor o modulador FSK	179
3.4.3.3 Modulador FSK utilizado por el prototipo de la red de teleacción.	181
3.4.3.4 Cálculo de los elementos del modulador XR-2206	182
3.4.3.5 Receptor o demodulador FSK.	185
3.4.3.6 Demodulador FSK utilizado por el prototipo de la red de teleacción.	186
3.4.3.7 Cálculo de los elementos del demodulador XR-2211.	188
3.4.4 Módulos de los sensores de entrada.	190
3.4.4.1 Sensor utilizado para la medición de la densidad de Smoke.	190
3.4.4.2 Sensor de ruido utilizado por la red de teleacción.	193
3.5 Hardware de la estación central.	195
3.5.1 Computador personal.	196
3.5.1.1 Interfaz RS-232.	197
3.5.2 Circuitos acopladores.	201

3.5.2.1	Manejadores y receptores RS-232.	202
3.5.3	Etapas modulador y demodulador FSK.	207
3.5.4	Radios.	207
3.6	Medio de transmisión utilizado para el envío de la información.	209
CAPITULO IV. PROTOCOLOS.		215
4.1	Generalidades.	215
4.1.1	Características de un protocolo de comunicaciones.	215
4.2	Funciones de un protocolo de comunicaciones.	216
4.2.1	Modalidad de transmisión de los protocolos.	219
4.2.1.1	Modalidad asincrónica.	219
4.2.1.2	Modalidad sincrónica.	221
4.2.2	Tipos de disciplinas.	223
4.2.2.1	Disciplina orientada al caracter.	223
4.2.2.2	Disciplina orientada al bit.	227
4.3	Desarrollo del protocolo y la trama de comunicación.	230
4.3.1	Desarrollo de la trama de comunicaciones.	231
4.3.2	Protocolo entre las estaciones.	237
CAPITULO V: EL PROTOTIPO.		244
5.1	El software de presentación.	244
5.2	El programa de la estación terminal	255
5.3	Operación del prototipo.	259

HOJA DE COSTOS

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

INTRODUCCION

Se presenta en el siguiente documento, el desarrollo del trabajo de graduación: "Diseño e implementación de una red de teleacción aplicada a la medición de agentes contaminantes en el área metropolitana de San Salvador" .

Los alcances y limitaciones indican las metas perseguidas en el desarrollo del trabajo de graduación, así como las limitaciones en alcanzar las mismas.

Es necesario en primer lugar, plantear la base teórica que determina el problema, el cual da origen a la realización del proyecto. Es así que el primer capítulo versa sobre los antecedentes del medio ambiente en El Salvador. Se discuten ampliamente los aspectos históricos, económicos y sociales que dan origen a la problemática actual del medio ambiente. Se toca el tema del desarrollo, como un factor altamente afectado por las condiciones del medio ambiente, a pesar que sus efectos no se visualizan tan fácilmente. El costo económico de la contaminación es ejemplificado con algunas tablas que reflejan valores aproximados para algunas situaciones especiales. Se describen los principales problemas ambientales que dañan a la sociedad salvadoreña, desarrollando de forma más concisa los efectos del ruido y de la contaminación del aire, ya que son los de mayor interés

para el desarrollo del trabajo de graduación. El área metropolitana de San Salvador se convierte en la zona de muestra que se utilizará en el estudio, puesto que es aquí donde más se visualizan los efectos de estos dos peligrosos contaminantes. En un apartado especial, se ilustra por medio de tablas los efectos negativos en las personas por parte de los contaminantes del medio ambiente. Para finalizar con el capítulo I, en el apartado Antecedentes sobre teleacción, se muestran algunas aplicaciones ya existentes en El Salvador sobre las funciones de este tipo de redes.

El segundo capítulo se ocupa en primer lugar del planteamiento del problema, al cual se le pretende dar solución. Posteriormente, se describen detalladamente las soluciones posibles, calificándolas y haciendo una evaluación para determinar la más óptima. Todo esto se realiza de una forma escalonada por medio de niveles, los cuales son mostrados en una gráfica particular para un mejor entendimiento por parte del lector. En el apartado Solución propuesta, se describe detalladamente y a forma de resumen, la alternativa que fue elegida junto con sus características distintivas. También, se justifica en este capítulo el desarrollo del trabajo de graduación, planteando los claros beneficios que se consiguen con su implementación.

El capítulo III se denomina Arquitectura de la red de teleacción. Aquí se describe el proceso seguido para la determinación de los

puntos de muestreo dentro de la red. Los resultados se basan en gran medida en los estudios realizados por la organización de SwissContact – Proeco, FEPADE y algunas Tesis que tratan temas relacionados. Hay que tomar en cuenta que en El Salvador no existen muchas fuentes de información en cuanto a este tipo de estudios (de impacto ambiental), y es de hacer notar que el objetivo del presente trabajo de graduación no es la determinación óptima de los puntos de muestreo, puesto que son necesarios criterios que un experto en la materia debe analizar; lo que se busca es la adaptación de un sistema funcional para esta aplicación. En este capítulo, se desarrolla la parte del Hardware del sistema, haciendo referencia en múltiples ocasiones a las hojas de datos de los elementos empleados, por cuestión de espacio sólo se incluye algunas hojas en los anexos.

En el capítulo IV, se desarrolla el Protocolo de Comunicaciones empleado, el cual es una adaptación particular a partir del análisis de algunos protocolos de más uso. El protocolo es sencillo y se presta eficientemente para cumplir con las necesidades requeridas.

El capítulo V, muestra los programas empleados para comandar las operaciones de la red. La explicación de los programas se facilita por medio del uso de flujogramas.

Se realiza la implementación de un prototipo, destinado a mostrar los principios básicos que rigen la red de teleacción y a comprobar que

la misma puede llegar a ser implementada. El prototipo incluye la estación central (hardware y software) y una estación terminal física, la cual admite la reasignación de su código de identificación, para así poder llegar a ser cualquier estación dentro de la red. Se verifican algunos principios, tales como la transmisión de datos por medio de radio, la lectura de los sensores (ruido y smoke) y la graficación de los mismos por medio de la computadora.

Las referencias se encuentran detalladas al final del documento. La bibliografía le da al lector una guía de consulta, en caso de querer ahondar más en algún apartado especial.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar un sistema electrónico que permita una fácil y rápida obtención de información de los niveles de contaminación debido al smoke y al ruido que existen en diferentes puntos del área metropolitana de San Salvador, proporcionado de esta forma un mecanismo más eficiente que los métodos actuales que realizan esta tarea.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Proveer una alternativa para la medición de agentes contaminantes del aire en el área metropolitana de San Salvador basada en una red de teleacción, planteando los beneficios y características de la misma.
- Definir en base a un estudio, los puntos estratégicos para la medición de la contaminación del aire en el área metropolitana de San Salvador.

- Adaptar un protocolo de comunicación para la transmisión de los datos que permita el reconocimiento de la estación involucrada y la expansión futura de nuevas estaciones.
- Diseñar un software de comunicación que reciba e interprete los datos enviados por las estaciones remotas en un computador central.
- Implementar un prototipo que demuestre los principios básicos bajo los cuales operaría la red de teleacción diseñada, incluyendo entre los cuales, la transmisión de datos por radio portatil, la lectura e interpretación de los sensores de smoke y ruido; así como el graficar los resultados obtenidos con el software de aplicación de la computadora (estación central).

ALCANCES Y LIMITACIONES

En la elaboración del presente trabajo de graduación, se hará un estudio en el cual se propone una solución a la obtención de información sobre la contaminación del aire, por smoke y ruido. Como ya se ha mencionado, se estará en la capacidad de diseñar una red

capaz de realizar dicha obtención de información, mediante el monitoreo a distancia de cierto número de estaciones remotas ubicadas estratégicamente.

Se diseñará una red ubicada en el área metropolitana de San Salvador, cuyos elementos terminales sean capaces de medir los siguientes agentes contaminantes (la técnica utilizada se estudiará más adelante):

- Densidad de humo.
- Niveles de ruido.

Se realizará un estudio de los puntos que poseen la mayor concentración de contaminación en el área metropolitana de San Salvador, por medio de un sondeo de información en las instituciones relacionadas con la protección del medio ambiente (FEPADE, SWISSCONTACT-PROECO), haciendo uso de los datos estadísticos que estas posean. Una vez especificados estos puntos, se determinarán las soluciones posibles y las características técnicas de los equipos necesarios a involucrar, tales como el alcance de los mismos, tipo de protección contra inclemencias del tiempo, ubicación más apropiada, etc. Es necesario determinar en base a las cualidades y funciones de la red, el medio de transmisión más idóneo para el envío de datos y debe realizarse un estudio para la determinación de la ubicación de las estaciones remotas. Además en dichas estaciones se realizará la

adaptación del Hardware necesario (como por ejemplo moduladores, demoduladores, radios, fuentes de alimentación, etc.), siendo necesario diseñar el circuito que codifique e interprete la trama de comunicación, así como también el hardware a utilizar para interfazar los sensores al sistema. Además se determinará el radio de acción de cada estación remota.

Respecto a la estación central, es necesario seleccionar el lugar más apropiado para su ubicación, el cual debe ser capaz de permitir una comunicación efectiva con todos los puntos de la red, además debe ser un sitio que permita la flexibilidad de las expansiones futuras o la reubicación de estaciones ya existentes.

Para el diálogo entre la estación central y las estaciones remotas, será necesario hacer uso de tramas de comunicación en las cuales se incorporará la información e identificación de la estación remota. Los datos serán codificados y propagados en el medio elegido (que pudiera ser el aire o una línea telefónica por ejemplo).

Además, la estación central tendrá la capacidad de interrogar a las estaciones distantes.

Para fines demostrativos, se construirá un prototipo que demuestre los principios básicos bajo los cuales operaría la red de teleacción diseñada, incluyendo entre los cuales, la transmisión de datos por radio portátil, la lectura e interpretación de los sensores de smoke y ruido; así

como el graficar los resultados obtenidos con el software de aplicación de la computadora (estación central).

Para el prototipo a implementar, se propone incluir sólo la telemetría ya que la medición es el objetivo principal del proyecto. Acciones como el telecontrol pueden ser implementadas a futuro.

Por supuesto, es necesario delimitar y especificar ciertos aspectos para el buen desarrollo del trabajo de graduación. A continuación se presentan los alcances y limitaciones de este proyecto:

ALCANCES:

- Diseño de una red de teleacción, aplicada a la medición de smoke y ruido en el área metropolitana de San salvador.
- Medición del nivel de contaminación sólo en el radio de acción de las estaciones remotas.
- Elección del medio de transmisión más adecuado para la propagación de la información entre los elementos de la red, en base a la ubicación de las estaciones.
- Acceso a la información de las estaciones por medio de la técnica de Interrogación Maestro - Esclavo (Una pregunta y la otra responde) o también llamado "Polling".

- Establecimiento de los puntos más idóneos para la ubicación de las estaciones remotas, mediante un estudio del área metropolitana de San Salvador, tomando como criterio datos tales como la densidad de tráfico vehicular. Apoyándose en la recopilación de estudios estadísticos de instituciones relacionadas.
- Diseño del Hardware idóneo para el funcionamiento de las estaciones remotas así como su implementación.
- Adaptación de un protocolo de comunicación para la transmisión de información en la red.
- Creación del software de comunicación, el cual deberá presentar en forma gráfica la información recopilada.
- Implementar un prototipo que demuestre los principios básicos bajo los cuales operaría la red de teleacción diseñada, incluyendo entre los cuales, la transmisión de datos por radio portatil, la lectura e interpretación de los sensores de smoke y ruido; así como el graficar los resultados obtenidos con el software de aplicación de la computadora (estación central).

LIMITACIONES:

- Estudio limitado al área metropolitana de San Salvador.

- Monitoreo sólo del smoke y del ruido presentados en forma de porcentajes.
- Prototipo, con una distancia entre estación remota y estación central para un alcance mínimo de 10metros.
- El grado de exactitud de las mediciones dependerá en gran medida de la precisión de los sensores disponibles en el comercio.
- Únicamente es presentada la aplicación al concepto de telemetría en el prototipo.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

1.1 GENERALIDADES.

Existen dos fuentes principales de contaminación, una es natural y otra generada de una forma acelerada y acentuada: producida por el hombre.

Entre las fuentes naturales de contaminación están: las emisiones volcánicas, descomposición de materia orgánica, incendios forestales, acción biológica en los suelos, reacciones fotoquímicas de contaminantes primarios, emisiones de vegetación, erosión de suelos y rocas. Todos estos procesos se dan en tiempos relativamente largos comparándolos con los que provoca el hombre como son los procesos químicos, aplicación de fertilizantes, insumos agrícolas, tratamiento de desechos, combustión de carbono y petróleo, y combustión especialmente de automotores.

El Salvador con una extensión territorial de 21033.29 Km² , cuenta con una población de más de 6 millones de habitantes y su flota vehicular es de aproximadamente 400,000 unidades. Se ha

comprobado que en El Salvador alrededor de un 60 ó 70 % de la contaminación del aire es generada por las emisiones vehiculares.

El crecimiento de la población en las áreas urbanas está ayudando a incrementar hasta un 23 % la flota vehicular, ya sea por razones de tipo familiar o de trabajo. Este desarrollo vehicular y poblacional trae como consecuencia la modificación del medio ambiente que repercutirá en los habitantes, ya que los contaminantes generados por combustión incompleta en los vehículos automotores, procesos industriales y fuentes naturales son transportados a la atmósfera donde pueden seguir reaccionando y producir contaminantes secundarios, los que además pueden ser depositados en el cuerpo humano a través de las vías respiratorias.

Debido a lo anterior, algunas organizaciones desarrollan proyectos orientados a dar un aporte para solucionar la problemática ambientalista en El Salvador, tal es el caso de SWISSCONTACT-PROECO, quienes han financiado un proyecto denominado "Monitoreo de la calidad del aire en el área metropolitana de San Salvador" con el apoyo del Laboratorio de Calidad Integral de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). La creación del MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE promete un futuro de más conciencia ambientalista en la sociedad salvadoreña. Pero

además del esfuerzo de estas instituciones y otras más, es indispensable el aporte de todas y cada una de las personas que dependemos de una relación armoniosa con la naturaleza y evitar así la extinción de nuestra raza.

1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS SOBRE MEDIO AMBIENTE.

El Salvador, hace algunos siglos era un país con abundante vegetación y fauna, la cual estaba compuesta de manglares, vegetación de playa, palmeras, bosques, balsameros, vegetación caducifolia, selvas tropicales y una muy variada diversidad de especies animales, todo ello, en un ambiente de pureza del aire.

Con el paso del tiempo el país ha sufrido un deterioro y fragmentación del medio ambiente, debido a la sobre explotación de los recursos vivientes, la contaminación y destrucción de los ecosistemas; dando como resultado la creciente erosión de los suelos en casi dos tercios de las tierras del país, gran disminución de los bosques y selvas, de los que quedan menos del 2% del original; la extinción de muchas especies de la flora y fauna del país, graves problemas de contaminación del aire por las industrias y automotores, problemas de abastecimiento de agua para las ciudades debido a la reducción de los mantos acuíferos.

Todo esto ha contribuido a frecuentes sequías, cada vez mayores y con mayor frecuencia, mayor contaminación de los ríos por las aguas negras no tratadas, agro-químicos y desechos industriales, lo cual ha incidido en la salud de los habitantes. El país con un escaso territorio y una población continuamente creciente, ha generado la necesidad de mayor empleo y sustento con una presión adicional sobre los pocos recursos naturales.

Habiendo crecido la población, también crecieron los desechos y desperdicios, así como las condiciones de salud inadecuadas. En base a estos factores, El Salvador comenzó a estar amenazado debido a la contaminación urbana y degradación del medio ambiente, y no sólo por problemas de índole nacional, sino también por problemas mundiales como: el adelgazamiento de la capa de ozono y el efecto de invernadero, los cuales son problemas ocasionados por el crecimiento económico y demográfico, políticas que no toman en cuenta el precio de la contaminación y degradación, ya que suelen ofrecerse incentivos nocivos que inadvertidamente fomentan la destrucción de los recursos naturales que constituyen la base del crecimiento. Todo esto indica que se ha llegado a poner en pugna los objetivos ambientales con los económicos.

Debido a que el país tiene sus recursos naturales muy limitados, el deterioro ambiental es para todos los sectores de una importancia relevante, por lo que existe una urgente necesidad de orientar sus acciones a modo de evitar que continúe este proceso de degradación ambiental acelerado que existe en El Salvador. A consecuencia de que muchos proyectos de desarrollo han producido efectos ambientales impredecibles e indeseables, se empezó a generar una conciencia entre la población, debido a los conocimientos que han surgido de los estudios y análisis ecológicos que nos han colocado en niveles alarmantes, los cuales a su vez necesitan mecanismos más eficientes para la evaluación de factores contaminantes del medio ambiente.

1.3 ANTECEDENTES SOCIALES.

Los altos índices de contaminación ambiental en el área metropolitana de San Salvador tienen fuertes cimientos en problemas sociales que son parte de la historia de los salvadoreños. Aspectos como la guerra civil que se vivió durante doce años, provocó una migración masiva desde el interior del país hasta la urbe metropolitana, estableciéndose zonas de alta densidad poblacional, las cuales carecían de las condiciones mínimas para el desarrollo de la comunidad; llegando a una contraposición entre la población y el

medio ambiente. Se suscitaron problemas tales como: la tala indiscriminada de árboles, la falta de letrinas y tuberías para la evacuación de aguas negras. Esto provoca un incremento en la contaminación del aire y la proliferación de enfermedades así como el incremento incontrolable de basureros.

Las condiciones sociales del país y la sobrepoblación, crean otro fenómeno altamente destructivo como lo es el desempleo, lo que obligó a gran cantidad de la población a ampararse en un negocio que por mucho tiempo ha sido altamente lucrativo, como lo es la introducción de vehículos traídos de Estados Unidos. Se ha incrementado la circulación de vehículos que tienen más de una década de vida, los cuales en el país de procedencia no aprueban los exámenes anticontaminantes para la circulación. El abaratamiento de los automóviles ha provocado en los últimos años incrementos alarmantes sobre todo en el área metropolitana, lo que provoca sin lugar a duda un incremento de los agentes contaminantes del aire, así como una elevación dañina de los niveles de ruido en muchos puntos de la capital.

El crecimiento desordenado de la ciudad, trajo como consecuencia que gran parte de la zona industrial de la capital esté

mezclada con la zona residencial, creando grandes problemas contaminantes a los habitantes de las mismas.

No existe un compromiso por parte del gobierno y los organismos relacionados, de hacer cumplir las leyes establecidas para regular las emisiones tóxicas de las fábricas y los automotores.

Poco territorio, sobrepoblación y el analfabetismo son factores que agregados a que El Salvador es un país agrícola, contribuyen a la deforestación pues un buen porcentaje de la población utiliza leña como combustible en sus hogares y realiza quema de terrenos con el fin de prepararlos para la siembra.

El medio ambiente ha sido un aspecto de segundo plano para la sociedad salvadoreña, lo cual amenaza el futuro de nuestro país propiciándolos a puntos extremos, como el caso de las ciudades de México y Nueva York entre otras.

1.4 ANTECEDENTES ECONOMICOS.

Desde hace décadas se conocen bien las limitaciones que presentan las medidas convencionales de la actividad económica: el PNB (Producto Nacional Bruto), PIB (Producto Interno Bruto) y el ingreso nacional, por ejemplo, como indicadores del bienestar social.

Recientemente ha aumentado la percepción de que esos indicadores no reflejan con exactitud la degradación del medio ambiente y el consumo de recursos naturales. En términos generales, el PNB puede ser una medida inadecuada de la actividad económica, cuando se producen daños ambientales. En realidad, la definición de un esquema que garantice un sólido y sostenido crecimiento económico en el país todavía está por resolverse. Esta tarea depende no sólo del ámbito económico, sino también del ámbito social.

La contaminación ambiental tiene un precio económico elevado, el cual tiene relación con los efectos que hay en salud de población. Esto trae como consecuencia una reducción en la población laboral debido al alto índice de enfermedades. En la tabla 1.1 se muestran los efectos y el costo económico cuando los límites de calidad del aire son llevados a una concentración de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 (Material Particulado 10) y en la Tabla 1.2 cuando se llevan a los $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ donde se observa un incremento en los costos.

EFECTO EN LA SALUD	CONCENTRACION DEL PM10	POBLACION EXPUESTA	NUMERO DE INCIDENTES		COSTO POR INCIDENTE (¢)	COSTO EN ¢1000	
			ESTIMADO MAS BAJO	ESTIMADO MAS ALTO		ESTIMADO MAS BAJO	ESTIMADO MAS ALTO
Mortalidad	40	1,400,000	376	510	150,500	58,992	76,693
Ingresos en hospitales por problemas respiratorios	40	1,400,000	672	874	875	586	761
Visitas a salas de emergencia	40	1,400,000	13,182	19,180	437.5	5,776	8,391
Días de actividad restringida	40	500,000	1,150,000	1,806,000	61	65,406	102,716
Bronquitis en niños	40	210,000	14,196	19,992	656	9,318	13,116
Ataques de asma	40	70,000	91,280	764,400	17.5	1,601	13,378
Síntomas respiratorios	40	1,400,000	10,248,000	15,344,000	8.75	89,670	134,260
Bronquitis crónica	40	1,400,000	3,427	5,141	656	2,248	3,377
Total	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

Fuente: Estándar de calidad de aire exterior de 50 Ug/m3

Nota: PM10 - Material Particulado de 10 micrometros.

TABLA 1.1 COSTO ECONOMICO ANUAL DE LOS IMPACTOS EN LA SALUD DEBIDO A LA EXPOSICION AL PM10 EN UNA CONCENTRACION DE 40 Ug/m3 EN SAN SALVADOR.

EFECTO EN LA SALUD	CONCENTRACION DEL PM10	POBLACION EXPUESTA	NUMERO DE INCIDENTES		COSTO POR INCIDENTE (¢)	COSTO EN ¢1000	
			ESTIMADO MAS BAJO	ESTIMADO MAS ALTO		ESTIMADO MAS BAJO	ESTIMADO MAS ALTO
Mortalidad	75	3.700.000	1.865	2.525	100,625	187,643	254,100
Ingresos en hospitales por problemas respiratorios	75	3.700.000	3.330	4.329	665	2,213	2,878
Visitas a salas de emergencia	75	3.700.000	65,324	95,044	219	14,289	20,790
Días de actividad restringida	75	1.300.000	5,606,250	8,804,250	35	196,218	308,148
Bronquitis en niños	75	560,000	70,980	99,960	437.5	31,053	43,732
Ataques de asma	75	185,000	452,325	3,787,875	17.5	7,910	66,281
Síntomas respiratorios	75	3.700.000	50,782,500	76,035,000	8.75	222,171	332,648
Bronquitis crónica	75	3.700.000	16,983	25,035,000	437.5	7,428	11,138
Total	*****	*****	*****	*****	*****	668,937	1,039,736

Fuente: Estándar de calidad de aire exterior de 50 Ug/m3

Nota: PM10 - Material Particulado de 10 micrometros.

TABLA 1.2 COSTO ECONOMICO ANUAL DE LOS IMPACTOS EN LA SALUD
DEBIDO A LA EXPOSICION AL PM10 EN UNA CONCENTRACION
DE 75 Ug/m3 EN SAN SALVADOR.

1.4.1 DESARROLLO SOSTENIBLE

En términos de ingreso y producto, en el próximo siglo seremos un mundo mucho más rico, pero con un medio ambiente más pobre.

1.4.1.1 QUE ES DESARROLLO.

Desarrollo es mejorar el nivel de bienestar de las personas, elevar los niveles de vida, mejorando la educación, la salud y la vivienda. El crecimiento económico es un medio esencial para que pueda haber desarrollo, pero en sí mismo es un indicador sumamente imperfecto del progreso. En cuanto a vivienda, El Salvador ha tenido un alto crecimiento habitacional, ya que el índice de urbanizaciones pasó de un 20.5% en 1980 a un 44% en 1993ⁱⁱ. El hecho de que el deterioro del medio ambiente perjudica a las personas, tanto ahora como en el futuro, brinda argumentos adicionales para que se replantee la forma de medir el progreso en nuestro país. Además, las personas que sufren los resultados de ese deterioro pueden ser distintas de las que disfrutan los beneficios del crecimiento económico.

1.4.1.2 QUE ES SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible es un desarrollo que dura. Una preocupación específica es que los que en la actualidad se benefician de los frutos del desarrollo económico puedan quizás estar empobreciendo a las generaciones futuras, como consecuencia de una degradación excesiva de los recursos y la contaminación del medio ambiente. El principio general de lo que ha de ser el desarrollo para ser sostenibles según definición de la Comisión Mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo, es: "Asegurar que se satisfagan las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias".

Una política ambiental adecuada puede hacer que el crecimiento económico a corto plazo disminuya, aún cuando el bienestar aumente.

1.5 SITUACION ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE.

La industrialización, el crecimiento poblacional y el rápido desarrollo tecnológico han tenido un enorme impacto del hombre sobre el medio.

El ambiente natural parecería no tener un valor y ha sido sobre explotado de tal manera que la sostenibilidad a largo plazo de éste se encuentra en serio peligro.

La legislación ambiental y otras medidas han traído para ciertos países considerables progresos en el control de algunas de las alteraciones al ambiente. Sin embargo, a largo plazo falta mucho por hacer, en especial en materia de calidad de aire, donde los consumidores y los productores deben asumir responsabilidad por los daños y la disrupción que se le ocasiona al ambiente.

Actualmente, cuanto más a fondo se estudia el problema de la contaminación del aire, más evidente resulta el hecho de que no podrá ser resuelto por medio de los esfuerzos aislados. Este problema se caracteriza por la complejidad de los factores técnicos, económicos, políticos, sociales, culturales e incluso psicológicos.

Dos décadas atrás se podía hacer alarde del buen aire que se respiraba en todo el territorio de Centroamérica. Hoy esto es parte de la historia de muchas de las ciudades de la región, cuyo perfil ambiental se caracteriza por tener un desarrollo poco organizado, en el que no hay planificación ambiental y la mayor concentración de la población se da en las ciudades donde también convergen actividades industriales y comerciales.

Esta situación ha generado el crecimiento de un problema ambiental mayor con el incremento de la flota de automotores cuyas emisiones alteran la química atmosférica de manera creciente.

Según datos publicados en el décimo Congreso mundial del aire limpio, realizado en Espoo Finlandia, en los meses de Mayo y Junio de 1995, el número de vehículos automotores a nivel mundial para finales de 1994 excedió a los 700 millones, por primera vez en la historia.

En Centroamérica a diferencia de otros países, el problema de la contaminación del aire no es asociado, como tradicionalmente se hace en primer lugar a las emisiones industriales, es más bien un problema ligado a las emisiones del transporte automotor.

Hoy, los países de la región al igual que Estados Unidos identifican al vehículo automotor, como la principal fuente de contaminación. Entre un 60 y un 70% de los contaminantes descargados a la atmósfera tienen su origen en la emisiones automotoras.

A nivel local, este problema se agrava por el ingreso de vehículos usados para los que no hay ningún tipo de control efectivo, en especial en lo referente a las emisiones al aire.

Gradualmente, ante esta problemática, se han dado algunos cambios tendientes a controlar la contaminación del aire. Por ejemplo, desde 1992 en Guatemala se introduce la gasolina sin plomo aplicable

para todo el país sin excepción. Esta tendencia se está poniendo en práctica, con regulaciones diferentes, en otros países. Para algunos países esta medida no se ha dado. La ley de control de emisiones vehiculares se ha implementado para ciertos países y está en proceso de aprobación en otros.

Actualmente, a consecuencia de factores como la necesidad de progreso del país y políticas que no toman en cuenta la contaminación del ambiente y crecimiento demográfico, El Salvador se encuentra en una etapa muy delicada respecto a sus recursos naturales. Existe la gran necesidad de orientar acciones a preservar lo que se tiene y mejorar lo ya deteriorado. Debido a esto han surgido en el país un buen número de asociaciones ambientalistas que luchan por la conservación y mejoramiento del medio ambiente, como por ejemplo SALVANATURA, CESTA, UNES, la creación del nuevo MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, etc.

Hasta el momento hay en El Salvador 131 industrias que contaminan el aire, y de ellas solamente el cinco por cientoⁱⁱⁱ, es decir siete, realizan procesos para el tratamiento de los desechos que producen.

Las organizaciones ecologistas, realizan diferentes pruebas para determinar la contaminación existente en medios físicos, ya sean estos

en clima, calidad del aire, ruidos, Geología, Hidrología, suelos, vegetación, fauna y paisaje. Hoy en día muchas de estas evaluaciones deben realizarse en el lugar con presencia de los investigadores, lo cual produce retrasos en la obtención de los resultados y un costo mayor debido a transporte de personal.

Uno de los contaminantes al cual se le brinda poca importancia, sobre todo debido al acostumbramiento, es el ruido sonoro, el cual es igualmente dañino que la contaminación por smoke, produciendo molestias como: dolores de cabeza, neurosis, estrés, daños permanentes en el tímpano, etc. Algunas de las fuentes más comunes de ruido son: los automotores, maquinarias de fábricas, aglomeraciones de personas, etc.

No existe un control por parte del gobierno ni de las autoridades de seguridad industrial, propias de las empresas, para llevar estos niveles a valores permisibles y no dañinos para las personas. Es indispensable tener conocimiento, así como datos estadísticos, de los niveles de contaminación por ruido en diversos puntos de la capital, para facilitar las medidas de control del problema.

Es necesario un mecanismo que permita obtener esa información sobre agentes contaminantes del ambiente (smoke y ruido) de una manera rápida, precisa y disponible en cualquier momento del día.

1.5.1 PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES.

Principalmente es la población salvadoreña la que ha incidido sobre el medio ambiente, debido a su densidad y sus acciones. La densidad poblacional no es la de mayor importancia en este problema, debido a que existen países de mayor densidad que los 258 Hombre/Km² que tiene El Salvador y sin embargo han mantenido sus recursos naturales e incluso los han incrementado considerablemente.

Pero al existir la alta densidad junto a las acciones negativas de la población sobre los recursos naturales, entonces el problema es mayor más complejo ya que acelera el deterioro de dichos recursos. La calidad de vida de la población, especialmente la salud, están siendo afectadas negativamente, principalmente debido al deterioro de los recursos naturales que han puesto en peligro también la sostenibilidad de las actividades productivas.

1.5.1.1 DEFORESTACION.

La deforestación es un problema que abarca todas las regiones del país. Se considera que solo el 12% del territorio Salvadoreño tiene cobertura boscosa, lo que contrasta con el potencial de uso de las tierras del país que en un 48% son de aptitud forestal y de protección.

Se estima que el 67% de la deforestación sufrida por el país ha ocurrido a partir de la década de los cincuentaⁱⁱ. La deforestación contribuye a la erosión de los suelos, a la pérdida de la infiltración y de retención de las aguas subterráneas, lo que conlleva a más severas inundaciones.

La demanda de vivienda en la zona urbana motiva a los constructores a realizar urbanizaciones masivas en las áreas de cafetales, zonas verdes, faldas del volcán de San Salvador y del cerro de San Jacinto. Las urbanizaciones se han desplazado hasta los núcleos de vegetación que mantienen a los mantos acuíferos y pronto las fuentes naturales como los Chorros en Santa Tecla serán sólo historia. La ignorancia de nuestra gente, la indiferencia de los profesionales y la falta de prevención ecológica en los planes de Gobierno, han contribuido a la minación del recurso forestal en El Salvador.

1.5.1.2 DETERIORO DE LOS SUELOS.

El deterioro de los suelos incluye la erosión, la pérdida de fertilidad y la degradación de su naturaleza física, química y biológica. Cerca de dos terceras partes de las tierras del país están severamente erosionadas. El 75% de la superficie destinada a cultivos anuales se localizan en tierras marginales para esos usos.

A continuación se mencionan los factores en la degradación de los suelos:

- Prácticas culturales inadecuadas:

Dentro de estas las más destructivas son las "quemadas", ya que al ser quemados los restos vegetales, provocan sedimentación de cenizas con alto contenido de toxicidad sobre la superficie.

- Inapropiadas prácticas de mecanización agrícola:

Este es un punto fundamental ya que el uso de maquinaria agrícola mejora los trabajos de siembra, control y cosecha de los cultivos.

- Urbanización:

Otro factor que influye en el actual deterioro del suelo en nuestro país, es la indiscriminada urbanización de las áreas que representaban anteriores zonas verdes. Debido a estos "procesos de desarrollo", se están agotando los mantos acuíferos de nuestro medio ambiente.

1.5.1.3 DETERIORO DE LAS ZONAS DE RECARGA DE CUENCAS

HIDROGRAFICAS Y DE LOS RECURSOS HIDRICOS.

La problemática ambiental de los recursos hídricos se visualiza en términos de pérdida de la disponibilidad del agua, tanto por la disminución en su cantidad como en la calidad. Esta problemática se

debe principalmente al deterioro de las zonas de recarga de las cuencas hidrográficas, la baja eficiencia en el uso de los recursos y la contaminación de las fuentes, reservas y cursos de agua. El deterioro de los suelos y la deforestación están estrechamente relacionados con este problema; a estos factores debe sumarse el deterioro que sobre las zonas de recarga pueda causar el desarrollo de asentamientos humanos, actividades industriales, mineras y en general el desarrollo de infraestructura. Otros factores que influyen sobre el deterioro del recurso desde el punto de vista de la demanda son: el crecimiento poblacional, el desperdicio de recurso en su uso doméstico, industrial y agrícola.

1.5.1.4 DETERIORO DE LOS RECURSOS COSTEROS Y MARINOS.

Los recursos costeros y marinos de El Salvador se encuentran amenazados por la contaminación marina de origen terrestre; los asentamientos humanos en las zonas costeras; la pesca industrial y artesanal mal regulada; el desarrollo desordenado de infraestructura de producción e infraestructura turística; las parcelaciones y el vertimiento de desechos sólidos y líquidos.

En 1989, solamente existían 26,000 hectáreas de manglares en el litoral, en cambio en los 50's existían más de 100,000 hectáreas. La

sedimentación de los esteros ocurren a una velocidad mayor de 500 Ton/Ha/año, disminuyendo la capacidad productiva del ecosistema acuáticoⁱⁱ. La proliferación de parcelaciones turísticas en las playas ha promovido la construcción de viviendas y lugares de recreación a lo largo de la zona de playa que pertenece al estado; en ella se ha construido infraestructura que rompe el equilibrio ecológico de la zona costero-marina. Estas numerosas parcelaciones y otras formas privadas de desarrollo de la tierra, están cambiando rápidamente los esquemas de uso de la tierra a lo largo de la zona costera, y hasta ahora no ha existido ninguna forma de control o zonificación gubernamental.

1.5.1.5 PERDIDA DE LA BIODIVERSIDAD.

La pérdida de la biodiversidad generalmente es causada por el deterioro y fragmentación del hábitat, la sobre explotación de los recursos vivos y la contaminación. El nivel de la biodiversidad es un indicador de la integridad funcional o "salud" del ecosistema. La rápida degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos pone en serios riesgos la biodiversidad biológica que contienen. En El Salvador, el continuo deterioro que actualmente se produce sobre la diversidad de especies y ecosistemas, limita las opciones para su utilización sostenible por la población y puede limitar alternativas económicas en el futuro.

1.5.1.6 CONTAMINACION ATMOSFERICA.

La contaminación de aire es la presencia en la atmósfera de una o más sustancias o sus combinaciones, en cantidades suficientes y con tal duración que sean o puedan afectar la vida de los humanos, los animales y las plantas.

La contaminación del aire está presente en las grandes ciudades, debido a la intensa actividad industrial y flujo vehicular que se refleja en el elevado consumo de energía. Además de los procesos industriales y vehículos automotores existen condiciones naturales que también aportan parte de la contaminación.

Cuándo ocurre la combustión perfecta o teórica en los vehículos automotores, el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, bióxido de carbono y vapor de agua. Sin embargo las impurezas del combustible, una incorrecta relación entre el combustible y el aire, o temperaturas de combustión demasiado altas o demasiado bajas son causa de la formación de productos secundarios tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas finas e hidrocarburos no quemados, todos ellos contaminantes del aire.

En El Salvador un gran porcentaje de los buses de transporte colectivo, expelen humo, en cantidades tan grandes, que sugieren una

alta responsabilidad de los mismos en la incidencia de enfermedades de la población frecuentemente expuesta. Esta contaminación y la de las emisiones industriales hacia la atmósfera, requieren de equipo especial para su medición, por lo que no se conoce certeramente la magnitud del problema de contaminación causado.

Aunque no existen estudios epidemiológicos de base, para señalar como agente causal a la contaminación atmosférica, las estadísticas de salud muestran una tendencia rápidamente ascendente de las enfermedades respiratorias, sobre todo en los infantes.

Otro impacto de la contaminación atmosférica en la colectividad, se refleja en las constantes denuncias y reclamos de la ciudadanía para que se regulen éstas emisiones, existiendo una situación de malestar y frustración, al no resolverse el problema. Este tipo de contaminación tiene impacto especialmente en el área metropolitana. En las zonas rurales, la contaminación atmosférica se presenta en la época de "rozas" o quema de rastrojos agrícolas. La emisión de humo y ruido, hace además que la ciudad presente un aspecto sucio y desagradable, lo que es un factor evidente de una disminución de la calidad de vida.

No existe una política para manejar la contaminación atmosférica, consecuentemente no existen planes ni programas para manejar este problema.

El marco legal regulatorio insuficiente, aunado a la falta de definición de la responsabilidad o competencia entre el Ministerio de Salud Pública, la Sub-dirección General de Tránsito, la Dirección de Transporte y el Ministerio de Obras Públicas, ha hecho que algunas iniciativas para corregir este problema no hayan sido efectivas.

En el sector transporte, la calidad de los combustibles, no se verifica y aunque se promueve el uso eficiente de la energía, no se han desarrollado mecanismos de evaluación, que al hacer más eficiente las combustiones, disminuyan la producción de contaminantes.

El sector industrial no ha sido incorporado formalmente, en un plan de eficiencia y reconversión industrial, que al mismo tiempo que traiga mejoras a la productividad, mejore las condiciones ambientales.

Es notable la falta de mecanismos de regulación y normas específicas, como la baja capacidad de aplicación de la escasa legislación sobre emisiones atmosféricas. Esto evidencia que es necesario fortalecer adecuadamente los instrumentos jurídicos y las instituciones encargadas de normar las emisiones contaminantes.

Una de las primeras acciones a realizar debe ser actualizar la información de forma que incluya la evaluación de fuentes de emisión y cuantificación de impactos.

Los agentes emisores de contaminantes del aire no pagan por la "externalidad" negativa que ellos causan. Esto hace que los incentivos para disminuir su contaminación sean menores que los apropiados, si se toma el punto de vista de las personas afectadas o de manera equivalente, el punto de vista social.

1.5.2 PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES DEL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR.

1.5.2.1 LA CONTAMINACION DEL AIRE.

En El salvador existe un alto grado de contaminación que proviene del sector transporte por lo que es necesario mencionar los distintos agentes que la producen, a continuación se presentan los principales contaminantes del aire por la actividad automotora:

- **MONOXIDO DE CARBONO:**

Es un gas incoloro e inodoro que se produce por la combustión incompleta de combustibles que contienen carbón.

Este contaminante reduce la capacidad de transporte de oxígeno a las partes vitales, afectando principalmente el sistema cardiovascular y nervioso. Bajas concentraciones han generado efectos adversos en personas con problemas cardíacos y una disminución en la capacidad de ejercitarse entre individuos jóvenes y hombres sanos. Altas concentraciones causan visiones borrosas, dolor de cabeza y fatiga. El Monóxido de Carbón (CO), puede elevar las concentraciones en la tropósfera del ozono y del metano.

- **DIOXIDO DE NITROGENO:**

La principal fuente de emisiones se dá por los procesos de combustión tanto de fuentes móviles como estacionarias. La formación de un $\text{NO} + \text{NO}_2$, se da por la combinación de $\text{O}_2 + \text{N}_2$ a altas temperaturas cercanas a los 1100°C . Es considerado como uno de los principales precursores de la lluvia ácida de las zonas urbanas e industrializadas.

Las emisiones del NO_2 provenientes de vehículos y otras fuentes, producen una variedad de efectos adversos en la salud y el ambiente.

Las exposiciones directas a este contaminante incrementa la susceptibilidad a infecciones respiratorias, disminuyen la eficiencia respiratoria y su función pulmonar en asmáticos. Exposiciones cortas a NO_2 han tenido como resultado un amplio rango de problemas respiratorios en niños de edad escolar como la tos, resfriados, irritación de garganta, entre otros, son los más comunes.

- **OZONO.**

Es uno de los constituyentes menores en la atmósfera de la tierra y las concentraciones son variables según la altitud. El ozono en la atmósfera es formado en los procesos fotoquímicos, actúa como filtro de las radiaciones ultravioleta permitiéndolo prevenir el ingreso de los rayos más peligrosos para el medio ambiente y el hombre. Además de tener una función protectora juega un papel muy importante a nivel de la temperatura de la tierra, por lo que es considerado como uno de los gases del efecto invernadero. En la tropósfera el ozono es formado por el ciclo fotoquímico, donde los precursores del dióxido de nitrógeno e hidrocarburos son provenientes principalmente de las emisiones vehiculares. El ozono ataca la salud humana, es un contaminante que provoca irritación de los ojos, el tracto respiratorio y reducción de las

funciones respiratorias. También el ozono puede afectar drásticamente la vegetación, incluso destruir biotipos importantes para la biodiversidad.

La medición durante la época de invierno del ozono, no pareció ser justificable debido a que normalmente, las concentraciones de oxidantes fotoquímicos comienzan a aumentar a partir de la época seca y deben medirse en las afueras de la ciudad, teniendo en consideración la dirección de los vientos.

- **HIDROCARBUROS VOLATILES (BENCENO, TOLUENO Y NILENO).**

La importancia ecológica de estos contaminantes, así como otros hidrocarburos volátiles ha ido en aumento continuo durante esta última década. Esto se debe en parte a que las posibilidades, en lo que respecta a toma de muestras y análisis han mejorado en forma notable.

Otro motivo del por qué de este aumento de interés, en relación a estas sustancias, es originado por el continuo crecimiento de las concentraciones de ozono troposférico, asociado a las altas concentraciones de hidrocarburos volátiles. Este aumento del ozono troposférico origina pérdidas significativas de la producción agrícola.

Un tercer motivo es indudablemente la relación que existe entre los hidrocarburos volátiles ligeros y el Nox con respecto a la salud.

Estudios epidemiológicos indican claramente el efecto sinérgico de estos contaminantes (en conjunto con otros contaminantes tales como el Sox, aerosoles, etc.), afectando principalmente a ancianos, niños y personas con problemas asmáticos, alérgicos, etc.

A nivel mundial, la información que se tiene en la actualidad de estos contaminantes es insuficiente, debido a que las emisiones provenientes, tanto de fuentes móviles, como fijas, han sido incorrectamente valoradas, especialmente en lo que se refiere a la combustión doméstica (por ejemplo de leña y carbón). El hecho de que las fuentes de emisión de los hidrocarburos volátiles sean múltiples, dificulta en parte el análisis de los resultados.

- **BENCENO.**

El benceno es un líquido incoloro con una densidad de 0.87 g/cm³ (a 20°C.) y un punto de ebullición de 80.1°C. Es un constituyente de la gasolina que se evapora durante los procesos de combustión incompleta.

Las concentraciones de benceno en la atmósfera, se encuentran en el rango de 3 a 16 µ g/m³ (10 a 50 ppb). Estos niveles son mayores en zonas metropolitanas, así como en regiones cercanas a plantas industriales, procesadoras de petróleo, etc. Se ha establecido una alta

relación de riesgo para la salud, a consecuencia del benceno (cáncer y anemia en sus diferentes manifestaciones). A raíz de esto, no existe un nivel de concentración recomendable para el benceno ambiental, dado su carácter carcinógeno (de ahí la dificultad de establecer un límite de seguridad para el contaminante). No obstante, en concentraciones ambiente de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se estima que el riesgo de leucemia es de 4×10^{-6} .

- **TOLUENO.**

El tolueno es un líquido volátil, no corrosivo, de poca solubilidad en agua. Sus principales fuentes de producción incluyen: las operaciones de refinación de petróleo, quema de carbón, así como la producción de otras sustancias químicas tales como el estireno. Se utiliza ampliamente para la producción de pinturas, tintas, adhesivos, componentes de productos cosméticos, como también en la fabricación de otros productos químicos. Su tiempo de vida en la tropósfera está en dependencia con la concentración de radicales hidroxidos, pudiendo variar su tiempo de vida desde varios meses (en el invierno) a unos pocos días (durante el verano). Se recomienda una concentración límite no superior a $0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para fondo regional al cuál sea expuesta toda la población. Se ha detectado en países como

Chile que las concentraciones de este contaminante en zonas residenciales es muy alta. Se ha establecido que exposiciones a diferentes concentraciones de tolueno provocan diversos efectos en las personas, tales como: fuerte fatiga, insomnio, confusión, pérdida de control sobre si mismo, pronunciadas náuseas, etc. No existe, hasta hoy información relacionada con la incidencia de cáncer en los seres humanos, por la acción del tolueno.

- **MATERIAL PARTICULADO.**

Se puede decir también que el material particulado en la atmósfera, representa una compleja mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas. Este puede ser encontrado en el aire ambiental, polvo, humo y otros aerosoles. El material particulado suspendido (TPS) puede tener origen antropogénico o natural. Fuentes directas de TPS incluyen la combustión de materiales fósiles para la generación de energía, calefacción y transporte, construcción y actividades industriales, erosión de suelos, incendios forestales, erupciones volcánicas y polen. Las TPS pueden aparecer como aerosoles secundarios producto de las transformaciones de contaminantes gaseosos emitidos por fuentes de combustión (por ejemplo, plantas energéticas y automóviles) o fuentes

naturales como el bosque. Las partículas pueden ser el resultado también de la condensación de elementos volátiles y de ciertas especies en la atmósfera.

De acuerdo a la masa y la composición, éstas se dividen en dos principales grupos: partículas mayores de $2.5\mu\text{m}$ y las partículas menores de $2.5\mu\text{m}$. La composición química de las partículas menores de $2.5\mu\text{m}$ consiste en gran parte en sulfatos, los que contienen una gran cantidad de iones H^+ , de ahí su acidez y por consiguiente sean de gran interés en relación a la salud. Estas partículas son producto de la combustión, condensación de sustancias orgánicas, vapores metálicos, etc.

El otro tipo de partículas (mayores de $2.5\mu\text{m}$) por lo general se encuentran en: materiales de la corteza terrestre, así como polvo remitido de caminos y emisiones de industrias y automóviles. Estas partículas varían en términos de composición, morfología (tamaño y forma), parámetros ópticos (como el color) y las características eléctricas (carga, resistencia).

Las partículas no esféricas son clasificadas en términos de su diámetro aerodinámico. Para poder describir los límites de exposición al ser humano, de acuerdo a la complejidad del material particulado y a la importancia del tamaño de las partículas, han surgido una serie de términos. Algunos de ellos se han derivado de los métodos de

colección de éstos, tales como material particulado en suspensión, partículas totales en suspensión, humo negro, etc. Otros términos se refieren al sitio de deposición en el tracto respiratorio, como por ejemplo: respirables, inhalables, partículas torácicas que primariamente se depositan en el bajo tracto respiratorio. Otros términos como el PM10, que se refiere al material particulado que posee un diámetro de $10\ \mu\text{m}$, están asociadas con la eficiencia de colección del instrumento.

Para la exposición de material particulado en suspensión, la norma establece $240\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ para períodos de 24 horas y $80\ \text{[EALS]}\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, para períodos anuales.

Las principales partículas suspendidas son:

- Compuestos orgánicos naturales: polvo, cenizas, hollín, polen, excrementos.
- Compuestos sintéticos: cemento, asbesto.
- Metales pesados: plomos, cadmio, cobre.

A continuación, se muestra en la Tabla 1.3 las diferentes fuentes de contaminantes del aire en San Salvador.

CONTAMINANTES	FUENTE ANTROPOGENICA	FUENTE NATURAL
Dióxido de azufre	Combustión de carbón y petróleo, cocido de minerales sulfurados.	Emisiones volcánicas.
Acido sulfhídrico	Procesos químicos.	Actividad Volcánica, descomposición de materia orgánica.
Monóxido de carbono	Combustión, especialmente automotor.	Incendios forestales y reacciones de terpenos.
Dióxido de carbono	Combustión.	Descomposición.
Oxido de nitrógeno	Por la aplicación de fertilizantes nitrogenados.	Acción biológica en los suelos.
Amoníaco	Tratamiento de desechos.	Descomposición biológica.
Hidrocarburos	Combustión, escape, procesos químicos.	Procesos biológicos.
Plomo	Aditivo de gasolina, insumos agrícolas, industria.	
Ozono		Reacciones fotoquímicas de contaminantes primarios.
Polen		Emisión de vegetación.
dióxido de azufre		Emisiones volcánicas.

TABLA 1.3 FUENTES DE CONTAMINANTES DEL AIRE.

1.5.2.2 CONTAMINACION POR RUIDO.

Aunque de diferente naturaleza que las contaminaciones anteriormente reseñadas, el ruido, particularmente intenso en las aglomeraciones urbanas e industriales, suele incluirse entre las agresiones que tienden a perturbar el equilibrio psicológico del hombre. Las estadísticas muestran que el 25% de las neurosis se deben a él y que un 20% de la población internada en hospitales psiquiátricos es víctima de este azote de la vida moderna.

El ruido se define como el conjunto de vibraciones sonoras que hieren el tímpano y sus efectos fisiológicos están en función de la intensidad, medida en decibelios. Para hacerse una idea de lo que supone esta unidad de intensidad sonora, se indican, a continuación, en la Tabla 1.4, algunas intensidades registradas.

FUENTE SONORA	DECIBELIOS
Conversación en voz baja.	40dB
Receptor de radio o TV a todo volumen.	75dB
Arranque de un camión.	90dB
Moto con escape libre.	115dB
Despegue de un avión.	125dB

TABLA 1.4 INTENSIDAD SONORA DE ALGUNAS FUENTES DE RUIDO.

La percepción constante de ruidos hasta el límite de unos 100dB constituye un importante factor de fatiga física. Por encima de este nivel se sitúa ya el umbral del dolor, con posibilidad de producirse lesiones de oído. Más allá de los 150dB existe el peligro de traumatismos de carácter irreversible.

La lucha contra el ruido se basa en la elaboración de una normativa adecuada que ha de respetarse sin fallo. Las autoridades deben exigir más rigurosamente su cumplimiento y no tolerar las señales sonoras de los vehículos ni el escape libre en las motocicletas, prohibido en todas las ciudades. Si no se observan los preceptos dictados, la población, sometida a un nivel de molestias auditivas, que con frecuencia sobrepasa el límite de lo soportable, correrá un serio peligro. Otra protección necesaria contra este mal sería el aislamiento sonoro en las viviendas colectivas, como se hace en los países más avanzados. Existen para ello soluciones técnicas casi perfectas, pero tropiezan con el desmedido afán de lucro de los constructores que no están dispuestos a pagar el alto precio de la insonorización.

El ruido plantea un problema a causa de las características mismas de la civilización actual y del progreso tecnológico que se acelera sin cesar. Alcanza en las poblaciones un nivel que sobrepasa indiscutiblemente los 80dB y produce un cansancio muy perjudicial para

el ser humano. Se tiene luchar contra este mal mediante una reglamentación que permita suprimirlo en la medida de lo posible, porque en el siglo XX, todo es ruidoso en la vida diaria, y los aparatos que provocan esta molestia (tocabiscos, receptores de radio, televisores, motocicletas, automóviles, aviones, electrodomésticos, máquinas, etc.) son altamente apreciados por una sociedad que ha convertido el ruido en tóxico social, como puedan ser el alcohol o el tabaco. De este modo, el hombre, al no saber soportar el silencio, se está encaminando a pasos agigantados hacia su propia destrucción.

En el área de San Salvador han sido realizadas mediciones esporádicas no formales sobre algunos niveles de contaminación por ruido. Estas han sido hechas en diferentes sectores como lo son el comercial, industrial y urbano, las cuales son mostradas en las tablas 1.5, 1.6 y 1.7 de "Resultados de muestreo del ruido en el área de San Salvador".

DIA	HORA	LUGAR	dB (A)	
			mínimo	máximo
3/4/89	9:00 AM	Calle Arce, entre 4a Av. N. y Av. española	80	105
4/4/89	3:00 PM	1a. Calle Pte. entre 5a. y la 1a. Av.	75	100
4/4/89	3:00 PM	4a. Calle Pte. entre 5a. y 1a. Av. Sur	75	15
20/4/89	10:00 AM	Metrocentro	60	80
17/4/89	2:00 PM	Metrocentro.	60	70
17/4/89	2:00 PM	Metrocentro. Boulevard de los Héroes entre Calle Gabriela Mistral y Avenida Los Andes.	70	85

TABLA 1.5 MUESTREO DEL RUIDO EN ZONAS COMERCIALES DE SAN SALVADOR.

DIA	HORA	LUGAR	dB (A)	
			mínimo	máximo
18/4/89	10:00 AM	Paseo General Escalón.	55	75
7/4/89	10:00 AM	49 Av. Sur entre Alameda Roosevelt y Boulevard Venezuela.	70	80
25/4/89	10:00 AM	Avenida Bernal entre Calle Constitución y Calle San Antonio Abad.	65	75
31/3/89	2:00 PM	29 Calle Pte. entre 19a. y 25 Av. Nte.	75	85
21/4/89	2:00 PM	Autopista Sur.	75	85

TABLA 1.6 MUESTREO DEL RUIDO EN ZONAS RESIDENCIALES DE SAN SALVADOR.

DIA	HORA	LUGAR	dB (A)	
			mínimo	máximo
3/4/89	8:00 AM	Boulevard del Ejercito Nacional	80	105
4/4/89	10:00 AM	Boulevard del Ejercito Nacional	80	105
11/4/89	11:00 AM	Calle Gerardo Barrios y 25 Avenida Sur	70	100
21/4/89	3:00 PM	Boulevard del Ejército Nacional	80	105

TABLA 1.7 MUESTREO DEL RUIDO EN ZONAS INDUSTRIALES DE SAN SALVADOR

1.5.3 CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR.

Los contaminantes afectan la salud, destruyen la vegetación e inhiben la calidad de vida en general. Los efectos de los contaminantes sobre la salud humana están relacionadas directamente con el estado de salud del individuo, su edad, su condición genética y el grado de exposición a un determinado contaminante. También juega un papel importante el efecto cinérgico de los contaminantes sobre el individuo, el ecosistema o medio receptor. Estudios desarrollados en varios países evidencian la relación entre los efectos de la contaminación sobre la salud, rendimiento laboral, productividad y la economía de los países afectados por la contaminación del aire.

En El Salvador la contaminación atmosférica se pudo medir en el período 1970-1982, a través de la RED PANAMERICANA DE MUESTREO DEL AIRE (REDPANAIRE), con el apoyo de la OPS (Organización Panamericana de la Salud). A partir de 1982, la red fue abandonada^{iv}

Las mediciones efectuadas en al Area Metropolitana de San Salvador, mostraron una clara tendencia ascendente para las partículas suspendidas presentes en el aire, las cuales están constituidas principalmente por partículas provenientes de la combustión en vehículos, fábricas, quemas agrícolas e incineración de la basura.

Además, las concentraciones medidas son mayores que el nivel considerado como referencia de aire limpio (para la REDPANAIRE: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

El anhídrido sulfuroso, que es un gas corrosivo producido por combustible que contienen azufre, es causante de irritación en las mucosas y tejido conjuntivo. Este contaminante presentó una tendencia ascendente, pero con una pendiente de crecimiento mucho más conservadora que la de partículas suspendidas y con concentraciones muy por debajo del valor de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, considerado como el límite permisible. Las zonas industriales no presentaron concentraciones mayores a las encontradas en el área urbana.

El monóxido de carbono incluso en cantidades muy pequeñas es sumamente dañino, la sangre lo absorbe de los pulmones en lugar de oxígeno por lo que el cuerpo recibe menos cantidad de oxígeno de la necesaria. El resultado es una pérdida de capacidades físicas y mentales, trastornos cardiovasculares y respiratorios.

El exceso de bióxido de carbono produce irritación y enfermedades en las vías respiratorias y enfermedades cardiovasculares.

Otro agente que contribuye a crear smoke en las ciudades es el óxido de nitrógeno el cual produce pulmonía, bronquítis e irritaciones. Además el óxido de azufre irrita el sistema respiratorio produciendo problemas pulmonares, bronquítis crónica y también daños cerebrales. Este también al oxidarse y combinarse con agua forma el ácido sulfúrico que es el principal componente de la lluvia ácida, la cual corroe los metales, daña las plantas y destruye los bosques tropicales.

El ozono provoca ciertos dolores de cabeza, tos, resequedad en la garganta e irritaciones en las conjuntivas.

Las partículas suspendidas causan alergias, pérdidas de elasticidad en los alveolos pulmonares y enfermedades respiratorias.

El plomo junto al mercurio, el cadmio y el cobre, presentan altos riesgos para la salud pues producen alteraciones y disfunciones cerebrales, digestivas y nerviosas. El cadmio causa lesiones renales, cáncer y problemas en los huesos.

De las actividades desarrolladas por el hombre; el transporte motorizado es el mayor causante de la contaminación ambiental. Primero por ser un gran consumidor de oxígeno, el cual llega a ser un tercio del consumido por la industria. Podemos mencionar como ejemplo, un automovilista que recorre 15,000 Kmts en un año, consume

en la combustión de la gasolina de su vehículo el equivalente a lo que consumen 30 personas a pie. El combustible diesel es principalmente utilizado por los buses, camiones y equipo pesado. Aunque ellos no contengan plomo, emiten una mayor cantidad de sulfuro que la gasolina, lo que además produce grandes cantidades de humo negro.

En El Salvador, el 92% del combustible necesario para el calentamiento y procesos de cocimiento en las áreas rurales es la madera o leña, en donde vive el 55% de la población^v. La consecuencia de esta mala práctica es la indiscriminada deforestación, lo que coloca al país como uno de los más afectados en este aspecto en Latinoamérica. Debido a que las mujeres a menudo mantienen a sus niños cerca de la lumbre, lo que los expone al riesgo de sufrir altas incidencias de pequeñas infecciones respiratorias. Los datos del gobierno indican que las causas de mortalidad en los niños de escasa edad (1 - 5 años) son: las infecciones respiratorias, la diarrea y la deshidratación. Las primeras, tienen el 18.6%, como causa primaria de la muerte de los niños y el 9.1% como causa secundaria, como se muestra en la tabla 1.8. La tabla 1.9 muestra un cuadro comparativo de las infecciones respiratorias con otras causas de mortalidad en la infancia.

CAUSA DE MUERTE	CAUSA PRIMARIA	CAUSA SECUNDARIA	TOTAL COMBINADO
Infecciones respiratorias	18.60%	9.10%	27.70%
Bajo peso al nacer y prematuridad	14.60%	4.70%	19.30%
Traumas al nacer y asfixia	7.60%	7.60%	15.20%

TABLA 1.8 CAUSAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE MORTALIDAD INFANTIL EN EL SALVADOR

CONTAMINANTE	EFFECTOS POTENCIALES SOBRE LA SALUD HUMANA
OZONO	Causa problemas significantes sobre la salud humana y la vegetación. Puede irritar el tracto respiratorio, impedir el funcionamiento del sistema pulmonar generando dificultades para respirar, irritación de la garganta, dolor del pecho, tos, inflamación de pulmón y posible susceptibilidad a infecciones pulmonares. Reduce la productividad agrícola, afecta el bosque y otras plantas. Este es considerado el contaminante más peligroso para la vida de las plantas.
MONOXIDO DE CARBONO	Reduce la capacidad de transporte de oxígeno a las partes vitales, afectando principalmente el sistema cardiovascular y nervioso. Bajas concentraciones han generado efectos adversos en personas con problemas cardiacos y una disminución en la capacidad de ejercitarse entre individuos jóvenes y hombres sanos. Altas concentraciones causan visión borrosa, dolor de cabeza y fatiga.
BIOXIDO DE NITROGENO	Uno de los mayores contaminantes que genera el smoke y uno de los precursores de la lluvia ácida. Puede afectar la vegetación y el ser humano cuando las concentraciones son suficientemente altas. En niños es capaz de causar un incremento en las enfermedades respiratorias, en asmáticos puede causar un incremento en su dificultad para respirar.
MATERIAL PARTICULADO	Las partículas microscópicas pueden afectar la capacidad para respirar, incrementa las enfermedades respiratorias, dañan los pulmones y posiblemente inciden en las muertes prematuras. Daña pinturas y reduce la visibilidad entre otros efectos.
PLOMO	Elevadas concentraciones pueden generar efectos adversos sobre el desarrollo mental, los riñones y la química de la sangre. Los niños son particularmente los que se enfrentan a este riesgo por la ingestión y el incremento en la sensibilidad de la piel y otros organos al plomo.

TABLA 1.9 EFECTOS EN LA SALUD DEBIDO A LOS PRICIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE.

1.6 ANTECEDENTES SOBRE TELEACCION.

1.6.1 RED DE TELEACCION Y FUNCIONES QUE DESEMPEÑA.

Se Define Teleacción como el conjunto de actividades que involucra medición de variables, control y supervisión de alarmas a distancia; denominadas como Telemetría, Telecontrol y Telesupervisión respectivamente.

Telemetría (telemedición) puede ser definida como una medición del valor instantáneo de una variable a distancia. Es el proceso de obtener datos de algún fenómeno en particular sin presencia del monitoreo humano. Como ejemplos de telemetría podemos mencionar: la medición de potencia radiada de un radio transmisor en una base repetidora, la temperatura de una sala de equipos desatendida, la tasa de error recibida por un multiplex , valores de presión, etc.

Telecontrol puede ser definido como el proceso de controlar a distancia el valor o punto de operación de una variable de salida en una estación o base desatendida. Podemos mencionar los siguientes ejemplos: encender o apagar los motores generadores de una estación en caso de falla en la red comercial, controlar el valor de presión que debe haber en una guía onda por medio de la fijación de

puntos de operación de un presurizador, encendido y apagado de lámparas, etc.

Telesupervisión de alarmas a distancia es un proceso que consiste en la lectura de alarmas de dos estados o condiciones (ALARMADO o NO ALARMADO, ENCENDIDO o APAGADO, etc.) en estaciones remotas. Algunos ejemplos de esta función son: red comercial fallada, red comercial operando, impresor deshabilitado, transmisor alarmado, etc. Casi siempre este tipo de alarmas consiste en leer el estado de los contactos de un relé.

La función principal de la Teleacción es definitivamente la Telemetría. Es importante definir claramente este término así como sus ventajas, sobre todo cuando se habla de una Telemetría Inalámbrica.

POR QUÉ ELEGIR TELEMETRÍA INALÁMBRICA?

En la figura 1.1 se muestra un sistema general de telemetría. Esta es una solución muy práctica, ya que se pueden obtener ciertas ventajas, tales como: Se cubren largas distancias y se obtiene movilidad (reubicación) de los equipos involucrados.

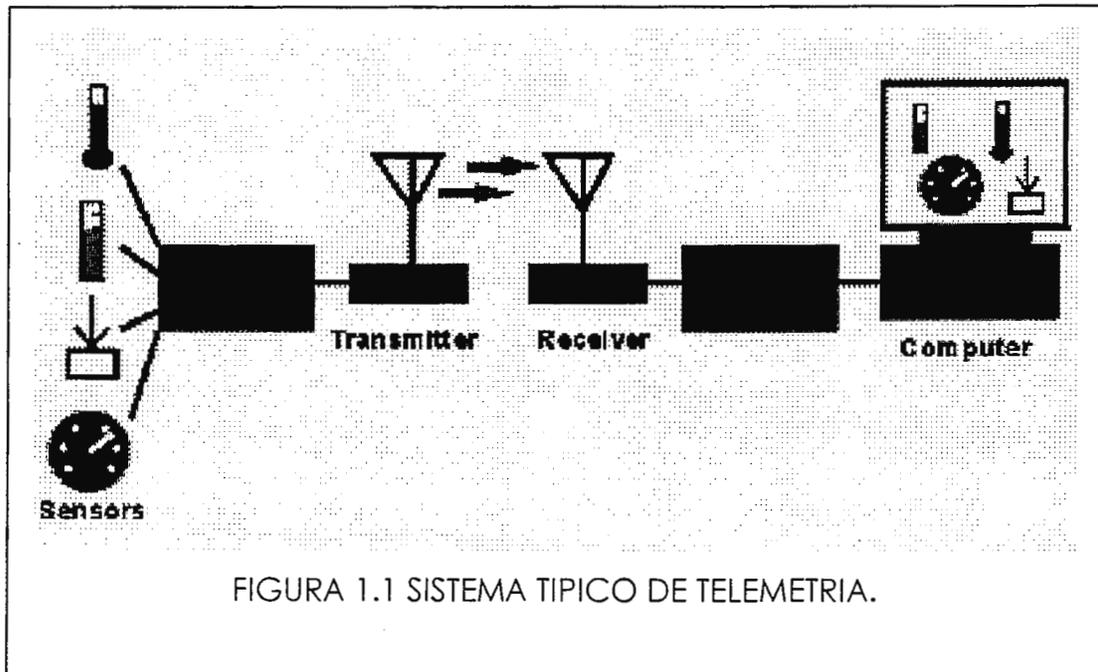


FIGURA 1.1 SISTEMA TIPICO DE TELEMETRIA.

Es una solución efectiva de bajo costo, ya que representa presupuestos menores respecto a la instalación de cables. No es necesario incurrir en costos secundarios, tales como abrir caminos o el mantenimiento de piezas de cable.

Adquisición de datos de una forma eficiente y sin pérdidas de tiempo, permitiendo detectar fallas casi de inmediato (tiempo real). Permite la realización y utilización de bases de datos, las cuales ayudan eficientemente a la toma de decisiones.

Facilidad en la planeación y diseño. Provee una reducción de los costos de mantenimiento.

En cuanto a la tecnología inalámbrica, podemos decir que reduce costos respecto a los cables, sobretodo a largas distancias.

Existe una gran facilidad para reubicar equipos ya que no es necesario colocar nuevos medios de transmisión.

Tipos de datos que se pueden manejar en Telemetría:

- Datos digitales (ENCENDIDO o APAGADO, niveles discretos). por ejemplo en control de interruptores (de nivel, de seguridad, de alarmas, etc.).
- Datos Analógicos. Por ejemplo señales continuamente variando en el tiempo, transductores, datos de presión, temperatura, flujo, etc.
- Señales y pulsos digitales. Por ejemplo se pueden enviar datos de consumo de flujo, consumo de gas y de energía, etc.

Entonces, se define una red de teleacción como un sistema que involucra la transmisión de información entre elementos terminales y un centro de control, donde la información intercambiada lleva como objetivo permitir ejecutar las actividades de teleacción (telemetría, telecontrol y telesupervisión de alarmas).

1.6.2 APLICACIONES DE LAS REDES DE TELEACCION EN EL SALVADOR.

Hoy en día existe una gran cantidad de aplicaciones para la teleacción, se mencionan también para aplicaciones específicas, como la radio telemetría y radio teleacción, alrededor de todo el

mundo. El Salvador no es la excepción, la teleacción (y en especial la telemetría) es muy utilizada, y cada día hay aplicaciones mas complejas. Además aún existen muchas aplicaciones más que pueden llevarse a cabo para solventar necesidades que posee la sociedad.

A continuación se presentan algunos proyectos y empresas que incorporan la teleacción, y sobre todo la telemetría, como parte de sus sistemas:

- Sistema de información meteorológica (S.I.M.) PROCAFE.
- Teleacción en estaciones terminales y repetidoras de ANTEL.
- Teleacción en red de comunicaciones de_[w2] COCESNA.

A continuación se realiza la descripción de los proyectos antes mencionados:

Sistema de información meteorológica. PROCAFE :

Este proyecto, el cual ya se encuentra en funcionamiento, consiste en la captura y manejo de información meteorológica por medio de una red de siete estaciones automáticas situadas estratégicamente en las zonas cafetaleras del país, las cuales son: Juayúa, el Boquerón, volcán de San Vicente, Ciudad Barrios, volcán

Chaparrastique, Jayaque y Chalchuapa. Esta red de estaciones registra información de los siguientes parámetros:

1. Temperatura.
2. Humedad relativa.
3. Irradiación solar.
4. Velocidad y dirección del viento.
5. Intensidad y cantidad de precipitación.
6. Mojadura del follaje.

Las estaciones toman lecturas de los diferentes sensores para la medición de parámetros cada 10 segundos, las 24 horas del día, durante todo el año. Los datos recolectados son transmitidos vía telefonía celular y luego son resumidos en diferentes tipos de informes.

Toda esta información es útil para la planificación de actividades en fincas, determinación de ataque de plagas y enfermedades dependientes de la temperatura, humedad del aire y mojadura de follaje, aplicación de fertilizantes y plaguicidas, también para determinar evaporación de agua residual, energía solar aplicada al secado del grano de café, etc.

Sistemas de teleacción utilizados en ANTEL :

Los sistemas de teleacción son bastante utilizados actualmente en ANTEL, pero de una forma limitada en sus aplicaciones. Se utiliza bastante la telesupervisión, y en cambio se ocupa muy poco el telecontrol y la telemetría. Actualmente, casi todas las estaciones de telecomunicaciones que se encuentran en el país poseen circuitos especializados que supervisan las estaciones. Estos circuitos realizan una telesupervisión, es decir, una lectura de alarmas y de condiciones de equipos. Estas alarmas son enviadas vía una red de comunicación especial hasta un centro especializado que se encarga de decodificarlas. Este lugar se encuentra en la central centro de ANTEL, en San Salvador.

En cuanto a las redes que manejan esta información, se habla de cinco: La ruta alterna del sur (equipo marca NEC), la ruta del KFW (Ruta de comunicaciones por fibra óptica marca SIEMENS), la red nacional (equipo marca NEC), la red regional centroamericana (equipo marca NEC y ALCATEL) y la ruta de transporte (equipo marca ALCATEL) . Todos estos equipos tienen la facilidad de la telesupervisión de alarmas (ampliamente usado), del telecontrol (uso limitado) y sólo el equipo de la ruta alterna del sur tiene la capacidad de la telemetría (uso limitado).

Todos estos equipos pertenecen al área de transmisión y son sumamente costosos debido a las aplicaciones tan complejas para las que son usados.

En ANTEL, las plantas telefónicas que actualmente están instaladas tienen la capacidad de telesupervisar y telecontrolar; pero solo algunas explotan esta ventaja (en especial las del área metropolitana).

Sistema de teleacción en la red de comunicaciones OKI de COCESNA :

En este sistema de red de transmisión de datos y voz, se aplican los servicios de telesupervisión y telecontrol . Dentro de los items de Telecontrol podemos mencionar un lazo remoto de prueba y encendido-apagado de plantas de emergencia que funcionan a base de combustible.

Los aspectos de telesupervisión son varios, entre los que se puede mencionar:

1. Encendido y apagado de transmisores-receptores.
2. Alarmas de fuentes de equipos de transmisión y recepción.
3. Supervisión de señal de entrada PCM (Modulación por impulsos codificados).

4. Alarmas de equipos multiplex de primer y segundo orden.
5. Alarmas de Dropping Cerv.(Derivadores de corriente).
6. Estado de rectificadores.
7. Control de luces de torre.
8. Supervisión de tanque principal de combustible.
9. Supervisión de operación con energía eléctrica comercial ó generadores.

Estos sistemas de Telesupervisión y Telecontrol, son aplicados para los diferentes sitios de la Red de comunicaciones de COCESNA en El Salvador; tales como son El Boquerón, Cerro El Pacayal, Aeropuerto de Ilopango y Aeropuerto Internacional de El Salvador. Esta Red es a nivel centroamericano, por lo que los sistemas de Teleacción son aplicados dentro de cada país, en los diferentes sitios en que se encuentran estos equipos. La Telesupervisión y Telecontrol lo realiza el equipo Maestro de la Red OKI en cada país de Centroamérica, estando para El Salvador, el equipo maestro ubicado en el Aeropuerto de Ilopango.

Actualmente los sistemas de teleacción están tomando un gran auge tanto en El Salvador como en otros países. Así como todos los sistemas necesitan un estudio de ingeniería, que implica correcciones y mejoras a éstos, la teleacción no es la excepción y ya varios diseñadores lo están retomando. La aplicación de sistemas de

teleacción se hace cada vez más necesaria, ya que es un método que efectivamente provoca ahorro de dinero y tiempo. Todas las familias de tecnologías nuevas tienden a incluir en sus equipos de comunicaciones, circuitos especializados para realizar procesos de teleacción (Telemetría, Telecontrol y Telesupervisión).

Las redes de Teleacción abren sus puertas a casi cualquier aplicación, y las necesidades propias del medio ambiente no son la excepción.

CAPITULO II

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

2.1 PROBLEMA.

La falta de un sistema rápido y eficiente que brinde información continua de la densidad de Smoke y el nivel de ruido persistente en el medio ambiente en el área metropolitana de San Salvador.

2.2 ANALISIS DEL PROBLEMA.

Actualmente en muchos países se viven las consecuencias de la contaminación excesiva del medio ambiente y nuestro país no es la excepción. Diariamente las calles de nuestra ciudad capital se ven sofocadas por el humo de los automotores y las fábricas, además de los niveles exagerados de ruido proveniente en su gran mayoría del tráfico en las diferentes arterias de la ciudad capital.

Es necesario tener conocimiento periódico de los niveles de ruido y de la densidad de Smoke existentes en los diversos puntos de la capital, para poder establecer las zonas más afectadas, así como las horas más críticas del día, obteniendo así una base para establecer una

solución temprana a la problemática de la contaminación. Se habla en particular de la ciudad capital, estableciéndola como una muestra para realizar un estudio donde la electrónica puede brindar un aporte para la solución del problema.

Actualmente, en El Salvador, las mediciones meteorológicas que se hacen en el medio ambiente tienen como finalidad la determinación de dos grandes áreas:

- La medición de parámetros para determinar el comportamiento actual y futuro del clima. Ejemplo de esto es el dar reportes sobre el estado del tiempo y para conocer si se mantienen óptimas las condiciones del ambiente en una plantación.
- Y la toma de muestras del ambiente para medir los niveles de contaminación en el aire, agua y suelo.

La lectura y medida de estos parámetros actualmente se hace por equipos que requieren la necesidad de viajar hasta el lugar para recolectar las muestras y en algunas situaciones se hace uso de mediciones a distancia, tal es el caso del clima. El tener conocimiento de todos estos datos en forma inmediata y centralizada asegura acciones rápidas, que vayan encaminadas a alertar a la población sobre condiciones anómalas presentes en un lugar determinado. La consecuencia de no tratar a tiempo estas condiciones trae consigo

daños severos al medio ambiente y provoca enfermedades en el ser humano.

En la Red de Teleacción presentada en este trabajo de graduación se consideran como agentes a ser monitoreados la densidad de smoke en el aire y el nivel de ruido. En cuanto a este último, la limitación es por el tipo de sector y si son ruidos continuos o puntuales. Estas variables de entrada se encuentran en cada una de las diferentes estaciones, que van a estar siendo monitoreadas por un punto único.

Es necesario determinar el radio de acción de las estaciones para obtener datos por zona lo más representativo posible.

2.3 SOLUCIONES POSIBLES.

Ya en esta fase del desarrollo del proyecto y teniendo conocimiento del problema planteado, se facilita la concepción de soluciones posibles que puedan existir para dar una respuesta óptima y viable.

En toda etapa de solución de problemas es necesario plantearse diferentes opciones tecnológicas, las cuales van siendo más específicas a medida se van depurando las alternativas con que se cuentan, y se profundizan las ideas.

Para tal efecto se ha ideado una metodología de fácil comprensión y depuración que consiste en plantearse las soluciones en forma de organigrama el cual es mostrado en la figura 2.1 y es desarrollado en las secciones siguientes. Este permite visualizar de una mejor forma los niveles jerárquicos de las mismas.

En la evaluación de las alternativas posibles han sido considerado diferentes aspectos que determinen la solución más acertada. Ellos son: El costo, la facilidad de mantenimiento, disponibilidad, flexibilidad, seguridad, equipo requerido, forma de alimentación eléctrica y su ubicación.

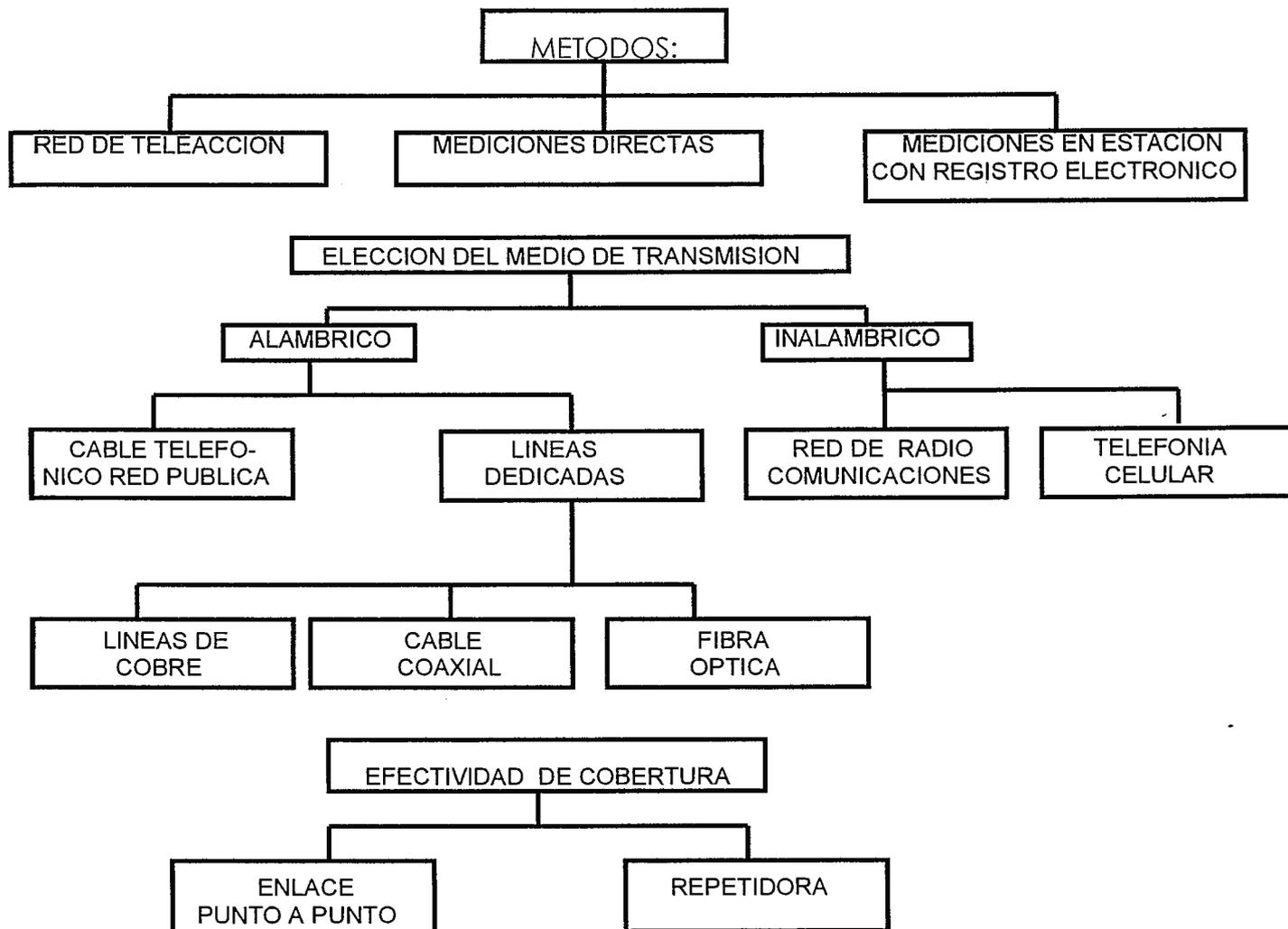


FIGURA 2.1 ORGANIGRAMA DE SOLUCIONES POSIBLES.

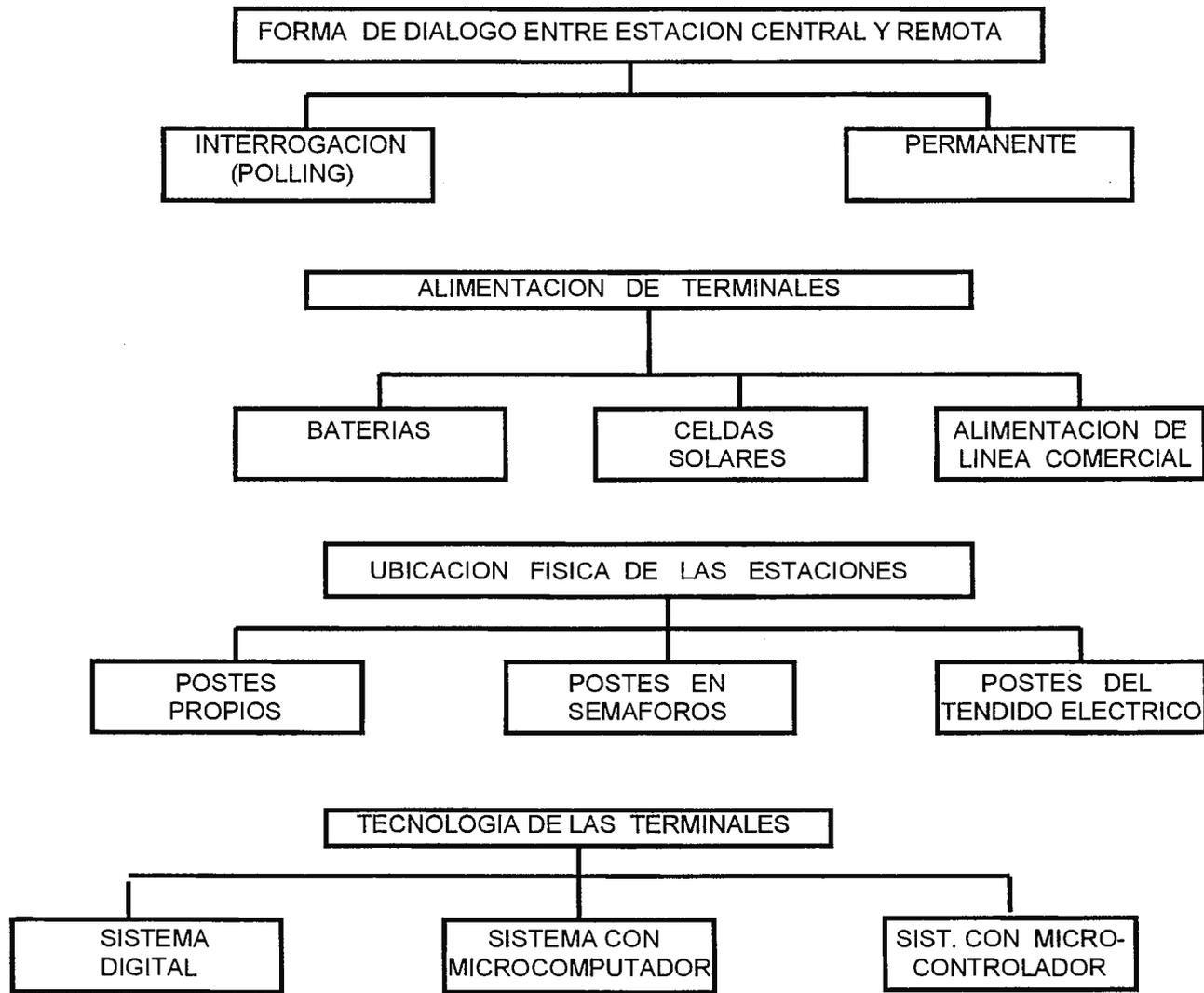


FIGURA 2.1 ORGANIGRAMA DE SOLUCIONES POSIBLES (Cont.)

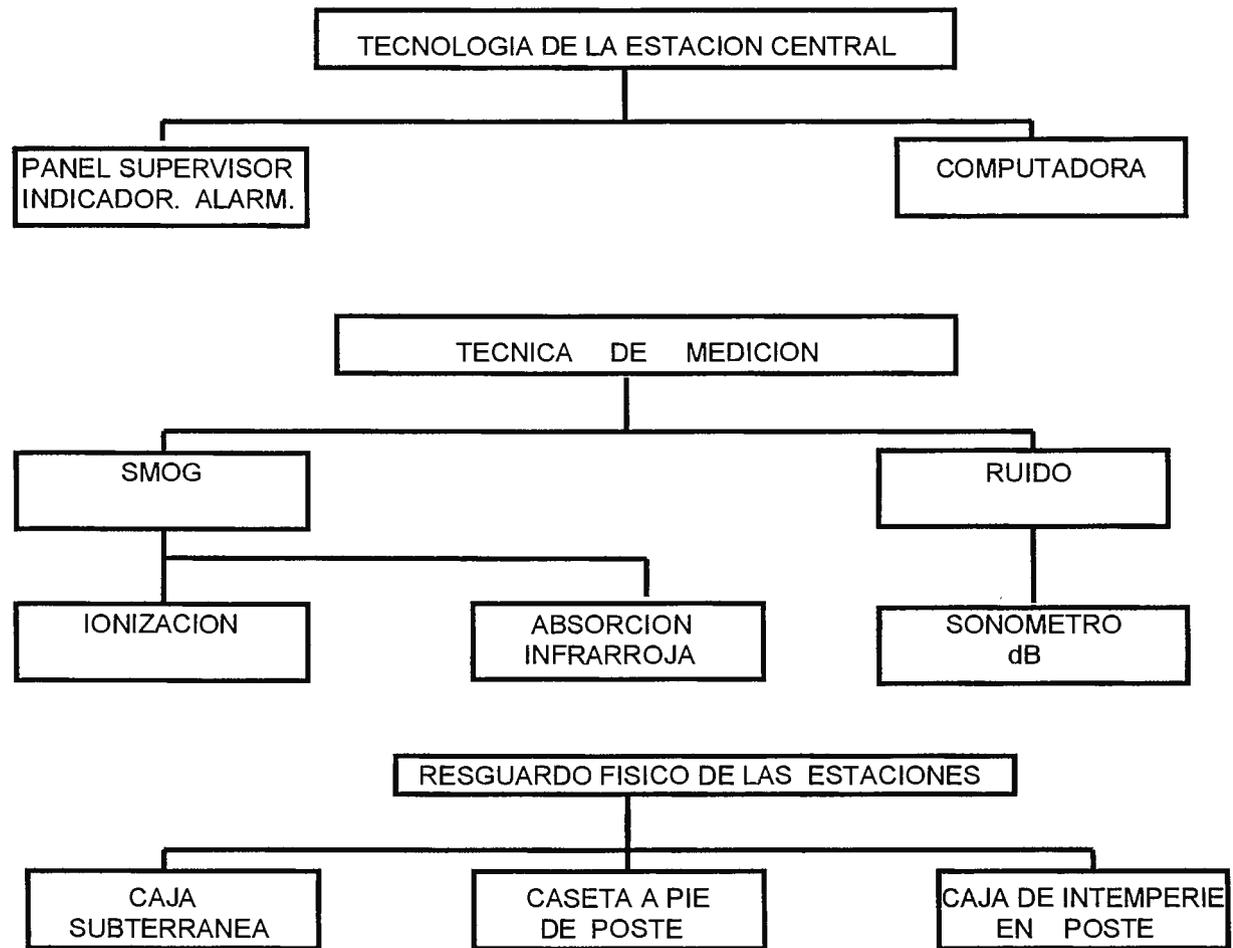


FIGURA. 2.1 ORGANIGRAMA DE SOLUCIONES POSIBLES.

2.3.1 ELECCION DEL METODO A UTILIZAR:

2.3.1.1 MEDICIONES DIRECTAS.

Se define como la técnica que hace uso de personal, el cual deberá recopilar la información obtenida en diferentes sitios previamente seleccionados en los cuales se coloquen diferentes instrumentos de medición de contaminantes del aire los cuales puedan ser por ejemplo: recipientes, filtros especiales para diferentes contaminantes, etc. Estos instrumentos habrán permanecido por un tiempo determinado en el sitio que se está monitoreando, según el tipo de contaminante del aire evaluado (24 horas, 8 días, 1 mes). Cuando la información es recopilada por el personal, debe ser llevada al laboratorio en donde por diferentes métodos químicos (como el método de difusión pasiva para el ozono y dióxido de nitrógeno, filtro de papel para el plomo, etc.) y aplicación de fórmulas, las muestras son evaluadas para después hacer cuadros estadísticos y dar los resultados.

Para la evaluación de esta alternativa, se consideraron los siguientes aspectos:

- No es acorde con los niveles de estudio de ingeniería en electrónica.
- Es un método bastante bueno para la obtención de resultados, al utilizar las muestras adecuadas.

- Supervisión directa humana
- Implica el involucramiento de una cantidad considerable de personal para la obtención de las muestras y análisis de las mismas, lo que incrementa los costos.
- Es un método que requiere una buena cantidad de tiempo para observar los resultados y dar conclusiones.

Por los aspectos antes considerados, se concluye que es un método confiable para dichas mediciones pero no está de acuerdo con el objetivo general del presente trabajo de graduación.

2.3.1.2 MEDICION EN LA ESTACION CON REGISTRO ELECTRONICO.

Se entiende como un sistema el cual involucra una serie de estaciones convenientemente distribuidas, las cuales poseen diferentes sensores para la obtención de las concentraciones de contaminantes del aire y que dicha información esté siendo periódicamente almacenada por un sistema de registro magnético o electrónico. Luego esta información almacenada es recopilada por personal asignado para ser llevada a un laboratorio en donde dicha información es leída y convenientemente procesada para la obtención de los resultados y generar reportes.

Estas estaciones son independientes entre sí, y la forma de alimentación de energía eléctrica puede ser solar, baterías o de línea comercial.

Para considerar esta alternativa se han evaluado los siguientes aspectos:

- Involucra mayor cantidad de personal para la recopilación de la información almacenada.
- Requiere un mínimo de mantenimiento.
- La información es confiable, pero la cantidad almacenada es limitada.
- Involucra mayor tiempo para la obtención de los resultados.

Por lo antes mencionado se considera que es una alternativa que permite la obtención de datos confiables, pero involucra más costos operativos y además no va acorde con un sistema rápido para el análisis de la información sobre la contaminación del aire.

2.3.1.3 RED DE TELEACCION.

Se entiende por utilizar un sistema para realizar el monitoreo de la contaminación del aire, el cual sea capaz de obtener los datos de medición desde los sensores en las estaciones remotas y que pueda

enviar por algún medio de transmisión dicha información hacia una estación central, la cual esté convenientemente ubicada y que pueda recibir dicha información , procesarla y luego presentarla.

Para la evaluación de esta alternativa se consideraron los siguientes aspectos:

- Facilita la obtención de información sin necesidad de estar presente en el sitio de monitoreo.
- Reduce la cantidad de personal necesario para realizar las actividades de monitoreo, lo que reduce costos.
- Permite un mínimo de mantenimiento.
- Permite un obtención rápida de los niveles de contaminación, evitando defases en el análisis de la información.

Por los aspectos antes evaluados, se considera que ésta es una alternativa bastante viable para la realización de la red de monitoreo de la contaminación del aire en San Salvador.

2.3.2 ELECCION DEL MEDIO DE TRANSMISION.

2.3.2.1 ALAMBRICO.

- **CABLE TELEFONICO DE LA RED PUBLICA CONMUTADA.**

Como se sabe, la red telefónica pública se utiliza para conectar durante el tiempo necesario al abonado con su central telefónica en el desarrollo de una llamada. Esta red consta de los aparatos telefónicos, las líneas de los abonados, los circuitos, y todos los equipos de conmutación necesarios para su interconexión.

En El Salvador existe una cantidad limitada de líneas telefónicas, lo que limita el acceso fácil a las mismas.

Por tanto para tomar una decisión, sobre la viabilidad y factibilidad de uso de éste medio de transmisión se consideraron los siguientes aspectos:

- Limita la flexibilidad de reubicación de la estación remota, ya que en San Salvador todavía existen puntos específicos donde no hay red telefónica.
- Las líneas conmutadas son susceptibles a sufrir daños por las inclemencias del tiempo como la inundación de pozos y caída de arboles en los postes.
- El uso de una red telefónica implica gastos adicionales como la compra de modems de buena calidad, lo que incrementa los costos del sistema.

- Una red telefónica involucra personal externo de la administración de telecomunicaciones local para realizar la interconexión entre la red telefónica y el sistema de monitoreo ambiental, lo que obliga a dependencia de terceros.

Por las razones antes mencionadas, para el propósito que se persigue, esta opción fue descartada como medio de transmisión óptimo para el sistema de monitoreo ambiental.

- **LINEAS DEDICADAS.**

Una línea dedicada es aquella en que la información enviada no tiene que pasar por la conmutación de una central telefónica de la red pública, sino que solamente hay paso por éstas para tomar los "pares" del MDF (Distribuidor Principal) de la empresa de telecomunicaciones y conectarlas al distribuidor de la red de transmisión de datos de la empresa contratada. La parte de la red de transmisión de datos hacia el equipo de procesamiento de información (Ej. Una computadora), se conoce como " La última milla ".

Existe el equipo necesario para fines de transmisión de datos a largas distancias que poseen algoritmos de corrección de errores bastante eficaces y ajustes en los niveles de transmisión. Como ejemplo se tiene los modems marca RAD y MOTOROLA.

Dentro de los diferentes tipos de líneas dedicadas que pueden ser utilizadas se tienen:

- Líneas de Cobre:

Pares de alambres de 2 a 4 hilos, comunmente se utiliza del tipo 16 AWG (American Wire Gauge) a 26 AWG.

La atenuación para los pares trenzados crece rápidamente al incrementar la frecuencia y la cantidad de cruce de llamada entre pares adyacentes también incrementa con la frecuencia. La máxima frecuencia utilizable para pares de alambres en cables es de alrededor de 1 MHz sin tratamiento especial.

- Cable Coaxial:

Un efecto significativo ocurre en la vecindad de un alambre que porta una señal de corriente alternante. Uno de los efectos es que dentro del conductor se crean un campo eléctrico y uno magnético.

Si uno de los conductores del par es colocado a tierra y es colocado alrededor del otro conductor, el campo eléctrico radiado y el campo magnético son confinados dentro del tubo formado por el conductor externo. Los dos conductores tienen un eje común.

El coaxial trabaja bien alrededor de los 100 KHz, a bajas frecuencias el blindaje es inefectivo. Las pérdidas resistivas del coaxial incrementan en proporción a la raíz cuadrada de la frecuencia.

- Fibra Óptica:

La fibra óptica es atractiva debido a que tienen bajas pérdidas de transmisión, comparada con los pares de alambre y el coaxial, además permite que exista una mayor separación entre repetidores.

Como la fibra óptica transporta rayos de luz, la frecuencia de operación es la de la luz, la longitud de onda utilizada es de 1.2 micrómetros (800 THz) para una fibra de modo simple (monomodo). Además no radía energía, no conduce electricidad, es no inductiva y puede colocarse en áreas peligrosas.

Para evaluar la alternativa de las líneas dedicadas fueron considerados los siguientes aspectos:

- La transmisión de datos a largas distancia involucra Modems de alta eficiencia y una calidad de línea bastante aceptable lo cual es costoso.
- Las líneas dedicadas son una alternativa segura pero muy costosa para la red de monitoreo planteada en el trabajo de graduación,

debido a que implica costos de alquiler de las líneas, costos de instalación de las mismas y mantenimiento.

- Limita la movilidad de las estaciones remotas.

Esta alternativa es buena para los fines del proyecto pero limita la flexibilidad de la red ya que no en todos los puntos de San Salvador se tiene acceso a una línea dedicada. Por consiguiente no es el medio más óptimo para la solución del problema.

2.3.2.2 INALAMBRICO.

Los medios de transmisión inalámbricos son hoy en día muy populares, por las grandes ventajas que brindan al usuario, ya que eliminan todas las molestias inherentes a un medio físico de transmisión, sobre todo en la instalación de los mismos. El espectro electromagnético es algo muy codiciado y explotado en nuestros tiempos, tanto así, que actualmente representa un recurso saturado ya que es de naturaleza finita. El Salvador ha hecho un mal uso de la distribución del espectro electromagnético, lo que ha creado un verdadero desorden y origina muchas polémicas sobre este rubro en el futuro.

Lo anteriormente expuesto nos lleva a la conclusión que el ancho de banda utilizado por cualquier sistema debe ser optimizado al 100%

para lograr mayor capacidad de información a menores costos, y con el fin de lograr este objetivo es que se recurre a métodos como la multiplexación y la compresión obteniendo resultados definitivamente sorprendentes.

Existen en la actualidad gran cantidad de sistemas inalámbricos de comunicación o transmisión de información, los cuales, es importante considerar ya que brindan una plataforma que puede sustentar muchas aplicaciones comunes. Se presentan a continuación algunos de estos sistemas, cuya aplicación a la solución del problema propuesto en este trabajo puede competir.

- **LINEA DE TELEFONIA CELULAR.**

La telefonía celular ha venido a ser en parte la solución al agotamiento de espectro radioeléctrico puesto que contempla la reutilización de las mismas frecuencias por diferentes estaciones base, repartiendo el área en varias partes, asignando diferentes frecuencias y reutilizando las mismas para otras partes de dicha área, siempre que no estén geoméricamente contiguas, para impedir la interferencia.

En la telefonía celular se dispone de dos bandas, la A y la B, ambas entre 824.04 Mhz - 848.97 Mhz y 869.04 - 893.97 Mhz para la

transmisión del móvil y de la base respectivamente. Se dispone de 20 MHz para transmisión móvil y 20 Mhz para Transmisión de base.

Los 20Mhz disponibles están distribuidos para canales de 30 Khz, con lo que se disponen de 666 canales (333 para cada banda, A y B). En El Salvador se utiliza el patrón de cobertura celular formado por 7 grupos de células, por lo que se dispone de 48 canales asignados para cada grupo.

El ancho de banda disponible para la telefonía celular, hace que el número de usuarios sea limitado, de ahí el costo elevado que se tiene para adquirir y utilizar una línea telefónica, especialmente para cada uno de los puntos de monitoreo de la red planteada en este trabajo de graduación.

Para esta alternativa se han evaluado los siguientes aspectos:

- Si permite la flexibilidad del sistema.
- Existe una banda asignada para aplicaciones de telemetría.
- En El Salvador el costo de la adquisición de una línea celular para cada una de las estaciones resultaría elevado, lo que elevaría los costos de la implementación del sistema de monitoreo ambiental.
- Se requiere equipo adicional para interfazar la red celular con el sistema a implementar, como lo son modems e interfases adaptadoras.

- Un sistema con telefonía celular requiere un mínimo de mantenimiento.

Por los aspectos antes mencionados un sistema con telefonía celular resultaría con costos muy elevados para nuestros propósitos. Por lo que fue descartado.

- **SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES MOVILES.**

Los sistemas de radiocomunicaciones móviles son de gran uso en la actualidad, ya que proveen un sistema que permite a un gran número de usuarios estar comunicados entre sí por medio de un canal común, el cual es asociado a una frecuencia determinada. Los sistemas de este tipo utilizan generalmente la banda de VHF (Very High Frequency, 30 – 300MHz). Una característica muy importante de este sistema es que optimiza el espectro electromagnético, ya que un solo canal es utilizado por mucha gente, siendo su principal desventaja la falta de privacidad en la comunicación. Los sistemas troncalizados (trunking) son una forma de corregir este problema, ya que se basan en ciertas codificaciones que limitan el acceso a un grupo selecto de usuarios dentro de una mayoría que utiliza el mismo canal para comunicarse. Otra desventaja de estos sistemas es que su

funcionamiento es SEMI DUPLEX (sólo es posible transmitir información en un sentido a la vez, debido a que la frecuencia de transmisión está muy cerca de la frecuencia de recepción, lo que provoca interferencia). Se puede lograr gran cobertura por medio del uso de repetidores, los cuales pueden representar en el sistema un número ilimitado de unidades. Generalmente las repetidoras son entrelazadas entre si por medio de enlaces en la banda de UHF (Ultra High Frequency, 0.3 – 3 GHz).

Actualmente los sistemas de radiocomunicaciones móviles están siendo sustituidos por nuevas tecnologías como la Telefonía Celular, la cual provee una comunicación de tipo FULL DUPLEX (transmite información en ambos sentidos de forma simultánea, debido a que las frecuencias de transmisión y de recepción están muy separadas entre sí).

Los sistemas de Radiocomunicaciones Móviles suelen tener un grado de susceptibilidad al ruido, dependiendo en gran medida del estado de los equipos relacionados y de la ubicación de los mismos, además de la influencia de las interferencias cercanas y de los obstáculos colocados entre los móviles.

Es posible la transmisión de datos por un sistema de radiocomunicaciones móviles con un grado de fidelidad suficiente para

aplicaciones en las cuales no sea de vital importancia que funcionen el 100 % del tiempo. Se puede tener un excelente control de la veracidad de los datos transmitidos por medio de métodos de corrección de errores, obteniendo de esta forma un sistema de bajo costo y de gran cobertura (gracias al número ilimitado de repetidores que admite la red de radiocomunicación). Es importante mencionar también que el tamaño de las unidades transmisoras móviles actuales es bien reducido, lo que hace posible su ubicación en casi cualquier sitio. En todo el sistema, se maneja al menos un canal de voz (0.3 a 3.4 KHz), lo que lo hace capaz de acoplarse a MODEMs normales para la transmisión de datos.

La limitante de un tipo de comunicación SEMI DUPLEX es superada por medio de conmutaciones entre transmisión y recepción, cuando sea requerido de esta forma para la transmisión de datos. Por las características antes mencionadas, es que se elige este método para ser utilizado en el diseño de la red de teleacción.

2.3.3 ELECCION DE LA FORMA DE DIALOGO ENTRE LA ESTACION CENTRAL Y ESTACIONES REMOTAS.

2.3.3.1 PERMANENTE.

Es la forma de acceso para la obtención de la información, recopilada por las estaciones remotas, con la cual existe un enlace permanente por parte de la estación central con todas y cada una de las estaciones, existiendo un intercambio de información continuo y en forma simultánea.

Para evaluar esta alternativa se considera:

- Es necesario un enlace por cada una de las estaciones con la estación central, lo que significa un aumento en los costos.
- Implica la búsqueda y adopción de una tecnología de transmisión FULL DUPLEX, lo cual no es una tarea fácil, tomando en cuenta la saturación de los medios existentes en El Salvador.
- Implica mayor consumo de energía por la operatividad de los equipos.

Por las razones antes mencionadas, esta alternativa fue descartada.

2.3.3.2 INTERROGACION (POLLING).

Forma de acceso para la obtención de la información monitoreada por las estaciones, la cual involucra la técnica de

interrogación maestro – esclavo, mediante la cual la estación central está interrogando y las estaciones remotas responden alternadamente.

Cada estación remota tendrá asignado un código de identificación, así responderá solamente la estación a que se esté llamando. La estación central estará cada cierto período de tiempo generando las señales convenientes (código de identificación respectivo), para comunicarse con las estaciones en una forma ordenada, es decir una a la vez.

Para la evaluación de esta alternativa se considera que:

- Cada estación tiene su propia identificación, todas escuchan y una sola responde.
- Permite el ahorro de energía, ya que no están enviando información todas las estaciones a la vez.
- Evita la necesidad de un enlace para cada una de las estaciones con la estación central.
- Se puede utilizar un medio SEMI DUPLEX y con un ancho de banda estrecho.

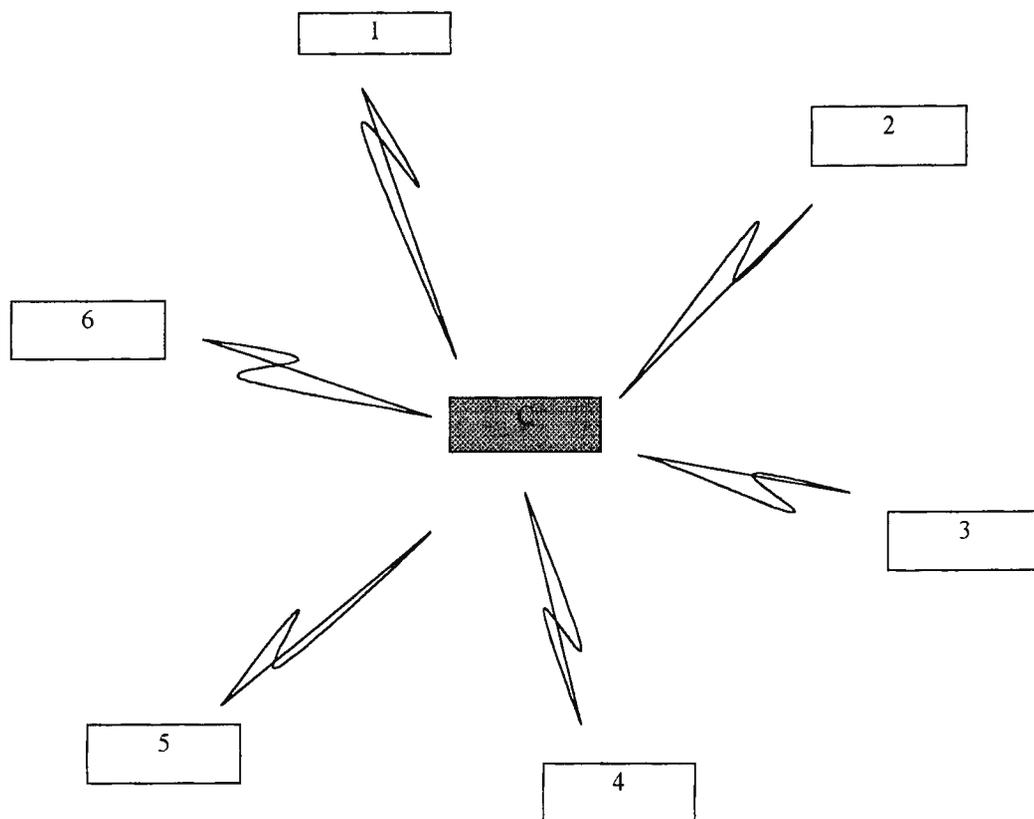
En base a lo antes discutido, se considera una alternativa bastante viable para los fines del trabajo de graduación.

2.3.4 ELECCION EN BASE A EFECTIVIDAD DE COBERTURA.

En base a la cobertura deseada y anticipandose a las ampliaciones futuras, se mencionan algunas alternativas disponibles a continuación.

2.3.4.1 ENLACES PUNTO A PUNTO.

Los enlaces punto a punto son aplicables en sistemas de poca cobertura, ya que la transmisión de información se realiza directamente entre las dos estaciones que desean comunicarse entre sí. La distancia máxima entre ambas estaciones depende de la capacidad de manejo de potencia de los transmisores y del tipo de propagación de la frecuencia seleccionada. Puesto que la red propuesta considera el hecho de ser ampliada en el futuro, este tipo de solución no es aplicable. Una red utilizando este tipo de enlaces se visualiza en la figura 2.2. Una comunicación punto a punto no quiere decir que los enlaces son permanentes, ya que pueden utilizar un único canal de forma alternada.



NOTA: 1 al 6 son Estaciones Terminales
C es la Estación central

FIGURA 2.2 CONFORMACION DE UN SISTEMA PUNTO A PUNTO.

2.3.4.2 REPETIDORA.



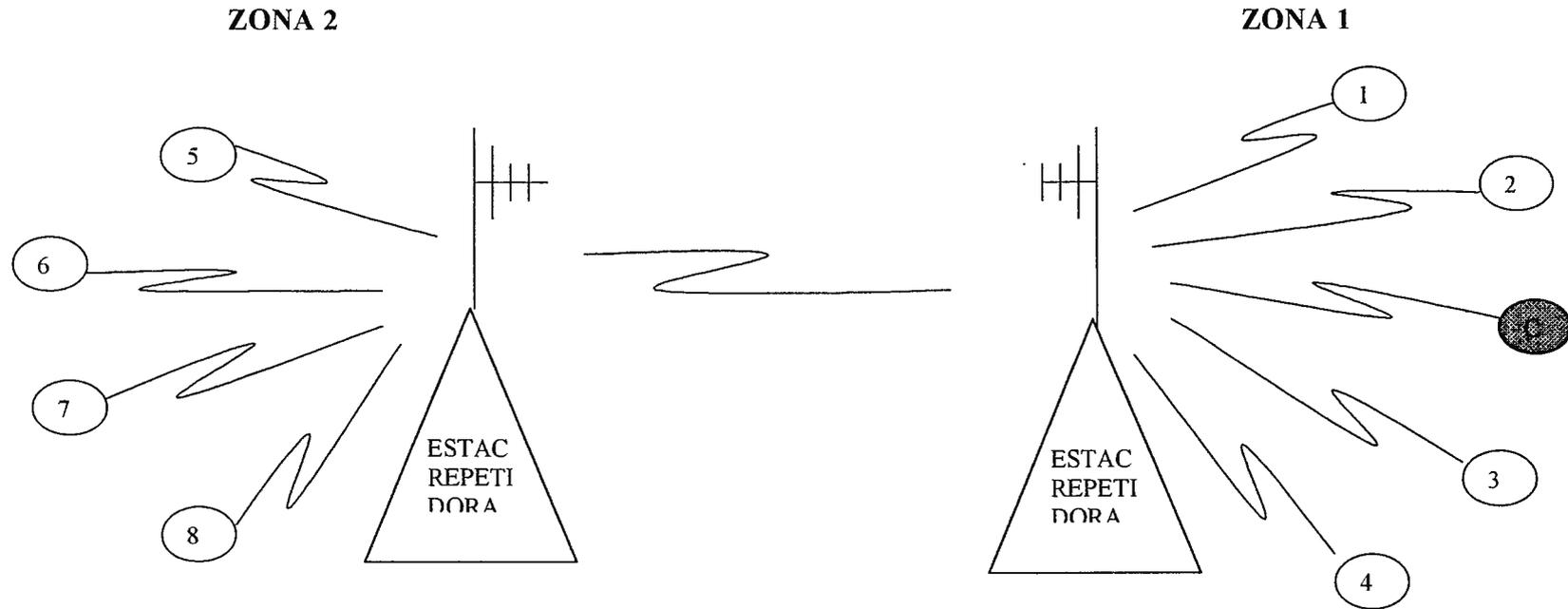
FIGURA 2.3 REPETIDORA

El uso de repetidoras permite una gran cobertura para cualquier red de radiocomunicaciones, llegando incluso a cubrir de ser necesario casi todo el territorio nacional. Esta es la principal característica que hace elegible esta alternativa. En la

actualidad las bases repetidoras son bien complejas y se supervisan a sí mismas para detectar problemas y autocorregirlos de ser posible. El personal de mantenimiento necesario es mínimo y puede ser el mismo que se encarga de las estaciones terminales. La figura 2.3 ilustra una repetidora típica instalada en un lugar remoto y de gran altura, lo cual exige realizar proezas tales como llevar energía eléctrica hasta el sitio y el levantamiento de altas torres para sostener las antenas. La figura 2.4 muestra un ejemplo de una red de radiocomunicaciones utilizando repetidoras, las cuales se enlazan entre sí por medio de radioenlaces (generalmente en la banda de UHF), logrando así una mayor cobertura.

CONFORMACION DE UN SISTEMA CON REPETIDORA

NOTA: 1 al 8 son Estaciones Terminales
C es la Estación Central (Ubicada en la zona 1)



2.3.5 ELECCION DE LA FORMA DE ALIMENTACION DE LA TERMINAL REMOTA.

2.3.5.1 POR BATERIAS.

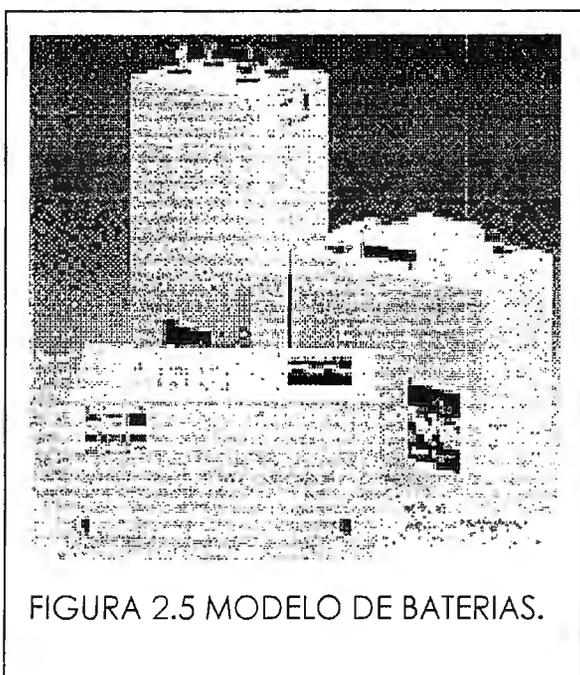


FIGURA 2.5 MODELO DE BATERIAS.

Para proporcionar la alimentación de los equipos terminales existen varias alternativas. El caso de la baterías no es la excepción .

Estas deben poseer la característica de ser recargables, por ello pueden ser de Niquel-Cadmio o Acido-Plomo, como se

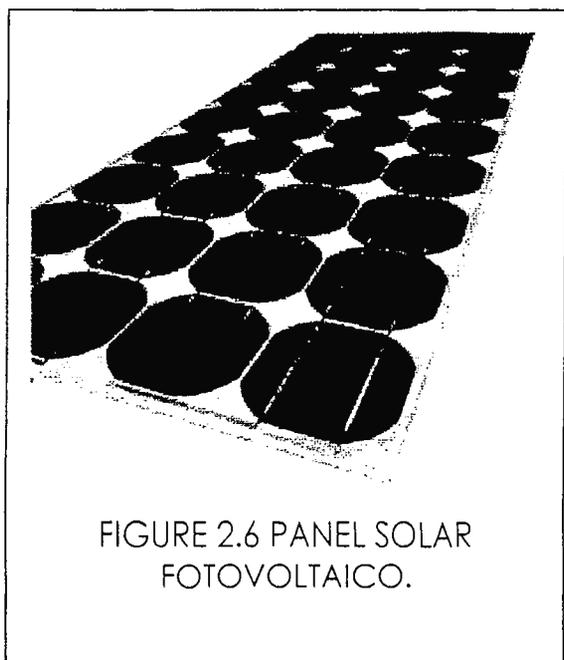
muestra en la figura 2.5. Estos dos tipos permiten una alimentación constante y segura para los equipos. Pero los factores a tomar en cuenta son:

- Facilidad de instalación.
- Que no produzcan corrosión en los terminales ni emitan gases corrosivos en el ambiente.
- Que no necesite mantenimiento periódico.

- Necesitan equipo adicional para asegurar que los ciclos de carga y descarga sean los correctos de acuerdo a las especificaciones de las baterías, para así no dañarlas.
- Necesitan una fuente de carga asociada.

Debido a ésto, se consideró que el introducir baterías a las terminales remotas no será una buena elección para los propósitos a cubrir ya que necesitan mantenimiento periódico y emanan gases corrosivos en el ambiente lo que contribuye a un error en la toma de muestras y a la contaminación de la atmósfera.

2.3.5.2 POR ENERGIA SOLAR.



Es interesante la introducción de esta forma de alimentación eléctrica y es de hacer notar que en El Salvador existe desde hace ya varios años.

Este método es un punto considerado ampliamente debido a su auge actualmente.

Un panel solar fotovoltaico es

mostrado en la figura 2.6. Entre las características investigadas que posee este sistema tenemos:

- Hace uso de paneles Solares de silicón de alta eficiencia, para traducir la luz solar a flujo eléctrico.
- No necesita mantenimiento.
- No posee partes mecánicas que sufran desgaste.
- Es necesario un banco de baterías especiales, para acumular la energía.
- Se suministra energía durante las 24 horas del día, haciendo uso complementario de baterías.
- El número de paneles solares y número de baterías, varía dependiendo de la carga a suplir.
- Es necesario un control de carga entre el panel solar y las baterías.
- Este sistema tiene una inversión bastante elevada al inicio, la cual es recuperada a largo plazo.
- El tamaño del sistema global es muy grande.

Observando estas características, se aprecia que el gasto inicial de estos equipos resultaría bastante elevado, sumándole además que se requeriría de personal capacitado para su instalación. También, así como en el caso anterior, las baterías sufren desgaste a lo largo del tiempo y contaminan el ambiente.

Debido a lo antes expuesto, esta alternativa fue dejada como segunda opción.

2.3.5.3 POR ALIMENTACION DE LA RED COMERCIAL.

Esta alternativa es muy buena ya que prácticamente se cuenta con ella en toda el área Metropolitana de San Salvador.

Características a tomar en cuenta:

- Es limpia y segura, lo cual llena las necesidades de las terminales remotas.
- Las fuentes de AC / DC son pequeñas.
- Facilita su reubicación y no es necesario equipo adicional para su funcionamiento.
- Acceso inmediato a la misma y no es requerido personal capacitado para su instalación.
- La inversión a realizar resulta mínima debido al bajo consumo de potencia de la terminal remota.

Por los aspectos antes mencionados y discutidos, esta opción es la elegida.

2.3.6 ELECCION DE LA UBICACION FISICA DE LAS TERMINALES REMOTAS.

2.3.6.1 POSTES PROPIOS.

La idea propone efectuar la compra de postes para la instalación de las terminales remotas, con lo cual se evitaría la problemática de tener que trasladar los equipos a otros lugares cuando no se quiera renovar algún contrato con instituciones a las que se podrían arrendar postes.

Esto involucra la contratación de una empresa para perforación del suelo, la instalación de los postes y mantenimiento de ellos.

Para esta alternativa se han evaluado los siguientes aspectos:

- Hay pertenencia de la estructura de soporte.
- Implica costos elevados para la obtención de los postes y su instalación.
- Implica la obtención de permisos para la instalación de los postes.

Por los costos elevados que representa, esta alternativa ha sido descartada.

2.3.6.2 POSTES DE SEMAFOROS.

Implica el arrendamiento de una parte de la estructura de los semáforos para la instalación del sistema de monitoreo, el cual no será de mucho peso como para considerar que pueda causar algún daño a

la estructura. Sería necesario hablar con las autoridades de transporte terrestre para gestionar el alquiler, o en su defecto la instalación sin costo alguno.

En esta alternativa se ha considerado:

- Los costos de alquiler no serían exagerados.
- Limita en gran medida la ubicación de los equipos a la existencia de semáforos , los cuales no necesariamente están en los lugares que se escojan.

Por los aspectos antes evaluados, esta alternativa no es muy conveniente.

2.3.6.3 POSTES DEL TENDIDO ELECTRICO.

Esta alternativa involucra gestionar el alquiler, o en un mejor caso, el permiso de uso sin costo de la parte media de los postes de tendido eléctrico para la ubicación del sistema de monitoreo ambiental. Involucra gestiones con las autoridades de la empresa distribuidora de energía eléctrica de San Salvador (CAESS) u otras empresas involucradas en los lugares seleccionados para el monitoreo.

Para esta alternativa se considera lo siguiente:

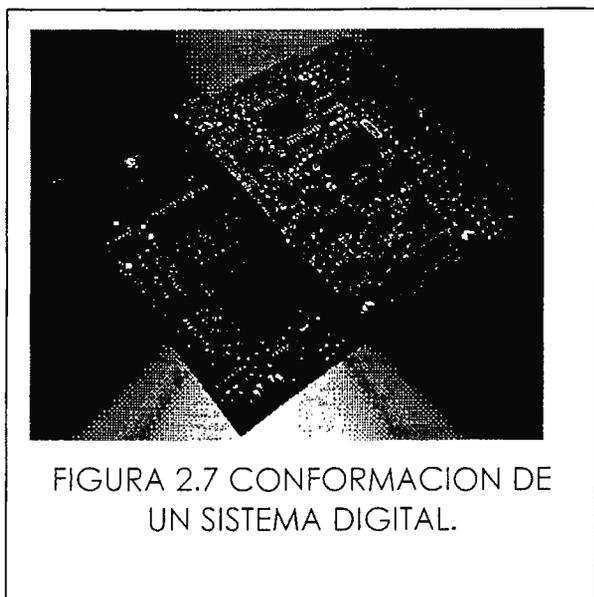
- Requiere el permiso respectivo para instalación del sistema.

- Los costos de alquiler no son tan elevados.
- Hay disponibilidad de postes del tendido eléctrico en casi todos los puntos de la capital.
- Permite la conexión directa para la alimentación de energía eléctrica de cada una de las estaciones de monitoreo.

Por los aspectos antes descritos, se considera que esta es una alternativa bastante viable para la instalación de cada una de las estaciones de monitoreo del aire, aunque podría darse la posibilidad de algunos puntos especiales que exijan ubicación en una estructura distinta.

2.3.7 ELECCION DE LA TECNOLOGIA DEL ELEMENTO TERMINAL.

2.3.7.1 SISTEMA DIGITAL.



Esta etapa comprende el diseño del sistema de la terminal remota haciendo uso de circuitería lógica combinacional y secuencial. Esto involucra compuertas lógicas, contadores, relojes, memorias R.A.M y R.O.M y registros de desplazamiento; como ejemplo de la conformación de

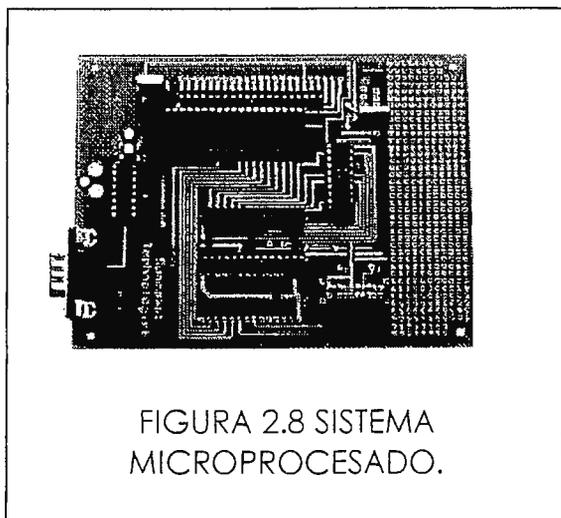
un sistema de este tipo se puede observar la figura 2.7. Resulta evidente, que diseñar un sistema con exceso de funciones, tales como transmitir y recibir datos desde una computadora central, sensor las variables de smoke y ruido, no es una elección muy apropiada para los fines perseguidos.

El uso de un sistema de esta naturaleza limita en cuanto a:

- Espacio ocupado por el sistema digital.
- Concentración de Circuitos Integrados (IC's) bastante elevada.
- El diseño resulta complejo y tomaría demasiado tiempo desarrollarlo.
- No permite modificaciones futuras.

Estas razones son lo suficientemente poderosas para descartar este método de diseño de la terminal remota.

2.3.7.2 SISTEMA MICROPROCESADO.



Los sistemas microprocesados resultan bastante eficaces para el manejo de grandes volúmenes de información y tienen la habilidad de ser programadas para operar los datos sin la intervención humana. La figura 2.8 es un ejemplo práctico de

un sistema de este tipo. El sistema microprocesado también posee instrucciones complejas enfocadas al procesamiento de información con modos de direccionamiento altamente poderosos. Todo esto indica que es un sistema óptimo para la finalidad de la terminal, y fueron consideradas las siguientes características:

- Poseen una relación ROM/RAM bastante baja. Lo que significa que el espacio en memoria RAM es predominante.
- El espacio utilizado es pequeño aún con los periféricos externos necesarios que interactúan con el microprocesador.

- El costo resulta mínimo con relación a la aplicación a realizar.
- Son sistemas de alta velocidad de operación para el manejo de datos.
- Se estaría haciendo un uso eficiente del sistema para la aplicación en cuestión.
- Permite realizar modificaciones futuras.

Los sistemas microprocesados están enfocados a desarrollar tareas repetitivas todo el tiempo. Son usados ampliamente en los teclados de las PC's, en lavadoras, cocinas, televisores, hornos de microondas, en tableros de vehículos, en el control de frenos, en alarmas, en maquinaria industrial, en control de sistemas de audio y video, en medicina, etc.

Como se observa, un sistema microprocesado posee características bastante ventajosas para la terminal a diseñar. En cuanto a velocidad, se estima que no se requerirán de grandes capacidades para el manejo de datos, debido a que será un sistema que no obtenga información por lapsos de tiempo largos, por lo tanto no es un parámetro indispensable.

Por consiguiente esta alternativa es muy óptima para los fines buscados, y es la elegida.

2.3.8 ELECCION DE LA TECNOLOGIA DE LA ESTACION CENTRAL.

Para determinar la tecnología más óptima a utilizar en la estación central, es necesario considerar algunos aspectos, tales como el costo, facilidad de operación y entendimiento del sistema, disponibilidad a la ampliación, facilidad de realizar estadística con los resultados obtenidos, tamaño apropiado, disponibilidad de hardware y software para el mantenimiento y sobre todo, la cantidad de elemento humano necesario. En base a lo anterior, mencionamos a continuación dos alternativas que pueden ser aplicadas a la solución del problema presentado en este trabajo escrito.

2.3.8.1 PANEL SUPERVISOR

Lo que se propone es un panel de presentación de alarmas (por ejemplo, cuando se revase un valor límite de la variable monitoreada dar una indicación, presentación de alarmas de falla en algunos circuitos de las estaciones terminales, etc.) y de valores instantáneos de las variables monitoreadas por las estaciones remotas. Este es un panel con indicadores visuales, el cual por medio de barras de LEDs o por DISPLAYs, presenta los datos antes mencionados. Es un sistema que tiene un grupo de presentadores por cada estación, lo que hace que a

medida crezca, aumente también el tamaño del equipo. Es un sistema de fácil entendimiento, pues sólo consiste de la lectura de presentadores, pero a la vez, tiene la desventaja de no permitir un análisis de los datos recibidos de una forma automática. En cuanto a costos, el agregar algunas funciones tales como el almacenaje de datos, multiplexores, funciones de impresión, etc., encarece más el sistema, ya que es algo especializado y único, exige un diseño previo de hardware, luego su construcción. Esto implica más tiempo muerto en el funcionamiento de toda la red. Este sistema exige la presencia constante de un operador que esté monitoreando la lectura de los datos. Este operador debe ser capaz de hacer el análisis estadístico de los datos, ya que el equipo no tiene la capacidad de realizarlo. Definitivamente no es una opción aplicable a los intereses del presente proyecto.

2.3.8.2 COMPUTADOR PERSONAL



Una alternativa de solución, la constituye una computadora personal, como lo muestra la figura 2.9. Los sistemas computarizados en la actualidad están tomando gran auge, debido a excelentes ventajas, como son: gran capacidad de

almacenamiento y manejo de información, altas velocidades de operación, facilidad de intercomunicación con dispositivos externos, soporte de softwares especializados que permiten de una forma práctica y fácil la interacción con los usuarios, etc.



Al aplicar la computadora como solución, obtenemos las siguientes ventajas: tamaño compacto independiente en gran medida del crecimiento de la red de teleacción, ya que cada estación nueva implica un campo

de memoria nuevo y no una ampliación de hardware (en la estación central); posee puertos seriales que facilitan la intercomunicación con los transmisores/receptores para llegar a todos los elementos de la red; permite el soporte de software de fácil manejo para el usuario, como por ejemplo la presentación de la figura 2.10, así como el análisis de datos en forma estadística y automática. Las computadoras son tan comunes en la actualidad, que es muy fácil encontrar repuestos de hardware y a muy bajos costos, evitando así tiempos muertos muy largos en la operación del sistema; la capacidad de almacenamiento de información es grande; no necesita de un operador permanente, ya que los datos son almacenados y pueden ser imprimidos si es necesario. Todo lo antes mencionado, justifica la incorporación de la computadora a la red de teleacción destinada a solventar el problema descrito en un apartado anterior.

2.3.9 ELECCION DE LAS TECNICAS DE MEDICION USADAS POR LA TERMINAL REMOTA.

2.3.9.1 MEDICIÓN DEL RUIDO.

Para la detección del ruido solamente se cuenta con un método, el cual hace uso de un sonómetro, que es un equipo que integra un micrófono y un amplificador logarítmico el cual proporciona lecturas en decibelios (dBs).

Es importante hacer notar que no se encontraron registros de otros equipos, que con diferente tecnología, realizan la misma función. Por lo que para el propósito de diseño de la terminal remota, esta fue la alternativa adoptada. El grado de exactitud del método es elevado, y su costo es aceptable, lo que justifica el hecho de no ahondar en otras alternativas.

2.3.9.2 MEDICION DE DENSIDAD DE SMOKE.

Se consideraron dos métodos, los cuales se presentan a continuación.

- **POR ABSORCION INFRAROJA.**

La absorción específica-molecular de la radiación infraroja puede ser usada como un principio para medir la concentración de smoke de una muestra.

La intensidad de radiación en el detector depende de la concentración de gas. Este es convertido a un flujo de señales las cuales a su vez son convertidas en señales eléctricas. El analizador de gas ULTRAMAT de la Siemens utiliza este principio.

Este método está constituido por dos recámaras de muestra. Una está conteniendo oxígeno puro totalmente hermético y la otra permite la entrada de la muestra a analizar.

Por las dos recámaras se inyecta un rayo de luz infrarojo pulsante (para evitar la interferencia de la luz externa). Este rayo es absorbido por las dos muestras y comparada su absorción, lo cual genera niveles diferentes, si la concentración está presente. Esto es traducido a señales eléctricas y presentado en forma visual.

Debido a su difícil obtención, este método fue descartado.

- **POR IONIZACION.**

Este método es ampliamente usado en los detectores de incendio de los sistemas de alarma de áreas residenciales e industriales.

Una muestra de gas que contiene hidrocarburos es mezclada con hidrógeno puro, lo cual crea iones. Un voltaje directo es aplicado entre la boquilla y un electrodo. Una corriente de ionización fluye proporcional a la densidad de humo de la muestra y es la señal a medir.

El equipo FIDAMAT de la Siemens utiliza también este principio. Por estar más accesible en el mercado salvadoreño, este método se convierte en la elección a tomar.

2.3.10 RESGUARDO FISICO DE LAS TERMINALES REMOTAS.

2.3.10.1 CAJA SUBTERRANEA.

implica el uso de una caja subterránea para el resguardo de cada una de las estaciones remotas, lo que involucra la perforación del suelo para instalar el sistema y hacer una caja ya sea metálica o de cemento.

Involucraría el medio apropiado para la conexión de la alimentación de energía eléctrica y llegar desde la antena y sensores que estarían colocados en los poste.

Para evaluar esta alternativa, se considera:

- Pueden existir problemas de humedad, que afecte el buen funcionamiento del sistema.
- Los sensores estarían lejos del sistema (problemas por pérdidas).
- Habrá problemas de ventilación para el sistema.

Por los aspectos antes evaluados, esta alternativa no se consideró.

2.3.10.2 CASETA A PIE DE POSTE.

Se entiende por hacer una estructura de cemento y ladrillos o una estructura metálica que estaría ubicada en la parte inferior del poste, a la cual habrá que hacerle un medio de acceso seguro que limite el vandalismo. Involucra llevar la antena y sensores hacia la caseta y también la alimentación de línea.

Para evaluar esta alternativa, se ha considerado:

- Puede haber problemas de humedad e incluso inundación.
- Hay que dotarlo de ventilación.

- Susceptibilidad al vandalismo.
- Sensores y antena lejos de la caseta.

Considerando los aspectos antes discutidos se considera una alternativa viable, pero no la más óptima.

2.3.10.3 CAJA DE INTEMPERIE COLOCADA EN POSTES.



FIGURA 2.11 CAJA DE INTEMPERIE.

Se entiende por la instalación en la parte media de los postes asignados, de una caja de intemperie como lo muestra la figura 2.11, la cual se encuentra en el mercado facilmente, para albergar el sistema de monitoreo del aire, con lo cual se estaría asegurando la protección contra el polvo e

inclemencias del tiempo como la lluvia. Además facilita la ventilación.

Para este sistema se evita que los sensores y la antena estén alejados del resguardo, y la alimentación de línea es más inmediata.

Para esta alternativa se han considerado los siguientes aspectos:

- Sistema seguro contra humedad y polvo.

- Acceso inmediato a alimentación de línea.
- Cercanía de la antena.
- Evita el vandalismo.

Los aspectos antes mencionados hacen que esta, sea la alternativa más segura.

Es de considerar también que la antena del radio es pequeña y está por debajo de las líneas de alimentación, con lo que se evita que sirva de pararrayos (Punta Franklin).

2.4 SOLUCION PROPUESTA

Luego de haber realizado una depuración minuciosa de las alternativas posibles, a continuación se presenta la solución adoptada para solventar el problema que fue tratado en un apartado anterior. Cada parámetro encuentra su justificación en las comparaciones realizadas respecto a varias opciones mencionadas en la sección previa.

Se propone una red de teleacción, la cual tendrá la finalidad de aplicar la función de telemetría (medición a distancia), para el monitoreo de los contaminantes del aire seleccionados, smoke y ruido. Dicha red utilizará como medio de transmisión de la información un sistema de radiocomunicaciones la cual permite la reubicación de las

estaciones, utilizando un sistema de repetidora para lograr así una mayor cobertura y permitir expansiones futuras. La forma de diálogo a emplear entre la estación central y las estaciones remotas será el método de interrogación (polling), el cual optimiza el uso del ancho de banda y reduce el uso de potencia de cada estación remota ya que no transmite permanentemente.

El suministro de energía de las estaciones se realizará a través de la alimentación de corriente alterna del posteo público por ser un medio económico y que además permite flexibilidad de ubicación dando una mayor cantidad de puntos posibles para la ubicación de las estaciones remotas, además de hacer uso de fuentes pequeñas.

La estación remota hará uso de un sistema microprocesado, el cual optimiza el uso de espacio, permite la programación y es fácilmente modificable.

Se ha decidido utilizar para la estación central una computadora personal, debido a su gran capacidad de manejo de información, alta velocidad de realización de los procesos, susceptibilidad a las expansiones y es amigable al usuario.

Respecto a la elección de la técnica de medición para los dos agentes contaminantes a monitorear, se ha seleccionado el método del sonómetro para la determinación del nivel de ruido en decibelios y

el método de ionización para la determinación de la densidad de smoke, el cual, además de ser efectivo es fácil de obtener en el mercado local.

Para la protección de la estación remota se propone para la red, el uso de cajas de intemperie colocadas en los postes ya que es un medio efectivo para proteger la estación contra las inclemencias del tiempo y vandalismo.

Para que el lector adquiriera una idea más clara de la solución que se propone, las figuras 2.12 y 2.13 muestran un diagrama en bloques del prototipo que será implementado para la estación central y la estación remota.

En los capítulos siguientes, las figuras 2.12 y 2.13 serán desarrolladas detenidamente, profundizando en cada una de las etapas de que están compuestas, para así llegar a un prototipo real y funcional.

En la figura 2.12, se aprecia que el punto central donde surgen los datos es el computador personal. Aca es donde residirá el software de aplicación. Las etapas subsecuentes se encargan de transportar datos adecuadamente hacia el medio de transmisión. Dichas etapas se describen a continuación.

- Acople computador / modulador.

Encargado de proporcionar el acople necesario entre la señalización del computador y el modulador digital.

- Modulador digital.

Etapa encargada de proporcionar al radio una señal adecuada para su fácil transmisión y sin pérdida de información.

- Acople modulador / radio.

Etapa encargada de proporcionar un acople perfecto de impedancias entre el modulador y el radio, esto evita la sobrecarga en las etapas.

- Radio.

El cual con su etapa transmisora logra radiar la señal hasta el punto destino, la estación remota.

El computador decide cuando se da el proceso de transmisión, o cuando el de recepción, por medio de la señal de selección TX/RX.

En la sección receptora intervienen las siguientes etapas:

- Radio.

que con su etapa receptora transfiere al sistema los datos recibidos del medio de transmisión, procedentes de la estación remota.

- Acople radio / demodulador.

Cuya función es proporcionar el acople necesario entre el demodulador y la señal recibida por el radio.

- Demodulador digital.

Encargado de proporcionar al computador una señal adecuada y entendible para el computador.

- Acople demodulador / computadora.

Su función es suministrar el acople necesario entre la señal entregadas por el demodulador a la computadora.

En resumen, el sistema completo de la estación central se encargará de transmitir via radio los datos digitales modulados hacia la estación remota. El software de aplicación será capaz de generar la trama de la información a transmitir donde se contendrá la señalización apropiada para el debido control de la estación remota, como por ejemplo:

- Identificación de la estación remota por medio de la interrogación.
- Generación de un registro de alarmas.

Todo esto es posible debido a la transmisión asincrónica del sistema.

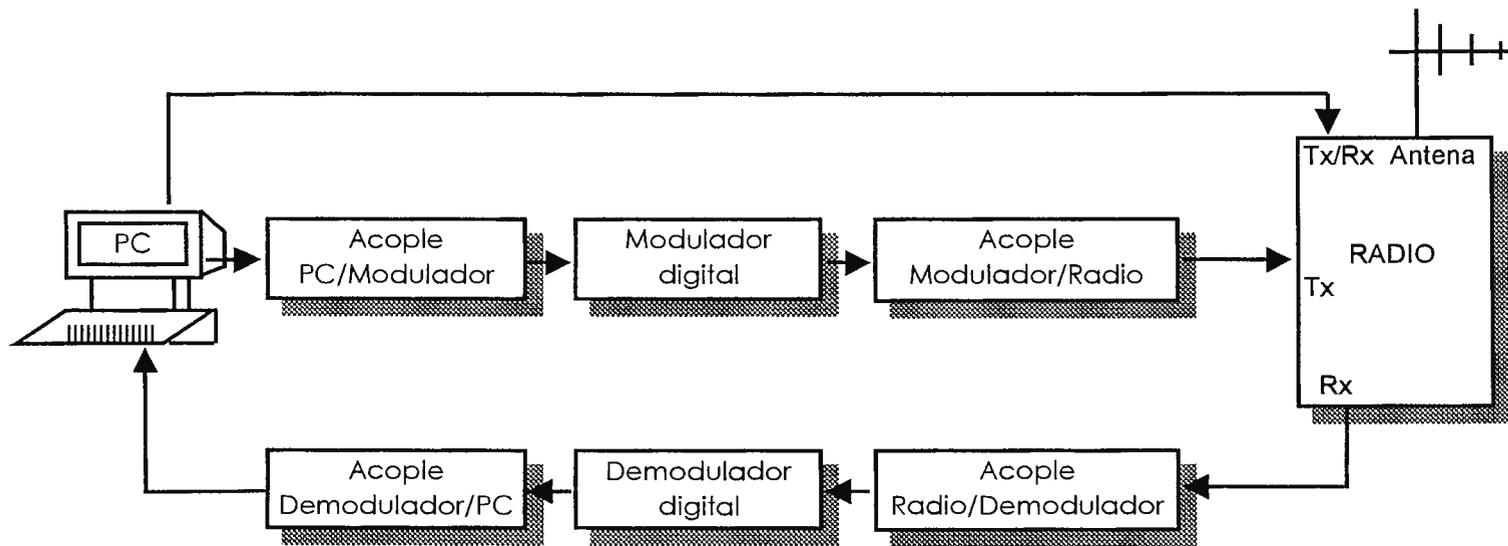


FIGURA 2.12 DIAGRAMA EN BLOQUES DEL PROTOTIPO DE LA ESTACION CENTRAL.

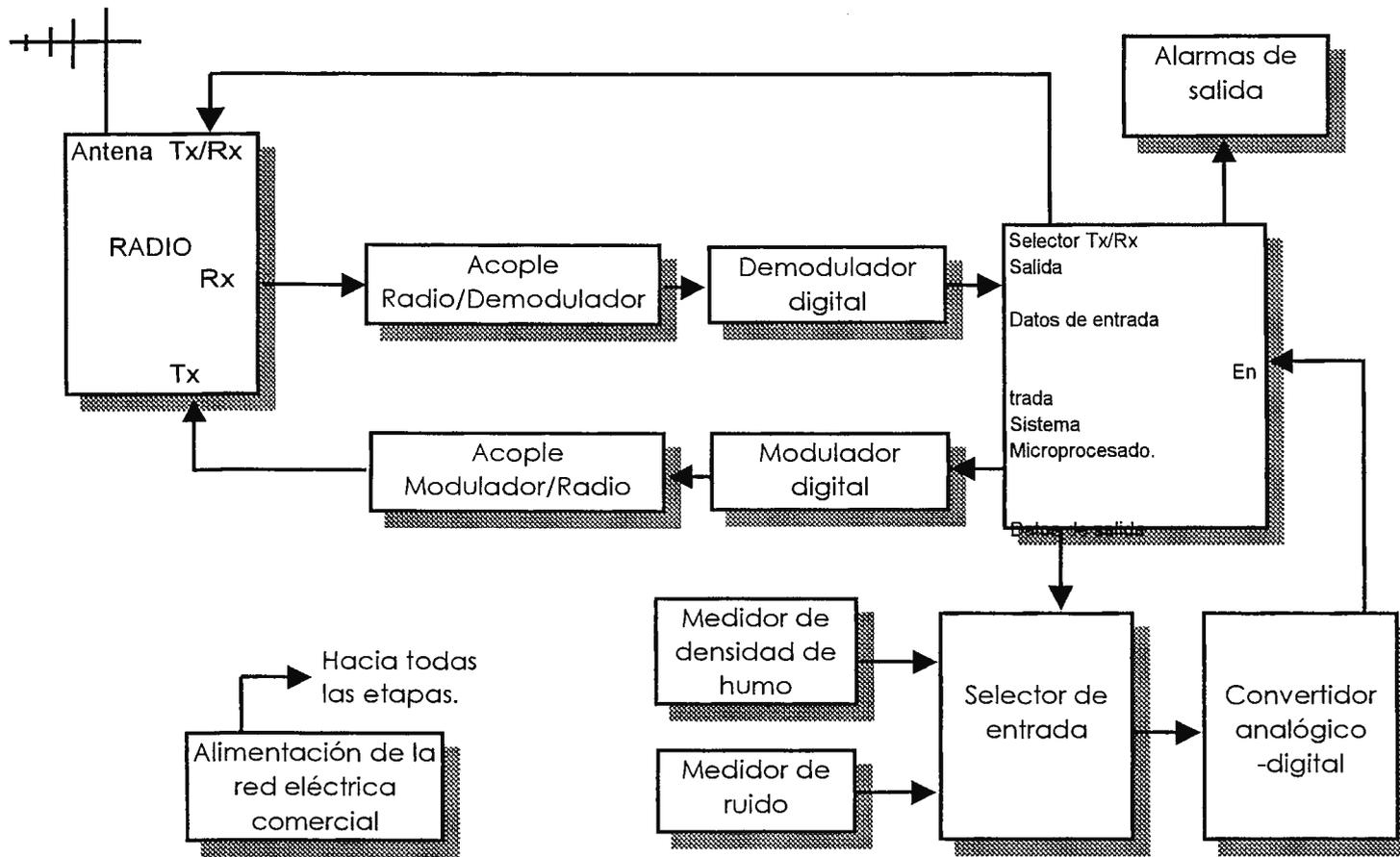


FIGURA 2.13 DIAGRAMA EN BLOQUES DEL PROTOTIPO DE LA ESTACION REMOTA

En la figura 2.13 se observan las diferentes etapas que componen a la estación remota. Este sistema tiene su control central en el sistema microprocesado.

En general, el funcionamiento de este sistema se basa en la transmisión y recepción de tramas.

En la sección transmisora, el sistema microprocesado se encargará, por medio de un programa en ROM, de armar la trama donde se contendrá en sus diferentes partes:

- Identificador de la estación remota.
- Lectura actual del medidor de humo.
- Lectura actual del medidor de ruido.
- Bits de inicio, parada y paridad.

En la sección receptora, el sistema microprocesado se encargará de leer y decodificar la trama enviada por la estación central, la cual contendrá:

- Aviso de información recibida.
- Señalización para activar el registro de alarmas.
- Petición de transmisión de los datos medidos.

Las etapas posteriores que componen a la estación remota, tienen la misma función que en la estación central, tales como el radio, secciones de acople y moduladores / demoduladores.

2.5 JUSTIFICACION.

El presente trabajo de graduación, pretende dar un aporte a la sociedad salvadoreña para contribuir a mitigar uno de los principales problemas del país, la contaminación del medio ambiente, por medio del diseño de una red de teleacción para realizar la medición y análisis de información sobre la densidad de smoke presente en el aire, así como también la contaminación por ruido existente en diferentes puntos estratégicamente seleccionados.

El trabajo de graduación encuentra su justificación en el hecho de que brinda una solución al problema planteado en una sección previa, ya que es posible monitorear agentes contaminantes en diversos puntos del área metropolitana de San Salvador, por medio de una red cuyos elementos terminales de datos pueden ser ubicados y reubicados a conveniencia; esto es posible ya que la forma de transmisión de la información es por medio de señales de radio. La estación central que poseerá la red permitirá un análisis de la información más oportuna y con el mínimo de complicaciones por las entidades relacionadas. En cuanto a costos, esto se justifica en la poca necesidad de personal especializado para ir a tomar las pruebas y proveer mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos. Además, los beneficios que trae para el medio ambiente son invaluablemente económicos.

La información será centralizada y recibida en un sólo punto para su análisis y así tener conocimiento de las condiciones ambientales de un grupo de estaciones, donde se tenga acceso a un medio de transmisión adecuado y en cualquier momento del día, siendo esto algo que no ha sido implementado en el país. Los parámetros monitoreados son de gran interés para las diferentes organizaciones ambientalistas que defienden y luchan por preservar el medio ambiente, así es posible dar un aporte encaminado a facilitar la obtención de datos sobre agentes contaminantes, los cuales serían difíciles y lentos de determinar haciendo uso de la observación directa y toma de lecturas en el lugar, lo que conlleva retrasos y defases de los datos analizados cuando se requiera tomar medidas mitigantes.

La creación del prototipo se justifica en el hecho de que muestra claramente los beneficios de la red diseñada, así como proporciona pruebas reales de que el sistema puede en algún momento ser implementado en su totalidad.

BENEFICIOS OBTENIDOS:

- Se logra un mayor control en el monitoreo de la contaminación ambiental, pudiendo tomar decisiones oportunas antes de llegar a niveles no saludables al ser humano.
- Ahorro de costos en la toma de las mediciones de los niveles de contaminación, ya que es un sistema de poco mantenimiento y a control remoto, haciéndolo de esta forma atractivo a los organismos que velan por la recuperación ambiental.
- Da la oportunidad de generar tecnologías propias para solventar necesidades locales.

CAPITULO III

ARQUITECTURA DE LA RED DE TELEACCION

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 ARQUITECTURA GENERAL DE UNA RED.

En una forma simple, el concepto de cliente y servidor es un método de separación de la carga de trabajo demandada a las computadoras por los sistemas de aplicación.

El cliente es la máquina usuario, la cual solicita información y el servidor es la máquina que almacena los archivos o la máquina que asiste en el envío de la información hacia el usuario. La pauta para la reducción de tamaño en la tecnología cliente servidor es la división del procesamiento de la carga de trabajo en cierta cantidad de máquinas, es decir un grupo de pequeños elementos, los cuales puedan hacer el trabajo que normalmente requeriría de un sistema grande de computo (Mainframe). Esto asegura que el procesador esté mejor habilitado para desarrollar una función que le haya sido asignada. Algunas de las tareas realizadas por el mainframe son ahora desarrolladas por el cliente, es decir la interfaz usuario. La división del procesamiento provee

un método eficiente de utilizar la potencia de cada computadora en la red.

En el modelo cliente – servidor, un programa de aplicación es dividido en dos partes dentro de la red. La porción del programa del cliente o extremo frontal es corrida por usuarios individuales y realizan funciones como consulta de base de datos, producir un reporte o introducir nueva información. La parte del cliente del programa ejecutado en la estación de trabajo hace uso de su RAM y de su unidad de procesamiento CPU.

El servidor o extremo posterior del programa está residente en una computadora, la cual está configurada para soportar múltiples clientes y les ofrece el acceso a múltiples aplicaciones, tales como impresión, almacenamiento, comunicaciones, etc. Así el servidor está configurado con más RAM y mayor velocidad del CPU que los clientes conectados en la red.

3.1.2 ELEMENTOS DE UNA ARQUITECTURA.

El ambiente cliente – servidor generalmente consiste de tres elementos como lo son el cliente, el servidor y la red que conecta a ambos. La red es considerada un elemento clave en el ambiente cliente – servidor ya que puentea las aplicaciones entre los extremos.

EL CLIENTE.

En un ambiente cliente-servidor, la función de la estación de trabajo es la de una terminal inteligente enlazada a una mainframe. Cuando el computador central recibe una petición de servicio, éste es responsable de procesar los datos y proveer una respuesta. Al suministrar sólo la respuesta, se mantiene el tráfico de la red al mínimo. Al equipar al servidor de mayor memoria e intensivas funciones de procesamiento, múltiples estaciones de trabajo (Clientes) pueden configurarse en forma económica.

Es el cliente quien determina que el ambiente sea el de cliente-servidor. Terminales tontas conectadas a una minicomputadora no hacen de ésta un servidor debido a que no es transparente a la partición de recursos. Por definición el cliente debe ser una terminal inteligente con un sistema operativo cargable.

EL SERVIDOR.

En el ambiente cliente servidor, el servidor es el que trabaja más. Un servidor es una computadora, la cual transparentemente provee sus recursos para que sean usados por otros sistemas de computador. Un servidor provee más que la funcionabilidad de una mainframe.

Existen dos categorías de servidores: el multipropósitos y el especializado.

Un servidor multipropósito puede dar soporte a una variedad de aplicaciones y es apropiado para el uso en redes pequeñas.

El servidor especializado es el que está dedicado a dar soporte a una función particular tal como facsimil, correo electrónico, etc.

LA RED (NETWORK).

La red consiste del medio de transmisión y reglas de intercambio de información (Protocolo de comunicaciones) utilizado entre los clientes y los servidores. El medio de transmisión utilizado no es diferente al utilizado por otros ambientes de computadoras. Los medios más comunes son el coaxial (grueso y delgado), par entorchado y fibra óptica. Los medios utilizados para transmisión inalámbrica pueden ser señales de radio y señales infrarojas. El escoger un medio de transmisión esta influenciado por aspectos de costo-funcionamiento.

Los protocolos de comunicación utilizados para el adecuado transporte de la información en el medio de transmisión varían según la aplicación, nivel de seguridad, velocidad y puede ser orientado a caracter o a bits.

3.1.3 ARQUITECTURA DE LA RED DE TELEACCION.

Para la red de teleacción orientada a la detección de contaminantes del medio ambiente, el concepto de arquitectura varía un poco en la definición de sus elementos; siempre existen en esta red los elementos de servidor, cliente y red pero con otro enfoque según la función que desempeñan.

EL CLIENTE DE LA RED DE TELEACCION.

Podemos hablar del concepto de cliente en la red de teleacción, debido a que es una terminal inteligente, ya que ésta posee su sistema de operatividad pues desarrolla su programa cuando el servidor o estación central envía su código de estación remota. El concepto de cliente (estación remota) de la red de teleacción es el de un sistema capaz de recolectar información sobre los niveles de smoke y ruido y enviarlos por un medio adecuado hacia el servidor o estación central al estar en modalidad de transmisión. El cliente recibe ordenes de cambio de modo de recepción a transmisión mediante la ejecución del software de la estación remota.

La estación remota en recepción esta en espera de su código de estación y además puede recibir ordenes de activación de alarma.

EL SERVIDOR DE LA RED DE TELEACCION.

El concepto de servidor de la red de teleacción, es aplicable debido a que éste es quien tiene a su cargo la intermediación para el correcto control sobre la información que puede ser proveída por los clientes o estaciones remotas.

El servidor o estación central es quien a través del medio de transmisión y el método de poleo determina a quien de los clientes o estaciones remotas interroga para que ésta le provea la información sobre los porcentajes de smoke y cantidad de ruido y que así el servidor pueda procesar dicha información. Además el servidor puede manejar múltiples clientes y puede guardar la información de éstos en diferentes localidades de memoria, siendo la velocidad de éste mayor que la de las estaciones remotas o clientes.

LA RED (NETWORK) EN LA RED DE TELEACCIÓN.

El medio de transmisión de la red, como ya fue definido en un capítulo anterior es el medio inalámbrico y se utiliza un sistema de radio comunicaciones móviles en modo de operación semiduplex, puesto que en esta red se utiliza un sentido de comunicación a la vez entre el servidor y el cliente que está siendo interrogado. En un capítulo

posterior se profundiza sobre el sistema de comunicaciones utilizado como medio de transmisión para el diseño de la red de teleacción en lo que respecta a características técnicas .

3.2 DIAGRAMA GENERAL DE LA RED DE TELEACCIÓN

Se presenta en la Figura 3.1 el diagrama general de la red de teleacción, en el cual se distinguen la estación central de la red o centro de control, desde este punto se comanda la transmisión de información en todos los sentidos. Esta estación indica en que momento deben transmitir información todas y cada una de las estaciones terminales, así también es la encargada de recibir y procesar los datos obtenidos de las lecturas realizadas por las estaciones terminales. Se visualiza también el punto de repetición (el cual es de gran altura y de muy buen alcance visual) y tiene como objetivo lograr la cobertura necesaria para cubrir cualquier sitio dentro del área de estudio, que en este caso es el área metropolitana de San Salvador. Las estaciones terminales son las encargadas de realizar las lecturas de los niveles de contaminación del aire (densidad de smoke y ruido) y transmiten los datos cuando la estación central lo solicita. Se han calculado un número de 5 estaciones estratégicamente ubicadas, con el objetivo de cubrir puntos representativos de las diferentes zonas de la

DIAGRAMA GENERAL DE LA RED DE TELEACCION

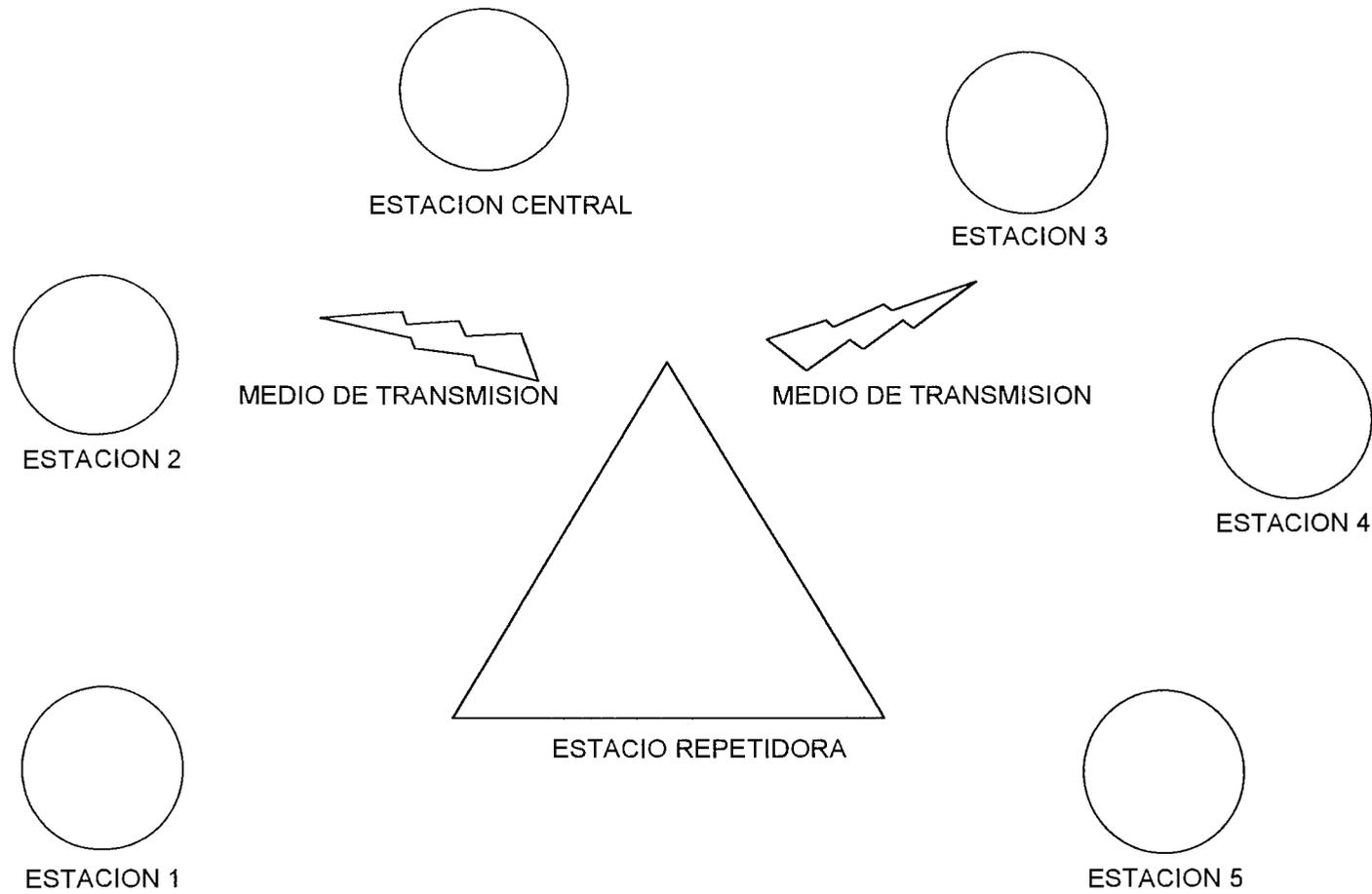


FIGURA 3.1 RED DE TELEACCION. DIAGRAMA GENERAL.

ciudad (zona residencial, comercial, industrial, etc.). Se examinará más adelante un estudio realizado por la organización SWISSCONTAC – PROECO sobre contaminación en San Salvador. A partir de una adaptación del mismo, se eligieron los sitios de detalle. El hecho de elegir 5 sitios es un criterio de diseño bastante acertado ya que toma a consideración puntos de diferentes áreas geográficas de la capital. El medio de transmisión es otra parte de la red, el cual en este caso es el espacio libre, ya que la comunicación se realizará vía señales electromagnéticas por medio de un canal de radio comunicaciones móviles.

3.3 SELECCION DE LOS LUGARES DE MUESTREO

Se presenta a continuación el procedimiento seguido para la elección de las estaciones de monitoreo.

Se han tomado como base los estudios realizados por SWISSCONTACT-PROECO sobre varios puntos del área metropolitana de San Salvador, donde se realizaron pruebas manuales y de una forma periódica.

3.3.1 DEPURACION DE LOS SITIOS POSIBLES

En las ciudades, la elección de los puntos de muestreo, es usualmente realizada en base a una cierta clasificación de la urbe, tomando puntos representativos de cada zona, podemos hablar entonces que existen las siguientes áreas dentro de una ciudad:

- **Urbana central**
- **Industrial**
- **Residencial**
- **Comercial**
- **Zonas periféricas**

A) URBANA CENTRAL:

La zona urbano central es el centro de toda ciudad importante con matices característicos de cada zona del mundo, pero en general es el área urbana que dio origen a cada ciudad. En San Salvador, esta área está definida por una zona comercial y semi urbanizada, donde se encuentra la Catedral Metropolitana, el Palacio de Gobierno, el Mercado Central y una gran variedad de edificios y locales comerciales. Podemos delimitar esta zona desde el Hospital Rosales hasta el Reloj de Flores, mencionando además que es de vital

importancia para el sostenimiento de la ciudad por su intensa actividad comercial y por la gran circulación vehicular diaria y peatonal.

B) ZONA INDUSTRIAL:

Existen muchas zonas industriales en San Salvador y sus vecindades, las cuales han crecido mezcladas con las zonas residenciales, debido a una legislatura deficiente y la falta de supervisión en el origen de las mismas. Podemos mencionar algunas como por ejemplo el Boulevard del Ejercito Nacional, la Zona Franca de San Bartolo, el área de la Autopista Sur, Soyapango, etc.

Desgraciadamente las zonas industriales del país generan demasiada contaminación, teniendo un mayor impacto debido a su cercanía con las zonas residenciales.

C) ZONA RESIDENCIAL:

Existe un gran número de zonas residenciales en San Salvador, tanto en el área urbana central como en las periferias. En la actualidad, las zonas residenciales se han expandido incluso a las áreas cercanas a las faldas del Volcán de San Salvador, todo esto debido a la creciente población y a la excesiva demanda de vivienda. Se produce un fenómeno de traslape de ciudades, debido a que las mismas han

crecido tanto que tienden a encontrarse, como son el ejemplo de Santa Tecla, Soyapango, San Salvador, Ciudad Delgado, etc.

El medir los niveles de contaminación en el área residencial exige un gran esfuerzo, ya que es aquí donde las personas pasan la mayor parte del tiempo y es donde descansan por las noches.

D) ZONAS COMERCIALES:

Las zonas comerciales de gran envergadura son una moda muy difundida en la actualidad, ya que es un nuevo concepto que busca recolectar la mayor cantidad de servicios y ponerlos a la disposición de la población, alcanzando así grandes concentraciones de gente en un mismo espacio, lo que hace necesario estar pendiente de la calidad del aire que se respira en estos sitios.

Para mencionar algunos ejemplos, tenemos: Metrocentro, Plaza Metropolis, Plaza Merliot, Centro Comercial San Luis, Galerías Escalón, Zona Rosa, Paseo General Escalón, Autopista Sur, etc.

E) ZONAS PERIFERICAS:

Las zonas periféricas de San Salvador, son por lo general zonas de Residencia, aunque es posible encontrar áreas comerciales y algunas industrias. Tenemos por ejemplo las áreas cercanas a las faldas del

Volcán de San Salvador, Las colonias del Municipio de Ayutuxtepeque hacia el Norte de la Ciudad, las nuevas colonias de Soyapango, etc.

La selección de los sitios apropiados de la red de muestreo de los niveles de contaminación en el aire ambiente, debe considerar el suministro de una variedad de datos, incluyendo los siguientes:

- **OBJETIVOS DEL MUESTREO**

Usualmente determinará tipos apropiados de áreas específicas de estudio. Por ejemplo, el muestreo orientado al tráfico puede relacionar zonas periféricas o sitios cercanos a una carrera, mientras que estudios epidemiológicos forzarán a una inclinación por localidades expuestas en el centro de la ciudad o suburbanos.

- **FUENTES Y EMISIONES**

La compilación de datos de emisión es usualmente un paso importante en el sitio de selección. Si no es posible el inventario de una emisión completa, el suplente estadístico tal como la distribución de la población y el uso de los vehículos de motor pueden demostrar una gran utilidad.

- **METEREOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA**

Las condiciones meteorológicas prevalentes y las características topográficas influenciarán fuertemente en la dispersión de los contaminantes del aire o en el caso de contaminantes secundarios, tales como el ozono, afecta su producción en la atmósfera.

- **CONDICIONES DEL SITIO.**

Además de elegir las técnicas de valoración adecuadas, hay que escoger cuidadosamente los lugares de instalación de material para la toma de muestras, así como las horas y la frecuencia de los muestreos (que para el caso es constante ya que los equipos están permanentemente instalados en el sitio), para que el aire analizado sea verdaderamente representativo del que respira la población objeto de estudio.

El acceso al sitio de muestreo es de importancia práctica, también como el vandalismo potencial, los cuales son aspectos ya anteriormente tratados, por lo que se han de montar las estaciones en postes del tendido eléctrico a una altura que brinde seguridad para la mayoría de situaciones vandálicas.

- **UBICACIÓN DEL MONITOR**

Debe tenerse en mente que el valor de las medidas es sólo representativo para el lugar del muestreador. La poca exposición por una gran escala, depende de la homogeneidad de la distribución del contaminante. Por ejemplo, en áreas periféricas, cada 10 cm. puede influenciar el resultado, mientras que en áreas rurales la localización del sitio no es tan importante. En el muestreo de sitios fuera de fuentes específicas tales como los muestreadores de tráfico, son colocados normalmente a una altura de 3 a 4 metros, pero es aceptable ubicarlos a unos 6 metros como máximo. Cada sitio del muestreo debe ser descrito cuidadosamente con respecto a las características del sitio, tales como, distancia de la carretera, altura sobre la tierra y por coordenadas en un mapa.

3.3.2 FACTORES IMPORTANTES PARA LA MEDICIÓN DE NIVELES DE RUIDO

Es importante hablar de las condiciones especiales a tomar en cuenta en la medición del ruido ambiental, ya que su degradación o pérdida de energía en el espacio libre es muy acelerada.

Para que los datos recopilados sean representativos del lugar estudiado, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- La posición del sonómetro deberá ser horizontal y en dirección a la fuente que se analiza.
- Debe evitarse perturbar el ambiente, para que la muestra sea fiel del lugar analizado (Ej.: no poner alarmas auditivas, etc.).
- La altura del aparato respecto al suelo, no debe sobrepasar los 6 mts.

Respecto a mediciones de ruido, el alcance o el área que se puede decir que conserva las características de los valores medidos, no sobrepasa los 10 mts de radio.

3.3.3 COBERTURA DE LAS ESTACIONES REMOTAS.

La cobertura de las estaciones terminales es muy difícil de determinar, ya que la misma depende de varios factores tales como el tipo de contaminante, la topología del terreno y la infraestructura que forma parte del área de estudio. Vemos así por ejemplo, como mencionamos anteriormente, que el ruido sonoro conserva sus características en el ambiente con un radio no mayor a 10 mts, ya que la absorción de energía de las ondas sonoras por parte del medio es muy grande, lo que produce una degradación a corta distancia. El ozono conserva sus características en un radio de acción muy grande,

incluso abarca muchos Kilometros de la troposfera. Por otra parte, un terreno muy quebrado proporcionará características muy diferentes en las partes altas que en las partes bajas. Por ejemplo, una nube de dióxido de carbono tendrá mayor concentración en las partes altas que en una hondonada perteneciente a un área determinada. La infraestructura es un factor importante, ya que un área suburbana (con pocos edificios) mantendrá un patrón más homogéneo que un área completamente llena de edificaciones, ya que brindan obstáculos potenciales a la expansión de un contaminante, por ejemplo, las caras de un edificio proveen un paño que alberga el ollín que viaja en el humo negro. Un área casi rural brinda la posibilidad de ubicar una estación en casi cualquier sitio, ya que no presenta mayor variación en la topología del terreno, no así un terreno boscoso el cual es completamente diferente.

En la ciudad de San Salvador, no existen estudios que determinen los patrones de comportamiento de un contaminante respecto al tipo de terreno. Puesto que San Salvador puede considerarse en su mayoría como un área suburbana, es posible asumir un estándar de 300 mts^{vi} de radio de cobertura para el Smoke y de unos 10 mts para el ruido ambiental.

3.3.4 PROCESO PARA SELECCIONAR LA UBICACION DE LAS ESTACIONES REMOTAS

Se presenta a continuación una serie de puntos geográficos del área metropolitana de San Salvador, los cuales son de vital importancia por la gran cantidad de personas que circula a diario por los mismos. Se pretende elegir 5 sitios para formar parte de la red de teleacción, en base a estudios de flujo vehicular y niveles de algunos contaminantes en la zona.

Tenemos los siguientes sitios:

1. SAQUIRO, sobre la Autopista Sur.
2. SUPERMERCADO EL SOL, contiguo al parque Fuentes Bethoven.
3. HOSPITAL DE MATERNIDAD.
4. SUPERMERCADO SELECTOS, entre Av. Olímpica y Calle El Progreso.
5. SOYAPANGO, el centro de Soyapango y parte del Boulevard del Ejercito.
6. SAGRISA
7. UNIVERSIDAD NACIONAL, intersección Calle a San Antonio Abad y Boulevard Los Héroes.
8. RELOJ DE FLORES.
9. INTERSECCION 49 Av. SUR Y BOULEVARD VENEZUELA.
10. 1a. CALLE ORIENTE Y 2a Av. NORTE.
11. 1a. CALLE PTE. ENTRE 1a. Y 3a Av. NORTE.

El transporte público es una de las principales fuentes de contaminación del aire, debido al sulfuro que despiden al ambiente, por eso es necesario analizar la cantidad de rutas de buses que pasan por una zona determinada. Para comparar estos sitios en base a este aspecto, es necesario basarnos en las tablas de la 3.1.A a la 3.1.H^{VI}, las cuales nos muestran un estudio realizado en un período de tiempo de 6 días en varios puntos de la ciudad. Se tomaron como muestra varios autobuses a diferente hora, observando la cantidad relativa de gente que transportaba (Sobrecargado, lleno o vacío), el tipo de combustible que utilizaba (Diesel o Gasolina), de acuerdo al modelo; la cantidad relativa de humo (altamente ofensivo, medianamente ofensivo o aceptable); y el parámetro más importante es el porcentaje de densidad de humo de cada automotor. Es así como se lee el promedio por zona, el cual nos dará la pauta para la elección adecuada de los sitios donde se encontrarán las estaciones remotas de la red de teleacción.

INVENTARIOS DE VEHICULOS

Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989

Punto de Muestreo: Calle San Antonio Abad Blvd. Los Héroes

Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
R-1		7 a.m.	X			X			X		12
R-1		7:20	X			X			X		12
R-1		7:30	X			X		X			16
R-3		7:02	X			X				X	4
R-3		7:15	X			X		X			12
R-3		7:38		X		X		X			12
R-9		7:05	X			X		X			10
R-9		7:08	X			X		X			12
R-9		7:12	X			X		X			12
R-9		7:20	X			X					14
R-9		7:24	X			X					16
R-9		7:30	X			X					16
R-9		7:42		X		X					16
R-26		7:25	X			X					12
R-30		7:01	X			X		X	X		4
R-30		7:13	X			X			X		4
										Promedio	11.5

TABLA 3.1.A. ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

INVENTARIOS DE VEHICULOS

Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989

Punto de Muestreo: Calle San Antonio Abad Blvd. Los Héroes

Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
R-30		7:25				X		X			18
R-30		7:40		X		X		X			18
R-30		12:10		X		X		X			20
R-31		7:25		X		X				X	8
R-31		7:45			X	X			X		8
R-31		7:04	X			X			X		12
R-33		7:10	X			X			X		12
R-33		12:13		X		X		X			12
R-33		12:20		X		X		X			14
R-33		7:35	X			X		X			16
R-33		6:50	X			X			X		16
R-44		6:55	X			X		X			12
R-44		7:10	X			X			X		16
R-46		12:00		X		X		X			12
R-46		12:15	X			X		X			16
R-46		12:25	X			X		X			16
Promedio										14.125	

TABLA 3.1.B. ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

INVENTARIOS DE VEHICULOS

Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989

Punto de Muestreo: 25 Av. Norte - Calle Arce (Hospital Rosales)

Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
R-3		4:30		X		X		X			16
R-3		4:50		X		X		X			16
R-4		7:40		X		X			X		12
R-4		4:10		X		X			X		12
R-9		7:50			X	X				X	4
R-9		4:20		X		X			X		8
R-33		12:00		X		X			X		1
R-33		12:05		X		X		X			16
R-101 C		9:30			X	X		X			16
P	Datsun	9:15			X		X		X		12
P	Honda	9:20			X		X			X	0
P	Toyota	9:22			X		X		X		12
P	Ford	10:20			X		X	X			18
P	Toyota	10:23			X		X		X		12
P	Mazda	10:35			X		X			X	0
P	Isuzu	10:37			X		X			X	4
										Promedio	9.9375

TABLA 3.1.C. ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

INVENTARIOS DE VEHICULOS

Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989

Punto de Muestreo: Reloj de Flores

Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
R-31		7:45	X			X		X			16
R-31		8:10		X		X		X			16
R-31		8:30		X		X		X			18
R-33		7:40		X		X				X	4
R-33		7:55		X		X				X	4
R-33		4:25		X		X		X			16
R-34		4:40		X		X		X			16
R-41		7:47	X			X			X		12
R-41		7:53	X			X			X		12
R-41		8:12		X		X			X		12
R-41		4:15		X		X		X			16
R-42		4:30		X		X		X			16
Cam	Ford	7:30	X			X		X			16
Cam	Man	7:33		X		X		X			16
Cam	Toyota	7:50		X		X			X		12
Cam	Toyota	8:02		X		X		X			18
Promedio										13.75	

TABLA 3.1.D. ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

INVENTARIOS DE VEHICULOS

Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989

Punto de Muestreo: Blvd. Venezuela - 49 Av. Sur

Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
R-5		2:20			X	X					12
R-8		2:25			X	X					16
P	Nissan				X		X	X			0
P	Nissan				X		X		X		0
P	Nissan				X		X			X	0
P	Mazda				X		X			X	0
P	Toyota				X		X			X	0
P	Toyota				X		X			X	0
P	Toyota				X		X			X	0
Cam	Hino			X		X				X	12
CT	Ford			X		X				X	12
T	Mask					X		X			16
Cam	John					X		X			16
	Deare										
										Promedio	5.25

TABLA 3.1.E. ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

INVENTARIOS DE VEHICULOS

Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989

Punto de Muestreo: 1a. Calle Oriente - 2a. Avenida Norte

Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
R-2		9:45			X	X			X		12
R-2		10:00			X	X			X		12
R-13		10:02			X	X				X	4
R-13		10:15		X		X			X		12
R-13		3:10			X	X			X		12
R-13		3:18			X	X			X		12
R-13		9:45		X		X			X		12
R-14		10:05		X		X			X		12
R-22		9:20		X		X			X		13
R-23		10:10		X		X		X			14
										Promedio	11.5

TABLA 3.1.F ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

<i>INVENTARIOS DE VEHICULOS</i>											
Punto de Muestreo: 1a. Calle Poniente entre 1a. y 3a. Avenida Norte											Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989
Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
Mic	Toyota	8:40		X		X			X		12
Mic	Toyota	9:10			X	X		X			16
Mic	Toyota	8:30		X			X			X	8
Mic	Toyota	8:45		X			X		X		10
Mic	Toyota	9:00		X			X		X		12
Mic	Toyota	9:05		X			X		X		12
										Promedio	11.66667

TABLA 3.1.G. ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

INVENTARIOS DE VEHICULOS

Fecha: del 10 al 15 de Abril de 1989

Punto de Muestreo: Reloj de Flores

Tipo de Empresa	Marca	Hora	Capacidad			Combustible		Humo			% densidad Humo
			Sobre Cargado	Lleno	Vacío	Diesel	Gasolina	Altamente Ofensivo	Medianamente Ofensivo	Aceptable	
R-3		8:20		X		X		X			16
R-3		12:15		X		X		X			16
R-7		7:35		X		X				X	8
R-7		10:19		X		X				X	8
R-7		4:30		X		X			X		12
R-7		7:52		X		X				X	4
R-7C		4:35			X	X				X	8
R-7C		4:50		X		X				X	8
R-29		8:10			X	X				X	4
R-29		4:10			X	X				X	4
R-29		4:15		X		X			X		8
R-29		7:45		X		X			X		12
R-29		7:53		X		X			X		12
R-29A		8:05		X		X		X			16
R-31		7:40		X		X			X		12
R-31		7:45		X		X			X		12
										Promedio	10

TABLA 3.1.H. ESTUDIO REALIZADO DEL FLUJO VEHICULAR EN SAN SALVADOR

sitios donde se encontrarán las estaciones remotas de la red de teleacción. Observamos que resaltan los siguientes puntos geográficos dentro de las pruebas:

- Reloj de Flores (13.75 y 10.0)
- Intersección entre calle a San Antonio Abad y Boulevard de Los Héroes (11.5 y 14.125)
- Hospital Rosales (9.94)
- 1a Calle Pte. Entre 1a y 3a Av. Norte (11.7)

Se Tomarán muy en cuenta estos resultados más adelante, pero antes analicemos otros aspectos importantes.

La tabla 3.2^{vi} muestra los resultados promedios obtenidos en el período de Abril a Septiembre de 1996, durante el cual se midió la cantidad de algunos contaminantes del aire de consecuencias importantes para el ser humano, en 7 puntos de San Salvador. Se escogieron para el estudio puntos de bajo, mediano y alto flujo vehicular, según un listado proporcionado por el Vice-Ministerio de Transporte, a través de la Unidad de Ingeniería de Tránsito^{vi}. El tiempo de muestreo para material particulado (PM10) fue de 24 horas; para el Ozono, ocho días; y para el Dióxido de Nitrógeno, un mes. Los resultados obtenidos se compararon con las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud

**RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS CONTAMINANTES EN EL AIRE
EN DIFERENTES PUNTOS DE SAN SALVADOR**

	MATERIAL PARICULADO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PLOMO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	DIOXIDO DE NITROGENO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OZONO $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SAQUIRO	47.77	0.11	74.67	49.32
SUPERMERCADO EL SOL	48.44	0.1	78.5	39.29
HOSPITAL DE MATERNIDAD	100.05	0.32	71.99	39.26
SUPERMERCADO SELECTOS	78.44	0.34	83.59	40.82
SAGRISA	82.41	0.09	64.12	39.89
SOYAPANGO	133.46	0.17	55.63	50.12
APOPA	47.13	0.02	57.96	41.51

Normas establecidas por la Organización Mundial para la Salud (OMS)				
	MATERIAL PARICULADO $\mu\text{b}/\text{m}^3$	PLOMO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	DIOXIDO DE NITROGENO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OZONO $\mu\text{g}/\text{m}^3$
LIMITE PERMISIBLE	50	1	100	60

Nota: Estudio realizado en el período de Abril a Septiembre de 1996.

TABLA 3.2 ESTUDIO REALIZADO DE LA CONTAMINACION EN SAN SALVADOR

(OMS) y se muestran en la tabla 3.2 como una sección separada de la misma. De esta tabla, observamos a Soyapango como un área donde los niveles de PM10 sobrepasan lo permisible y seguro; el Dióxido de Nitrógeno es elevado también. El Hospital de Maternidad muestra también niveles altos de PM10 y un valor mucho mayor de Dióxido de Nitrógeno que Soyapango. Las pruebas realizadas en SAQUIRO (Sobre Autopista Sur), reflejan niveles altos de Dióxido de Nitrógeno. Los tres sitios antes mencionados son candidatos propicios a formar parte de la red de teleacción para el monitoreo de la calidad del aire.

Otros estudios más complejos y con un mayor número de agentes a monitorear, realizados por SWISSCONTACT – PROECO, en los mismos puntos mencionados anteriormente, arrojan los datos representados en las figuras de la 3.2.A a la 3.2.J. Las gráficas adjuntas a cada tabla (dentro de la figura) ayudan al lector a hacerse una mejor idea de los niveles alarmantes alcanzados en la ciudad de San Salvador. Se concluye que los niveles mayores en promedio son alcanzados por los sitios denominados Saquirola, Supermercados El Sol, Hospital de Maternidad y Soyapango.

Se hace referencia también a estudios de niveles de ruido en diferentes puntos del área de San Salvador. Se presentan los resultados de un estudio realizado sobre niveles de ruido en diferentes puntos del área metropolitana de San Salvador en la tabla 3.3. Se observa que en

FIGURA 3.2.A
 CONCENTRACIONES DE DIOXIDO DE NITROGENO (NO₂) CUANTIFICADAS EN
 DIFERENTES PUNTOS DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR EN μm^3

SITIO		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Saquiرو	140.33	39.44	48.45	57.44	77.7	45.1	17.32	52.12	40.5
2	Supermercado El Sol	117.11	46.87	51.51	65.87	101.14	75.5	40.96	76.92	59.28
3	Hospital de Maternidad	113.91	53.85	51.34	71.47	68.91	81.57	51.12	95.16	57.77
4	Supermercado Selectos	136.14	52.66	55.16	95.2	78.8	62.1	36.05	83.31	71.35
5	Sagrisa	21.34	65.09	63.76	87.44	82.95	68.68	48.24	60.46	70.16
6	Soyapango	NM	50.52	49.03	55.39	67.57	61.73	46.44	73.42	64.93
7	Apopa	NM	41.86	44.53	69.57	75.86	51.02	34.58	42.94	56.46
8	Santa Tecla	NM	NM	NM	NM	NM	NM	69.18	74.22	61.01
PROMEDIO		126.87	50.04	53.47	73.2	78.99	63.37	42.99	69.62	60.18

NM = No Muestreado

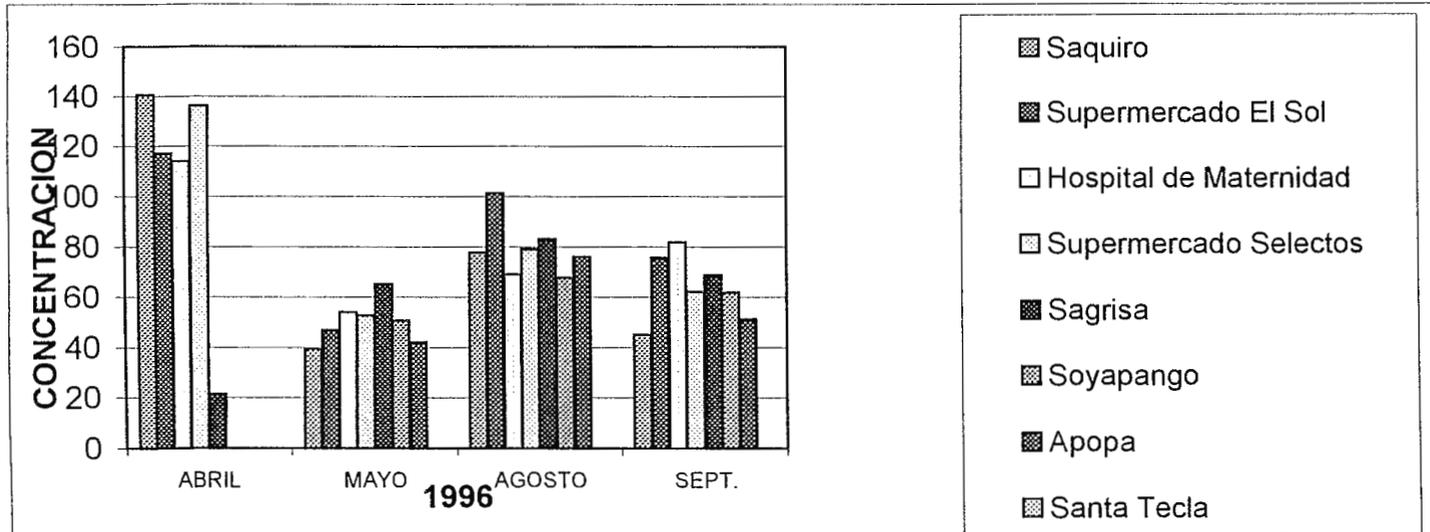


FIGURA 3.2.B
 CONCENTRACIONES DE OZONO (O₃) CUANTIFICADAS EN
 DIFERENTES PUNTOS DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR EN μm^3

SITIO		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Saquiرو	60.55	41.86	39.43	44.38	60.39	70.23	81.52	55.82	50.35
2	Supermercado El Sol	34.57	29.31	33.21	44	55.36	62.48	87.38	55.64	63.68
3	Hospital de Maternidad	46.52	27.22	30.91	48.9	44.75	71.08	73.84	45.07	52.53
4	Supermercado Selectos	41.08	27.04	38.17	38.09	59.73	42.65	74.78	49.3	44.38
5	Sagrisa	45.49	26.68	43.28	26.61	57.42	58.96	73.95	55.71	58.51
6	Soyapango	NM	50.16	46.28	40.18	63.86	65.24	43.24	53.61	70.45
7	Apopa	NM	45.21	47.47	32.81	40.54	89.75	74.48	54.1	63.23
8	Santa Tecla	NM	NM	NM	NM	NM	NM	110.4	50.9	63.6
PROMEDIO		45.64	35.35	39.82	39	54.58	65.77	77.45	52.52	60.83

NM = No Muestreado

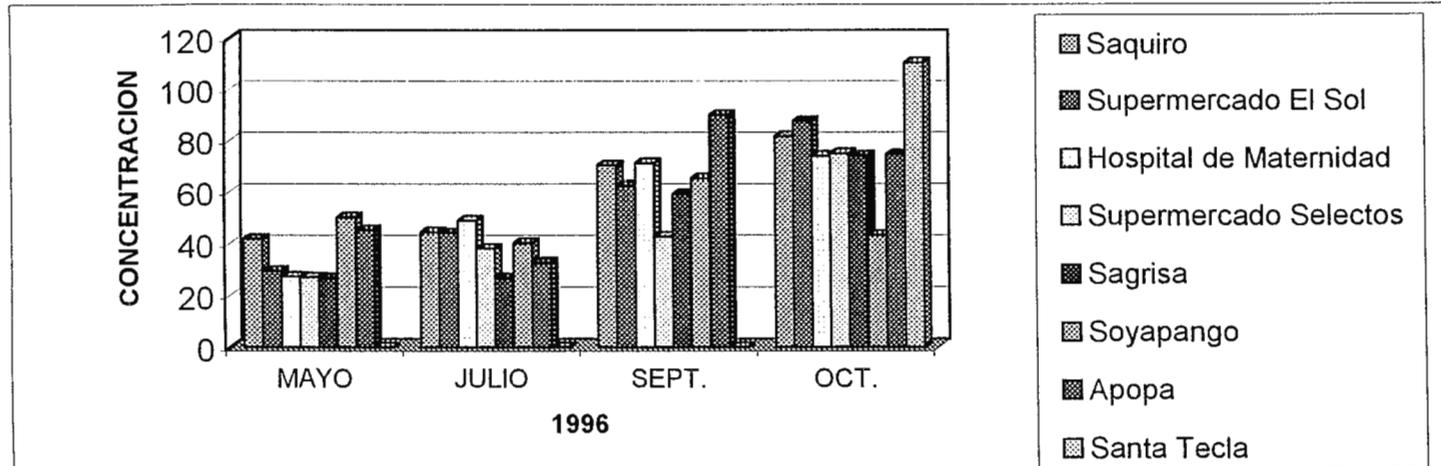


FIGURA 3.2.C
**CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (MP₁₀) CUANTIFICADAS EN
 DIFERENTES PUNTOS DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR EN $\mu\text{m}/\text{m}^3$**

SITIO		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Saquirol	59.3	45.68	NM	28.67	57.41	56.91	29.19	13.97	14.38
2	Supermercado El Sol	66.83	44.4	43.1	43.58	44.29	85.51	43.71	42.93	25.71
3	Hospital de Maternidad	74.35	NM	173.84	64.93	87.96	42.9	57.23	NM	115.25
4	Supermercado Selectos	27.84	NM	173.55	43.07	69.29	28.84	43.64	36.82	40.4
5	Sagrisa	55.6	NM	99.74	87.29	87.01	100.84	87.27	34.51	48.64
6	Soyapango	205.15	NM	67.86	28.31	232.02	128.69	72.37	NM	100.84
7	Apopa	78.61	NM	67.19	14.6	28.1	144.18	117.12	38.75	29.04
8	Santa Tecla	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	60.39	85.29
PROMEDIO		81.1	45.04	104.21	44.42	86.45	83.98	64.36	37.9	67.21

NM = No Muestreado

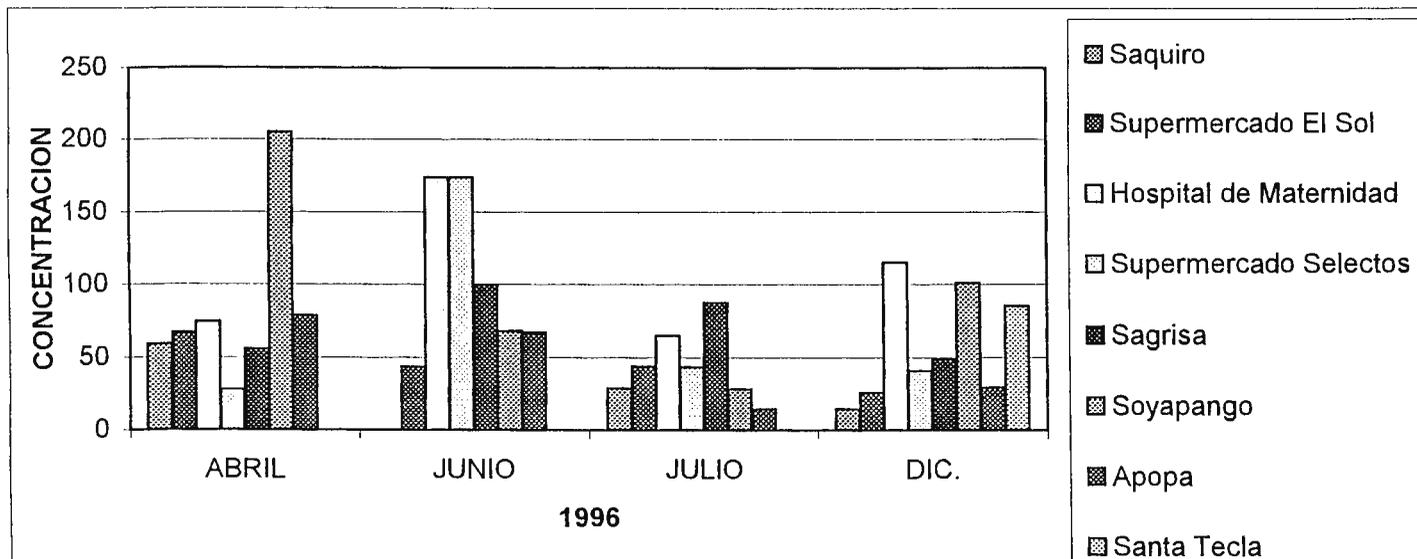


FIGURA 3.2.D
 CONCENTRACIONES DE PLOMO EN MATERIAL PARTICULADO (MP₁₀) CUANTIFICADO EN
 DIFERENTES PUNTOS DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR EN $\mu\text{m}/\text{m}^3$

SITIO		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Saquirol	ND	0.28	NM	0.02	0.03	0.02	0.01	ND	ND
2	Supermercado El Sol	NM	0.19	0.09	0.04	0.06	0.03	0.05	0.01	0.01
3	Hospital de Maternidad	1	NM	0.11	0.09	0.09	0.01	0.01	NM	0.03
4	Supermercado Selectos	1.13	NM	0.08	0.06	0.07	0.04	0.06	0.01	ND
5	Sagrisa	0.11	NM	0.06	0.09	0.08	0.03	0.05	0.01	0.03
6	Soyapango	NM	NM	0.26	0.13	0.11	0.02	0.06	0.04	0.06
7	Apopa	NM	NM	0.04	0	0.02	0.02	0.03	NM	0.04
8	Santa Tecla	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	0.01	0.02
PROMEDIO		0.56	0.24	0.09	0.06	0.07	0.02	0.04	0.01	0.03

NM = No Muestreado

ND = No Detectable

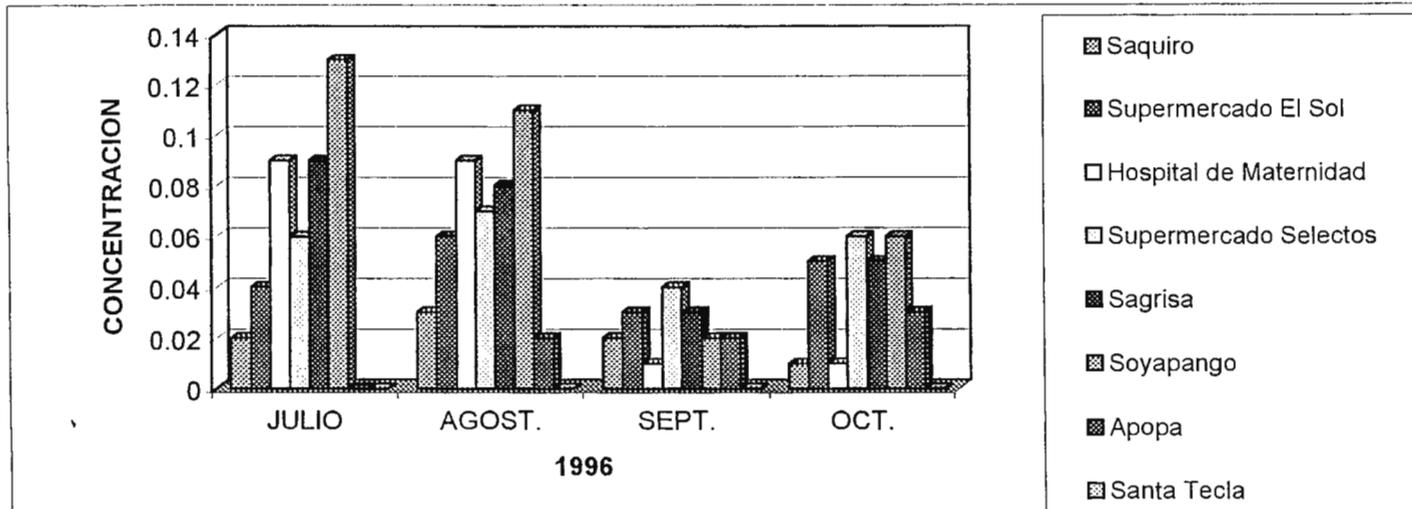


FIGURA 3.2.E
 pH ENCONTRADOS EN DIFERENTES PUNTOS
 DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR EN $\mu\text{m}/\text{m}^3$

SITIO		AGOST.	SEPT.	OCT.
1	Saquiرو	8.37		
2	Supermercado El Sol	6.6		
3	Hospital de Maternidad			
4	Supermercado Selectos		6.2	6.15
5	Sagrisa			
6	Soyapango	6.75	7.07	6.7
7	Apopa			
8	Santa Tecla			
PROMEDIO		7.24	6.64	6.43

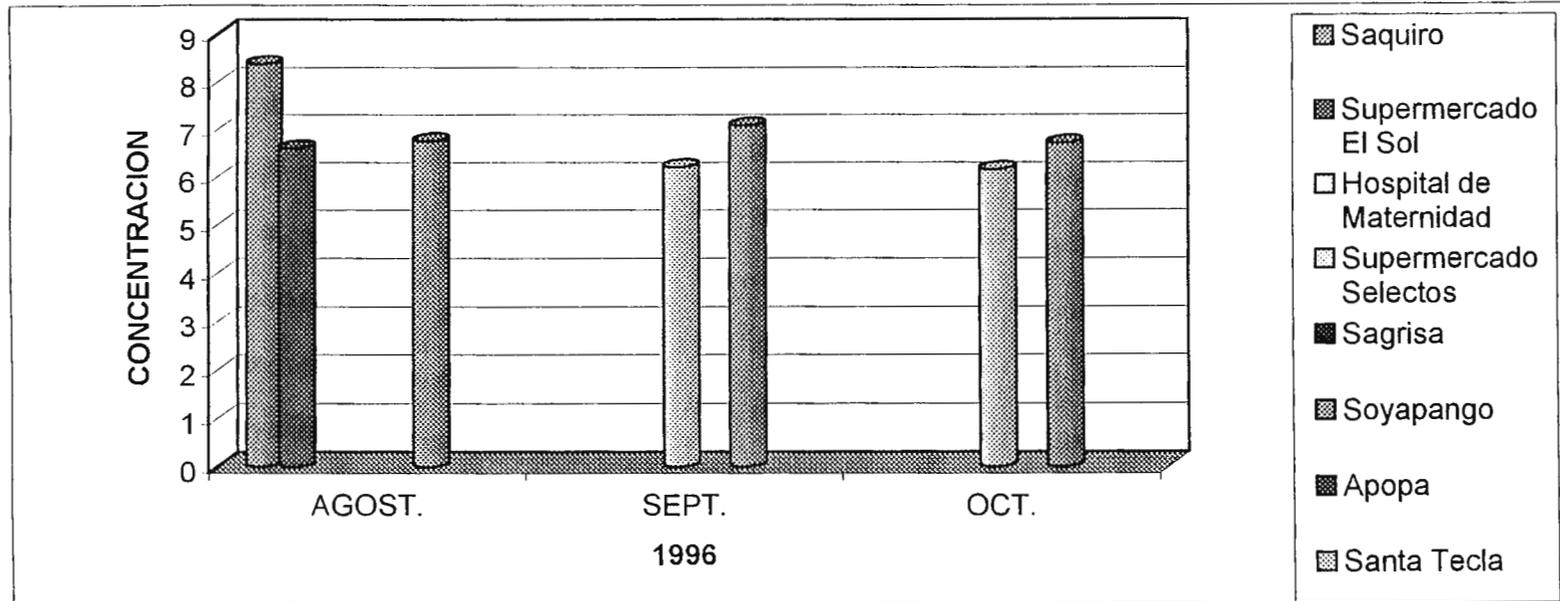


FIGURA 3.2.F
 CONTENIDO DE POLVOS SOLUBLES
 EN DIFERENTES PUNTOS
 DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR

SITIO		SEPT.	OCT.
4	Supermercado Selectos	0.011	0.017
6	Soyapango	0.0039	0.029
PROMEDIO		0.0075	0.023

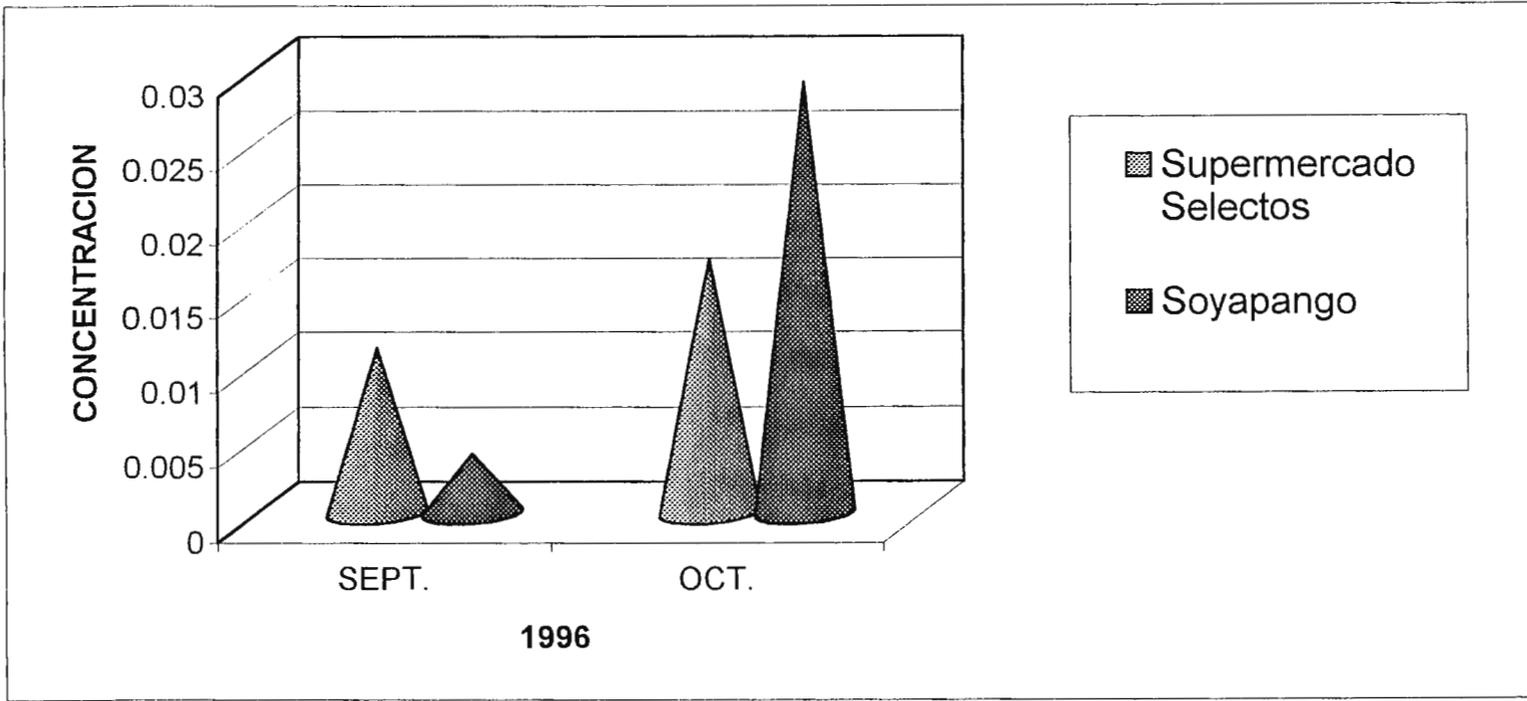


FIGURA 3.2.G
 CONTENIDO DE POLVOS SOLUBLES
 EN DIFERENTES PUNTOS
 DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR

SITIO		SEPT.	OCT.
4	Supermercado Selectos	0.023	0.04
6	Soyapango	0.0065	0.029
PROMEDIO		0.015	0.023

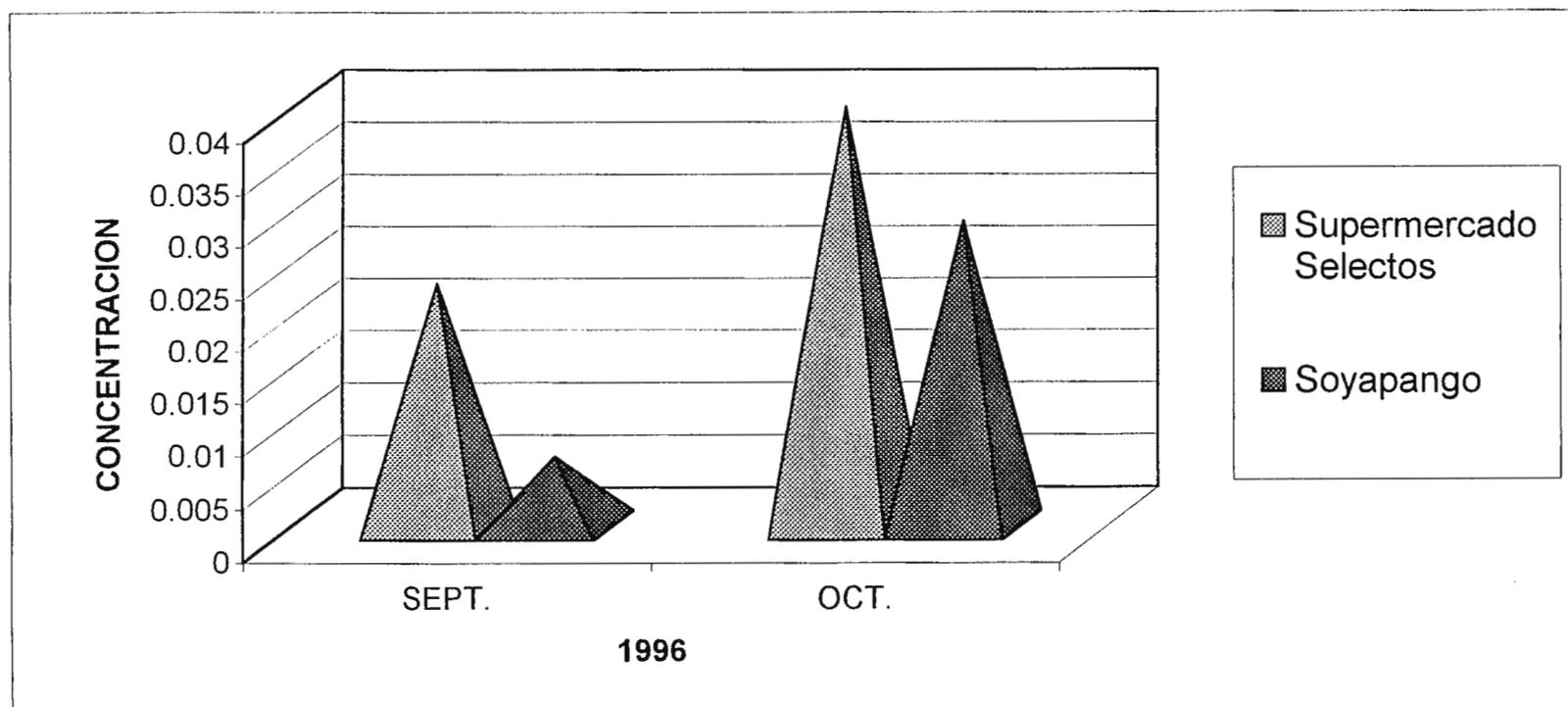


FIGURA 3.2.H
**CONCENTRACIONES DE BENCENO EN ppm, CUANTIFICADAS EN
 DIFERENTES PUNTOS DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR**

SITIO		ABRIL	JUNIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Saquiرو	2.98	1.2	1.06	2.36	3.14	3.29	2.08
2	Supermercado El Sol	1.01	1.41	1.08	6.11	3.53	3.81	
3	Hospital de Maternidad	4.68	0.13	2.43	3.44	1.95	5.05	5.19
4	Supermercado Selectos	1.44	1.42	1.03	3.1	4	5.07	
5	Sagrisa	2.28	1.24	0.83	1.4	3.16	2.18	6.16
6	Soyapango	0.78	1.15	0.39	2.51	4.03	9.87	3.03
7	Apopa	2.09	0.74	0.27	2.54	5.04	4.26	2.29
8	Santa Tecla					4.66	4.03	3.39
PROMEDIO		2.18	1.04	1.01	3.09	3.69	4.7	3.69

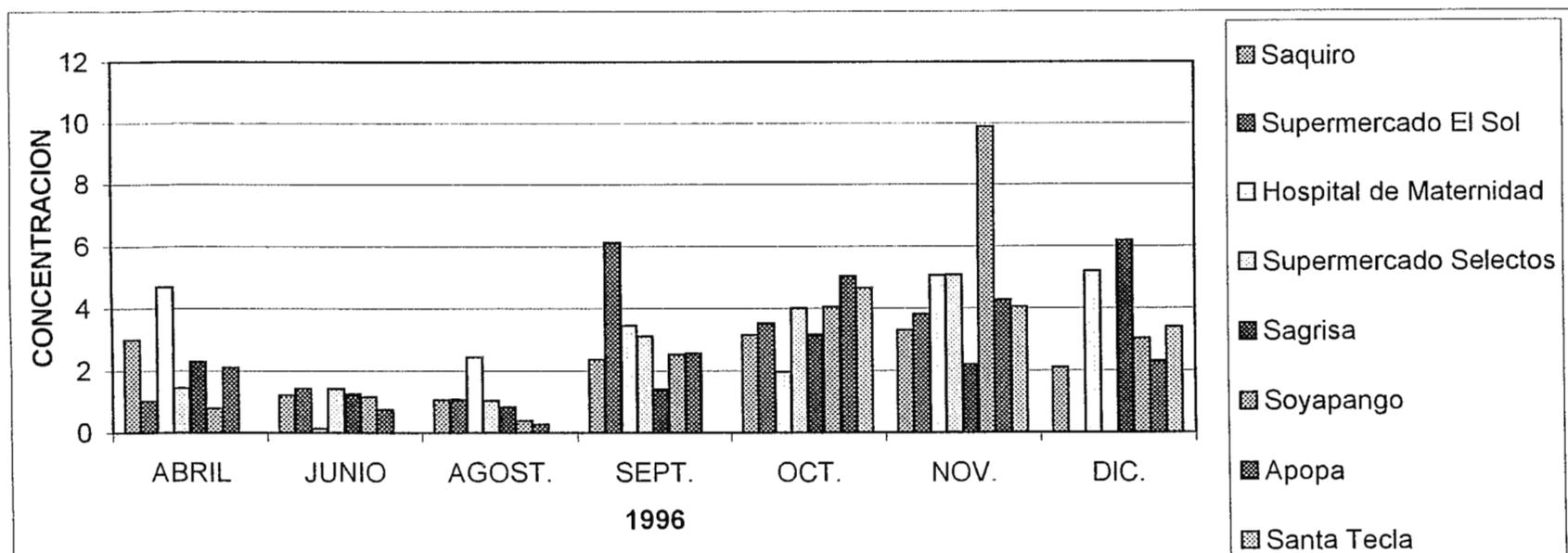


FIGURA 3.2.1
**CONCENTRACIONES DE TOLUENO EN ppm, CUANTIFICADO EN
 DIFERENTES PUNTOS DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR**

SITIO		ABRIL	JUNIO	AGOST	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Saquiros	8.9	3.79	2.06	1.2	6.73	10.41	14.01
2	Supermercado El Sol	4.11	3.83	2.16	4.49	9.4	18.82	
3	Hospital de Maternidad	12.94	3.79	0.76	2.47	4.06	17.52	16.64
4	Supermercado Selectos	3.42	6.28	10.1	2.8	5.97	15.84	
5	Sagrira	7.86	4.73	5.45	1.3	9.69	14.69	11.1
6	Soyapango	2.25	4.06	1.74	1.8	6.84	30.23	15.99
7	Apopa	9.35	2.96	2.99	0.91	11.8	5.77	10.35
8	Santa Tecla					4.48	12.77	13.1
PROMEDIO		6.98	4.21	4.61	2.15	7.37	15.76	13.55

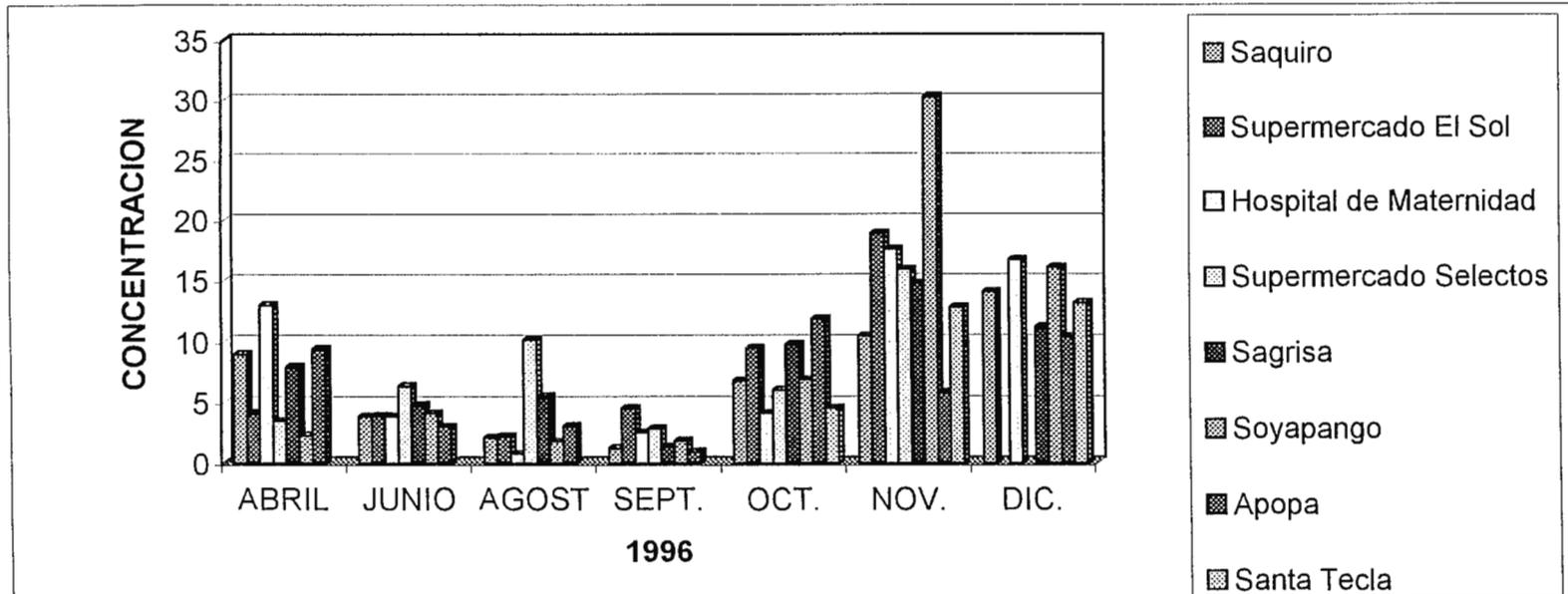
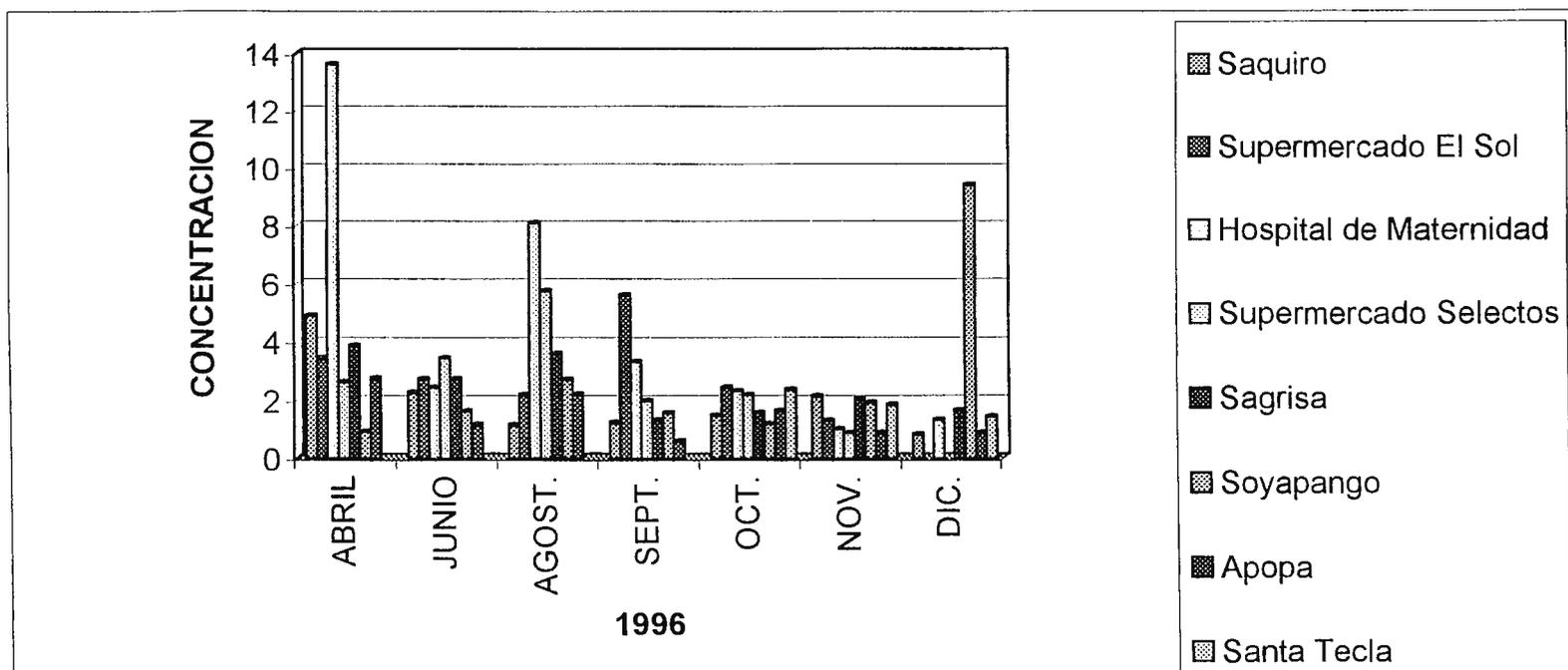


FIGURA 3.2.J
 CONCENTRACIONES DE XILENO EN ppm, CUANTIFICADO EN DIFERENTES
 PUNTOS DE LA CIUDAD DE SAN SALVADOR

SITIO		ABRIL	JUNIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Saquirol	4.87	2.25	1.12	1.21	1.46	2.12	0.8
2	Supermercado El Sol	3.42	2.7	2.15	5.57	2.41	1.28	
3	Hospital de Maternidad	13.61	2.42	8.08	3.3	2.29	1	1.3
4	Supermercado Selectos	2.6	3.43	5.72	1.97	2.16	0.87	
5	Sagrisa	3.85	2.71	3.59	1.31	1.55	2.03	1.64
6	Soyapango	0.91	1.62	2.68	1.55	1.17	1.89	9.4
7	Apopa	2.73	1.16	2.18	0.57	1.61	0.87	0.87
8	Santa Tecla					2.33	1.82	1.42
PROMEDIO		4.5	2.33	3.65	2.21	1.67	1.49	1.16



**RESULTADOS DE MUESTREO DEL RUIDO EN SAN SALVADOR
CORRESPONDIENTE AL MES DE ABRIL DE 1989**

ZONA COMERCIAL				
DIA	HORA	LUGAR	dB (A)	
			Mínimo	Máximo
3/4/89	9 a.m.	Calle Arce, entre 4a. Av. Nte. y Av. España	80	105
3/4/89		Calle Delgado, entre Av. España y 7a. Av. Norte	80	105
5/4/89		Avenida España, entre alameda Juan Pablo II y Calle Arce	75	100
12/4/89		Avenida Cuscatlán, entre Calle Arce y 6a. Calle Oriente	75	90
10/4/89	10 a.m.	Calle Arce, entre 4a. Av. Nte. y Av. España	80	105
10/4/89		Calle Delgado, entre Av. España y 9a. Av. Norte	80	105
3/4/89		1a. Calle Poniente, entre 5a. Av. Norte y 1a. Av. Norte	80	105
12/4/89		5a. Av. Nte. y 4a. Av. Sur, entre Alameda Juan Pablo y Calle Gerardo Barrios	80	105
18/4/89		4a. Av. Norte y 4a. Av. Sur, entre 1a. Calle Oriente y 2a. Calle Oriente	80	102
18/4/89		2a. Calle Oriente, entre 4a. Av. Sur y Av. Cuscatlán	75	85
18/4/89		2a. Calle Poniente, entre Av. Cuscatlán y 9a. Av. Sur	75	90
5/4/89		4a. Calle Poniente, entre Av. Cuscatlán y 5a. Av. Sur	75	105
3/4/89	12 m.	Zona Peatonal de San Salvador	80	105
4/4/89		5a. Av. Nte., entre 3a. Calle Poniente y Calle Arce	70	90
4/4/89	3 p.m.	5a. Av. Sur entre Calle ARce y Calle Gerardo Barrios	75	100
4/4/89		1a. Calle Poniente, entre 5a. Av. Norte y 1a. Av. Norte	75	100
4/4/89		4a. Calle Poniente, entre 5a. y 1a. Avenida	75	105
20/4/89	10 a.m.	Metrocentro	60	80
17/4/89		Metrocentro,	60	70
17/4/89		Blvd. de los Héroes entre calle Gabriela Mistral y Av. los Andes	70	85

ZONA INDUSTRIAL				
DIA	HORA	LUGAR	dB (A)	
			Mínimo	Máximo
3/4/89	8 a.m.	Boulevard del Ejército Nacional	80	105
4/4/89	10 a.m.	Boulevard del Ejército Nacional	80	105
11/4/89	11 a.m.	Calle Gerardo Barrios y 25 Av. Sur	75	100
21/4/89	3 p.m.	Boulevard del Ejército Nacional	80	105

ZONA RESIDENCIAL				
DIA	HORA	LUGAR	dB (A)	
			Mínimo	Máximo
18/4/89	10 a.m.	Paseo General Escalón	55	75
7/4/89		40 Avenida Sur, entre Alameda Roosevelt y Boulevard Venezuela	70	80
25/4/89		Avenida Bernal entre Cille Constitución y Calle San Antonio Abad	65	75
31/3/89	2 p.m.	29 Calle Poniente entre 19a. y 25a. Avenida Norte	75	85
21/4/89		Autopista Sur	75	85

TABLA 3.3 ESTUDIO REALIZADO DE LA CONTAMINACION EN SAN SALVADOR

las zonas comerciales, las áreas de mayores niveles de ruido son la zona peatonal de San Salvador; La Calle Delgado, entre Av. España y 7a Av. Nte.; La calle Arce, entre 4a Av. Nte. Y Av. España. Aquí se han logrado registrar niveles de hasta 105 dBs.

En la zona industrial, el Boulevard del Ejercito nacional alcanza los mayores niveles, 105 dBs.

En la zona residencial, la Autopista Sur alcanza los 85 dBs en cuanto al nivel de ruido.

3.3.5 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES TERMINALES

En base a todo lo anterior, se eligen los siguientes 5 sitios para formar parte de la red de teleacción para el monitoreo de la calidad del aire en el área metropolitana de San Salvador.

SITIO 1

- **Denominación:** Hospital Rosales
- **Dirección:** 25 Av. Sur y final Calle Arce, San salvador.
- **Coordenadas:** 13°42'2.0" N
89°12'17.0" W
- **Altura:** 684 m.s.n.m.
- **Tipo de zona:** Zona hospitalaria y universitaria, de gran flujo peatonal.

- **Rutas de buses que pasan por la zona:** 9, 33, 53, 46's, 41's, 101's, 42's, 44, 7, 79's.
- **Descripción:** Es una zona de alto flujo vehicular con un número mayor a 14 rutas de buses circulando la zona, la densidad promedio de humo negro de buses es 9.9375 %. La zona contiene un hospital y un alto flujo peatonal, por lo que es necesario tener conocimiento de los niveles de contaminación existentes en el área.

SITIO 2

- **Denominación:** Autopista Sur
- **Dirección:** Intersección de Antigua Calle a Huizucar con la Autopista Sur (en Saquiro).
- **Coordenadas:** 13°40'57.9" N
89°13'21.0" W
- **Altura:** 739 m.s.n.m.
- **Tipo de zona:** Zona semicomercial y residencial.
- **Rutas de buses que pasan por la zona:** 5, 34, 44, interdepartamentales de occidente.
- **Descripción:** Es una zona comercial con nivel medio y a la vez zona residencial. Posee un alto flujo vehicular, por lo que es importante conocer la calidad del aire ambiente en esta zona.

SITIO 3

- **Denominación:** Universidad Nacional
- **Dirección:** Intersección de Calle a San Antonio Abad, Autopista Norte y Boulevard de los Héroes.
- **Coordenadas:** 13°42'55.0" N
89°12'10.0" W
- **Altura:** 695 m.s.n.m.
- **Tipo de zona:** Zona residencial, hospitalaria y universitaria.
- **Rutas de buses que pasan por la zona:** 9, 33, 31, 3, 44, 46,26, 1, 53, 22.
- **Descripción:** Es una zona universitaria con alto flujo peatonal y vehicular. Existe una alta congestión y estancamiento del tráfico. Hay un hospital cerca. Promedio de densidad de humo es bien alto (14.125 %).

SITIO 4

- **Denominación:** Reloj de Flores
- **Dirección:** Intersección de la 24 Av. Norte, Av. Independencia y Boulevard del Ejercito Nacional, frente al edificio de la Constancia.
- **Coordenadas:** 13°42'2.0" N
89°10'47.5" W
- **Altura:** 625 m.s.n.m.
- **Tipo de zona:** Zona comercial.

- **Rutas de buses que pasan por la zona:** 9, 33, 31, 3, 41's, 19, 29's, interdepartamentales que viajan hacia el norte del país.
- **Descripción:** Es una alta zona comercial, con mucho flujo vehicular. Es un lugar donde pasa mucha gente a diario. Porcentaje de densidad de humo del 10 %.

SITIO 5

- **Denominación:** Soyapango.
- **Dirección:** Boulevard del Ejército Nacional, a la altura del paso a dos niveles.
- **Coordenadas:** 13°41'51.0" N
89°08'54.9" W
- **Altura:** 642 m.s.n.m.
- **Tipo de zona:** Zona industrial y residencial.
- **Rutas de buses que pasan por la zona:** 29's, 41's, 3, 31, interdepartamentales que viajan hacia el oriente del país.
- **Descripción:** Es una zona industrial con alto flujo vehicular y peatonal. Es importante tener conocimiento de los niveles de contaminación en esta área de la capital.

SITIO 6:

- **Denominación:** Centro de Control

- **Altura:** 1869.0 m.s.n.m.
- **Descripción:** Zona boscosa y de gran altura con gran visibilidad sobre la capital de San Salvador .
- **Justificación:** Es una zona con espacio para ubicación de nuevos equipos, al contrario del cerro el Picacho, que a pesar de pertenecer la cúspide al gobierno, está saturado casi en un 100 %. Los diagramas que se mostraran más adelante explicarán más detalladamente la cobertura que se logra con una repetidora en este punto.

La distribución de las estaciones terminales, la estación central y el punto de repetición, se visualizan en conjunto en la Figura 3.3.

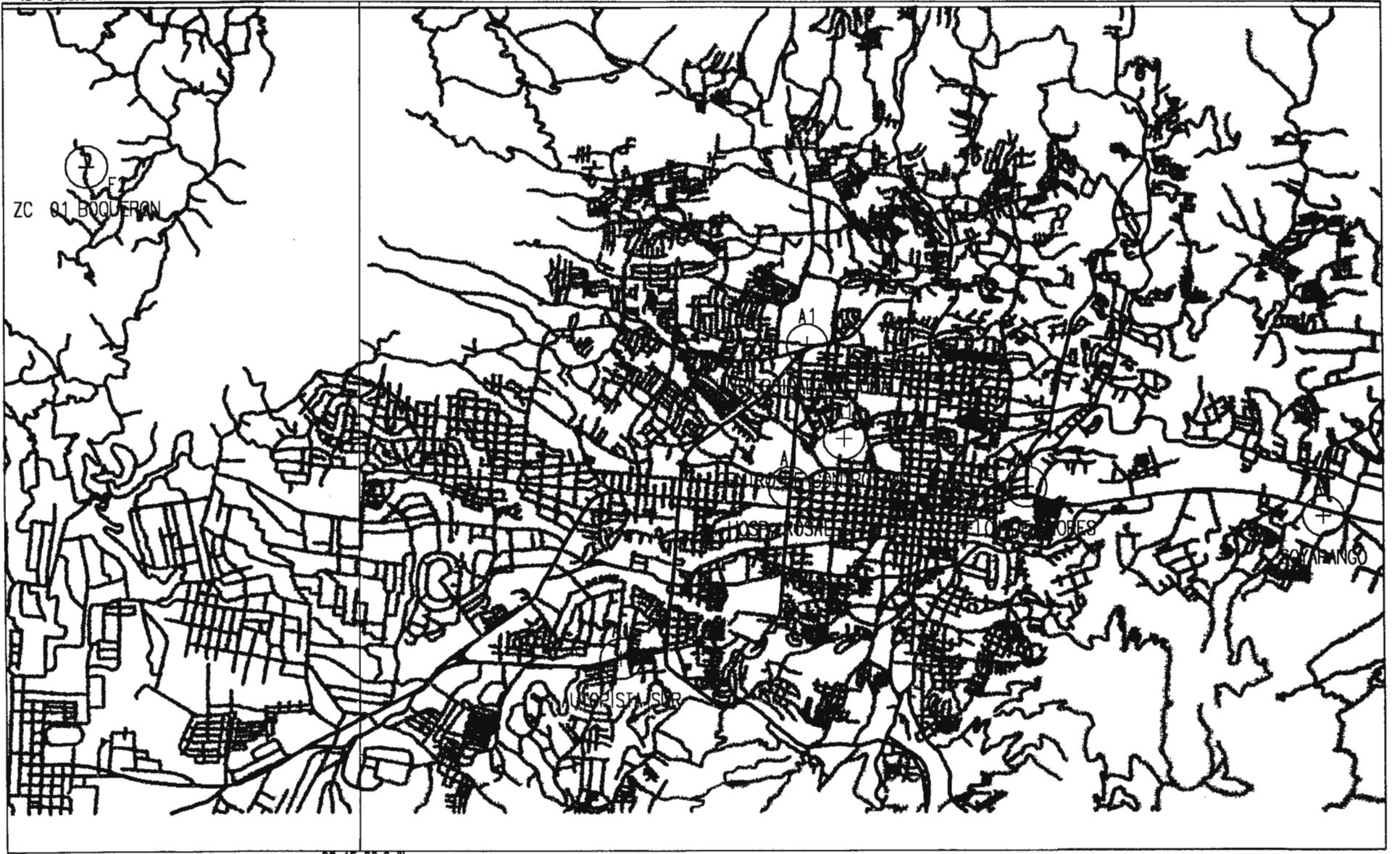
3.3.6 COBERTURA DEL PUNTO DE REPETICIÓN

Existe una plataforma de predicción basada en UNIX, denominada MCAP, de COMSEARCH, para la predicción de cobertura y de propagación de señales. Este programa toma en cuenta factores como: la banda de frecuencia seleccionada, la potencia, las antenas, cálculos de pérdidas en los feeders, equipos utilizados y sobre todo la topografía del terreno (se hace uso de la digitalización de mapas). Al utilizar esta plataforma de predicción, se pueden generar las Figuras 3.3, 3.4 y 3.5.

13 45 02.1 N
89 17 14.0 W
13 45 00.0 N

89 15 00.0 W

13 45 02.1 N
89 08 32.4 W
13 45 00.0 N



13 39 45.3 N
89 17 14.0 W

89 15 00.0 W

Scale = 1:62500 1" = 1.59 km
Projection = Orthomorphic Conic - 2 Parallels

13 39 45.3 N
89 08 32.4 W

Se observa en la Figura 3.4, el diagrama de cobertura del punto de repetición propuesto, trabajando con un equipo que funcione en la banda de 0.3 GHz a 0.8 GHz y a 20 Watts (43 dBm) de potencia de transmisión. Visualizamos en la Figura que se abarca un área geográfica muy extensa, incluyendo toda la ciudad de San Salvador. El área roja marca el límite de cobertura para -85 dBm, el área naranja marca el límite de los -100 dBm, la cual es un área bastante amplia. Se hace referencia a las hojas de datos del radio propuesto (El PCS de Ericsson, 136 a 174 Mhz), donde se visualiza que la sensibilidad es de -119 dBm, por lo que el valor de -100 dBm a considerar en el diseño, es un criterio bastante acertado, el cual proporciona una tolerancia de diseño de casi 20 dBs, todo esto considerando las diferencias entre la teoría y la realidad.

La Figura 3.5, muestra un panorama de cobertura más cercano, específicamente en el área metropolitana de San Salvador. De aquí vemos que los puntos seleccionados no tienen ningún problema para comunicarse con la estación central por medio de la repetidora. Se observa también que cualquier punto que se elija en el futuro, es casi seguro que no presentará obstáculo alguno.

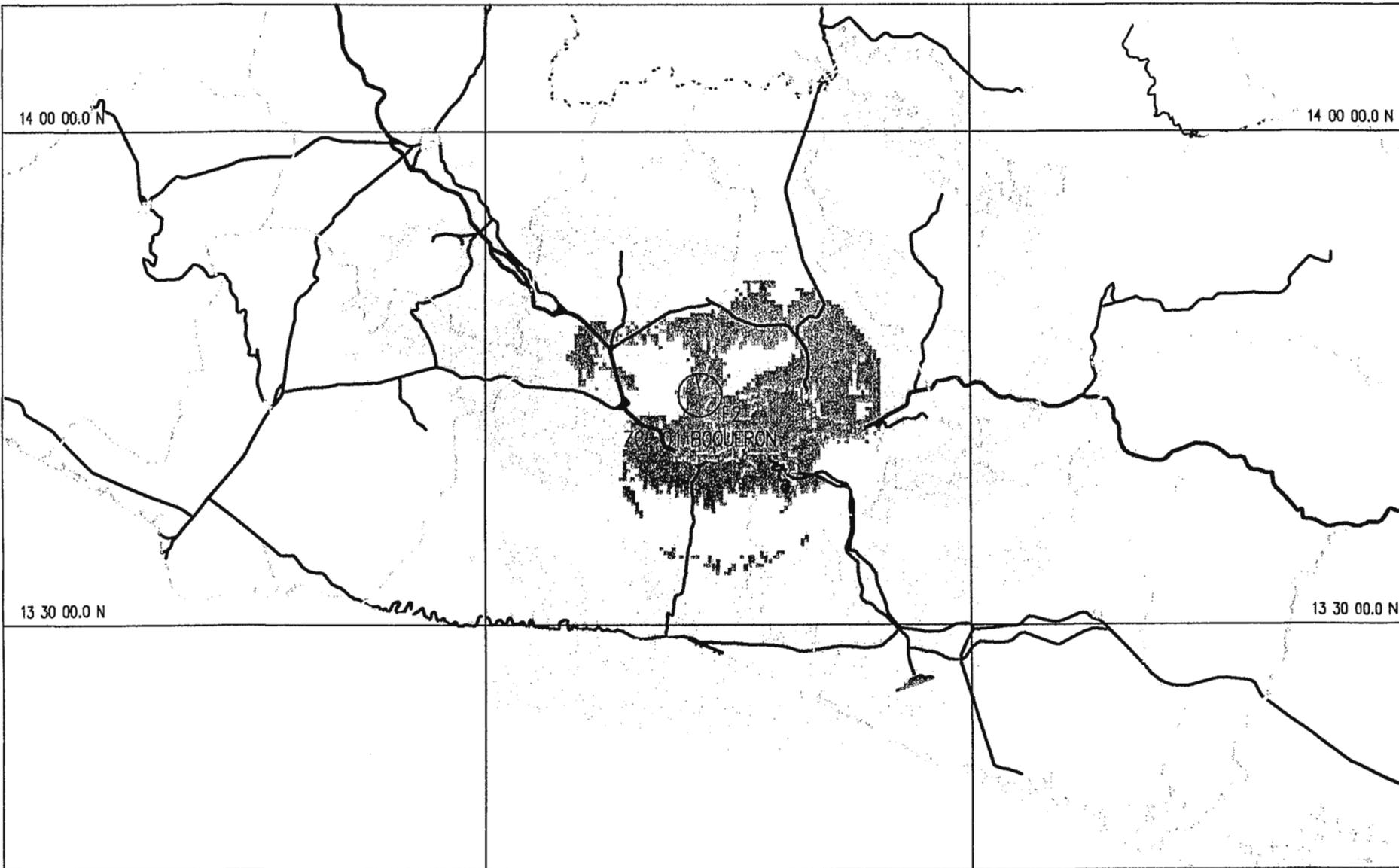
En el caso de la red de teleacción, no podemos a ciencia y cierta definir una banda de frecuencia a utilizar, puesto que las nuevas distribuciones del espectro no están bien claras, debido a los momentos

14 07 41.7 N
90 00 00.0 W

14 07 41.7 N
88 33 02.3 W

89 30 00.0 W

89 00 00.0 W



14 00 00.0 N

14 00 00.0 N

13 30 00.0 N

13 30 00.0 N

89 30 00.0 W

89 00 00.0 W

13 14 52.9 N
90 00 00.0 W

Scale = 1:640000 1" = 16.26 km
Projection = Orthomorphic Conic - 2 Parallels

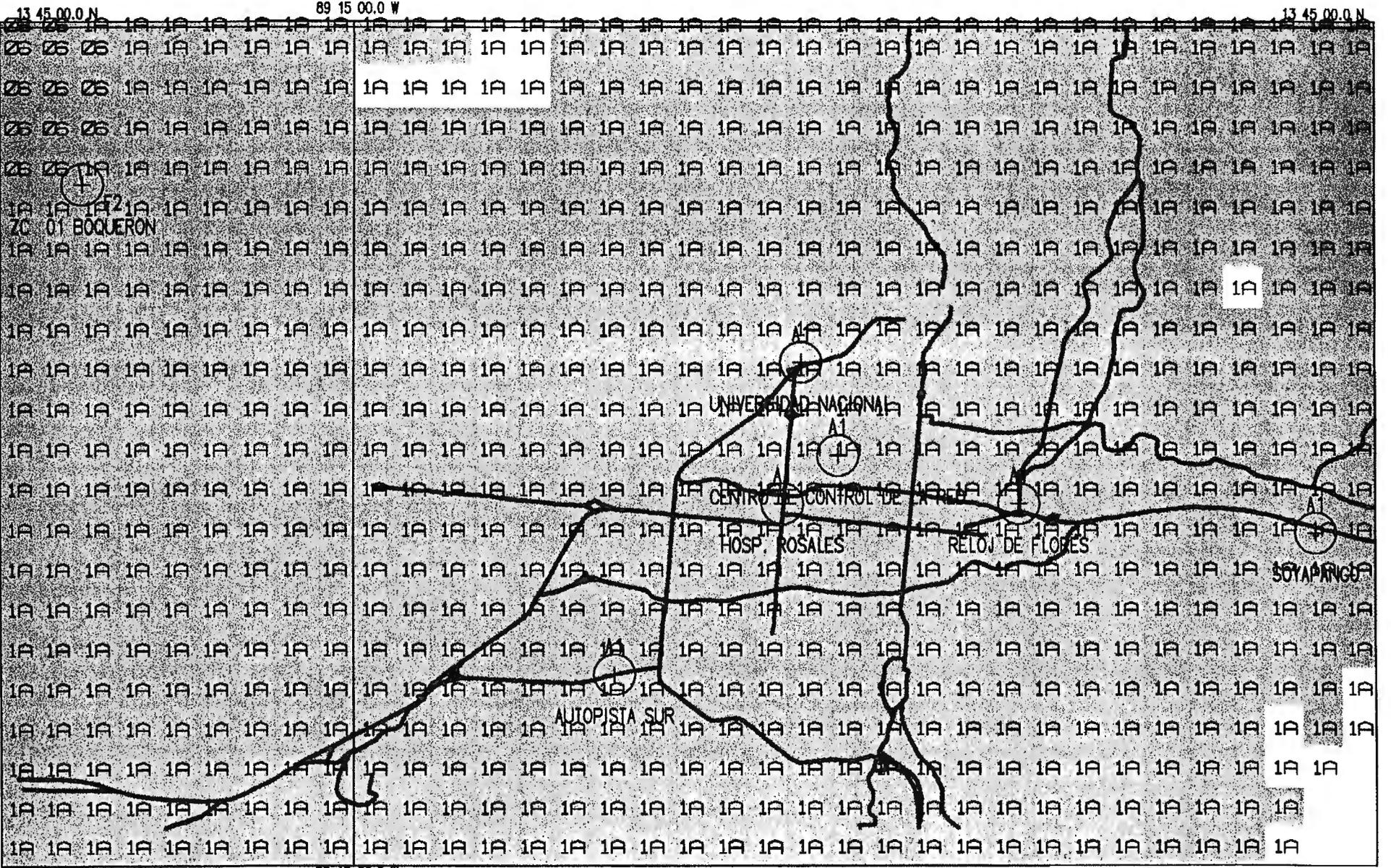
13 14 52.9 N
88 33 02.3 W

de polémica que vive el país, el hecho de no existir una legislatura clara sobre la distribución del espectro también influye el hecho de que la SIGET (Super Intendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones) se ha declarado en un período de estancamiento administrativo. Puesto que se propone un canal de Radio Comunicaciones Móviles (RCM), entonces nos limitamos a trabajar en la banda de VHF (30 a 300 MHz) y la UHF baja (0.3 a 0.9 GHz), por eso los factores para cálculos de la plataforma MCAP se han ajustado a estos valores. Si el país siguiera en el futuro un patrón de distribución de frecuencias como el de la FCC, veremos que entre 851.0125 y 860.9875 MHz hay un espacio para aplicaciones generales, convencionales y truncalizadas; por lo que en su momento podría ser una excelente opción. Para ilustrar mejor esta situación, se puede ver el anexo A. Al hacer incapie en la última hoja, que muestra la distribución de la FCC (marcada la porción de interés).

Se elige proponer la banda de VHF, por lo que se han elegido radios y la repetidora que funcionan de 136 a 174 MHz por ser una banda asignada en El Salvador para Radio Comunicaciones Móviles. Se habla de 20 Watts de potencia de transmisión, lo cual es un criterio de diseño bastante acertado ya que se encuentran generalmente a las repetidoras, transmitiendo de 35 a 60 Watts.

13 45 02.1 N
89 17 14.0 W

13 45 02.1 N
89 08 32.4 W



13 39 45.3 N
89 17 14.0 W

Scale = 1:62500 1" = 1.59 km
Projection = Orthomorphic Conic - 2 Parallels

13 39 45.3 N
89 08 32.4 W

En cuanto al móvil, se habla de una potencia de transmisión de 5 Watts, el cual es el nivel alto, según lo muestran las hojas de datos de el radio. Con esta potencia se logra cubrir una gran área geográfica.

3.4 HARDWARE DE LA ESTACION REMOTA.

Como fue discutido en el capítulo 2 y haciendo referencia a la figura 2.13, las estaciones remotas, o también llamadas estaciones de monitoreo, estarán constituidas por una serie de etapas que en lo sucesivo llamaremos "el hardware de la estación remota" . El diagrama en bloque presentado en la figura 2.13 da una visión general de las etapas involucradas.

En la figura 3.6 y 3.7 se muestra el diagrama pictórico de la distribución de los módulos dentro de la caja de intemperie de la estación remota y también una vista de como ésta se verá instalada en el poste del tendido eléctrico.

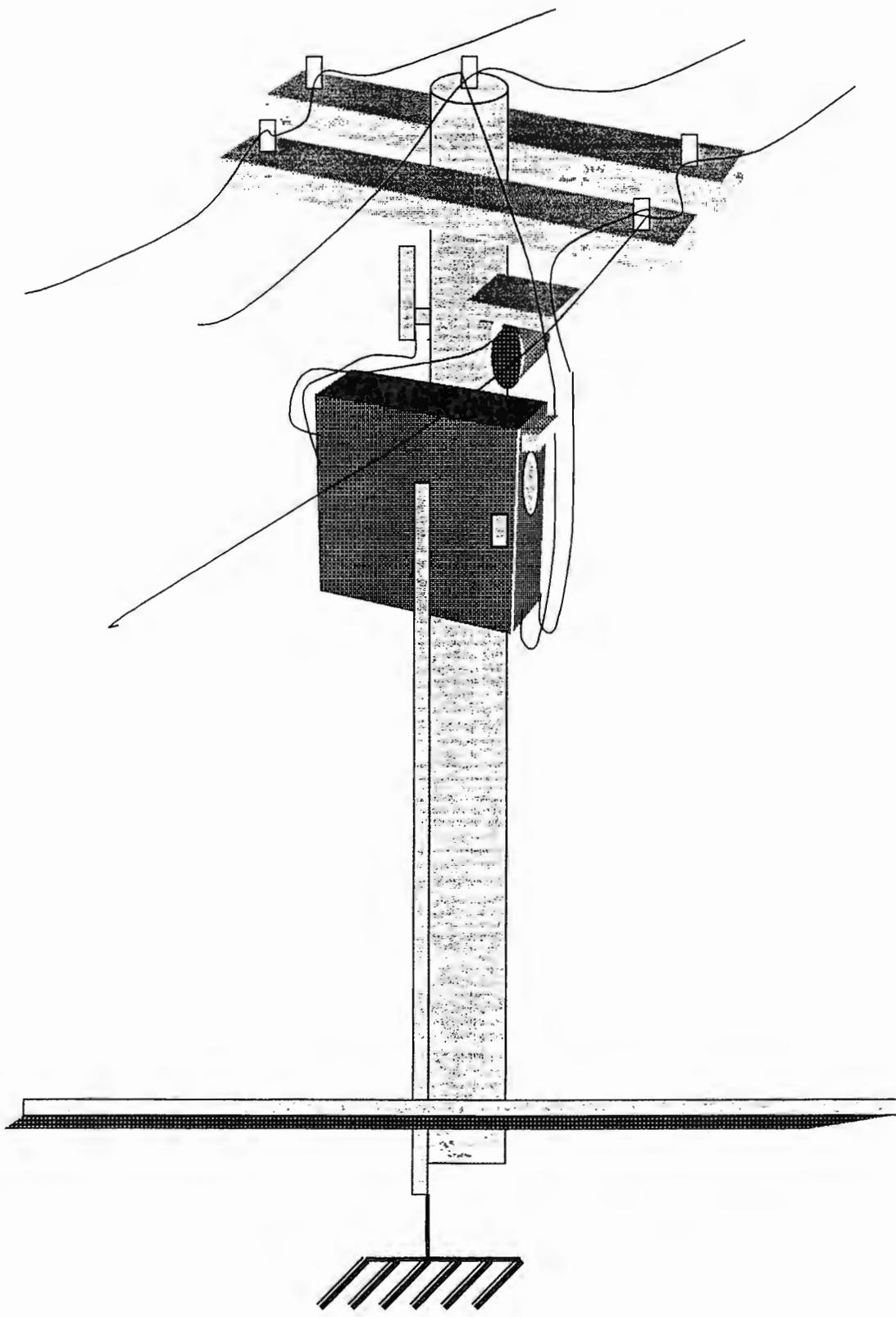


FIGURA 3.6 ESTACIÓN REMOTA INSTALADA EN POSTE

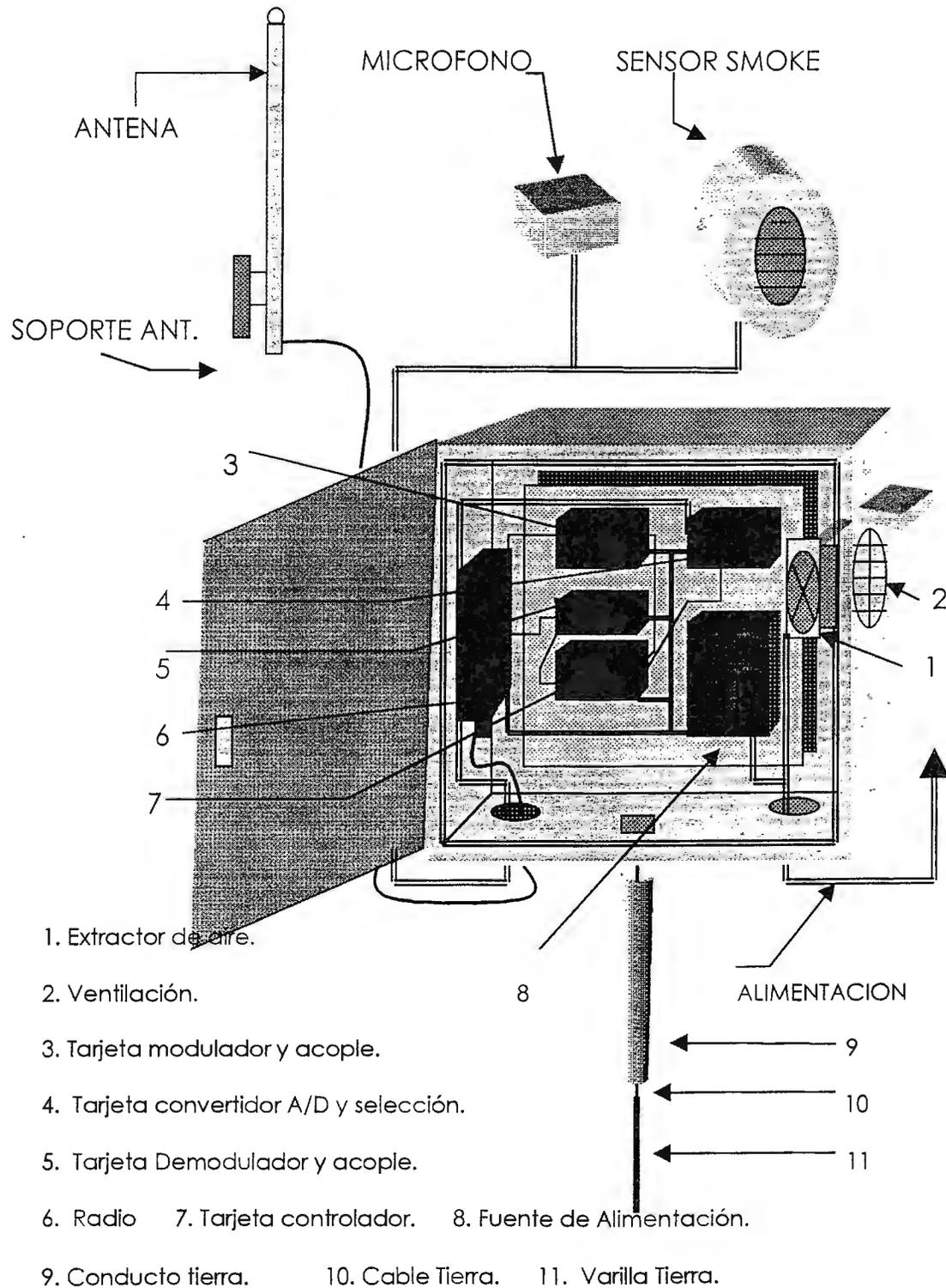


FIGURA 3.7. DIAGRAMA PICTÓRICO DE LA ESTACION REMOTA.

En el desarrollo de la presente sección se estudiará de una forma más específica la circuitería interna que logra el funcionamiento óptimo de la estación.

Estas etapas están constituidas por los siguientes módulos:

3.4.1 MODULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

El cual está compuesto por un convertidor analógico a digital de aproximación sucesiva, con una resolución de 8 bits a plena escala. El rango de voltaje de entrada analógico puede variar convenientemente ajustando un nivel de referencia que se describe como $V_{ref}/2$.

La importancia de este módulo se deriva del hecho en que es acá donde son traducidas las variaciones, de carácter analógico, de los sensores respectivos a un formato binario entendible para cualquier sistema microprocesado.

Para tener una mejor comprensión del método de aproximación sucesiva utilizado por este convertidor, a continuación se presenta una breve descripción del mismo.

ADC DE APROXIMACION SUCESIVA.

Este es uno de los tipos de ADC más ampliamente usados. Tienen circuitos más complejos que el ADC con rampa digital pero con un tiempo de conversión mucho más corto. Además, los convertidores de aproximación sucesiva (SAC) tienen un valor fijo de tiempo de conversión que no depende del valor de la entrada analógica.

La disposición básica, como se muestra en la figura 3.8.A, es semejante a la del ADC con rampa digital. Sin embargo, el SAC no utiliza un contador para dar la entrada al bloque del convertidor D/A, pero en cambio usa un registro. La lógica de control modifica el contenido del registro bit por bit, hasta que los datos del registro son el equivalente digital de la entrada analógica V_a (dentro de la resolución del convertidor). El proceso se efectúa de la siguiente manera:

1. La lógica de control fija el MSB del registro ALTO y todos los otros bits BAJOS. Esto produce un valor de V_a' en la salida del DAC igual al valor del MSB. Si V_a' es ahora mayor que V_a , la salida del comparador, COMP, pasa a BAJA y ocasiona que la lógica de control regrese el MSB a BAJO. En caso contrario, el MSB se conserva ALTA.

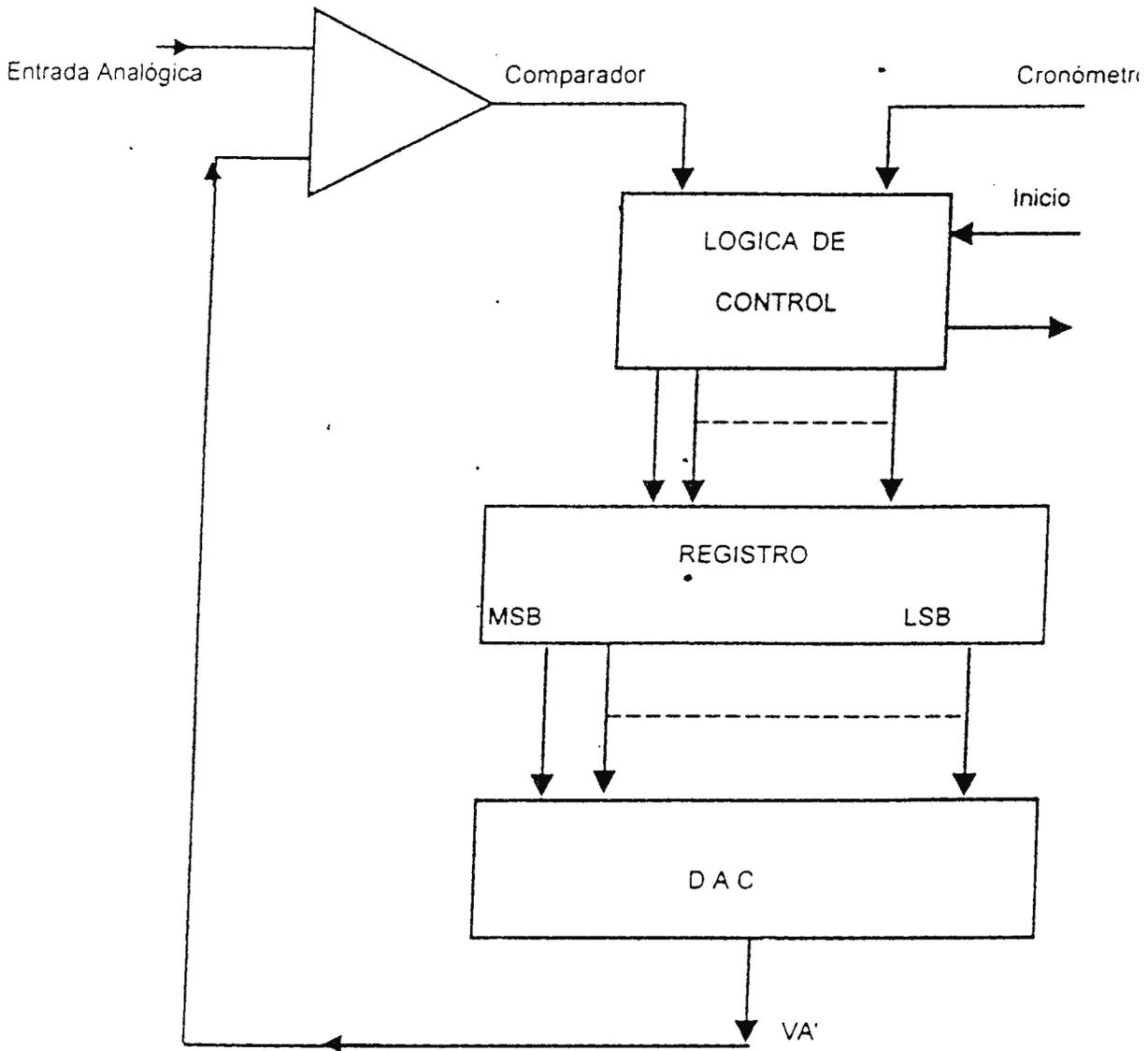


Figura 3.8 A Diagrama en bloque de un ADC de aproximación sucesiva.

2. La lógica de control fija el siguiente bit del registro en 1. Esto produce un nuevo valor de V_a' . Si este valor es mayor que V_a , COMP pasa a BAJO para indicar a la lógica de control que regrese el bit a 0. En caso contrario, el bit se mantiene en 1.

3. Este proceso se continúa para cada uno de los bits del registro. Este proceso de ensayo y error requiere un ciclo del cronómetro por bit. Después de que todos estos bits han sido probados, el registro contiene el equivalente digital de V_a .

Todo el funcionamiento de este módulo de adquisición de datos es controlado por el sistema microprocesado (ver figura 3.8.B) a través de las señales: P1.2, CS2, PSEN, RD, P1.0, las cuales se describen a continuación:

Señal P1.2 : El programa residente en el sistema microprocesado se encargará de habilitar esta señal. Esta produce una operación que habilita el ADC para efectuar una escritura de los datos.

Señal CS2: Señal Chip select. Habilita el funcionamiento general del ADC.

Señal PSEN: Señal generada por el sistema microprocesado para efectuar un ciclo de lectura.

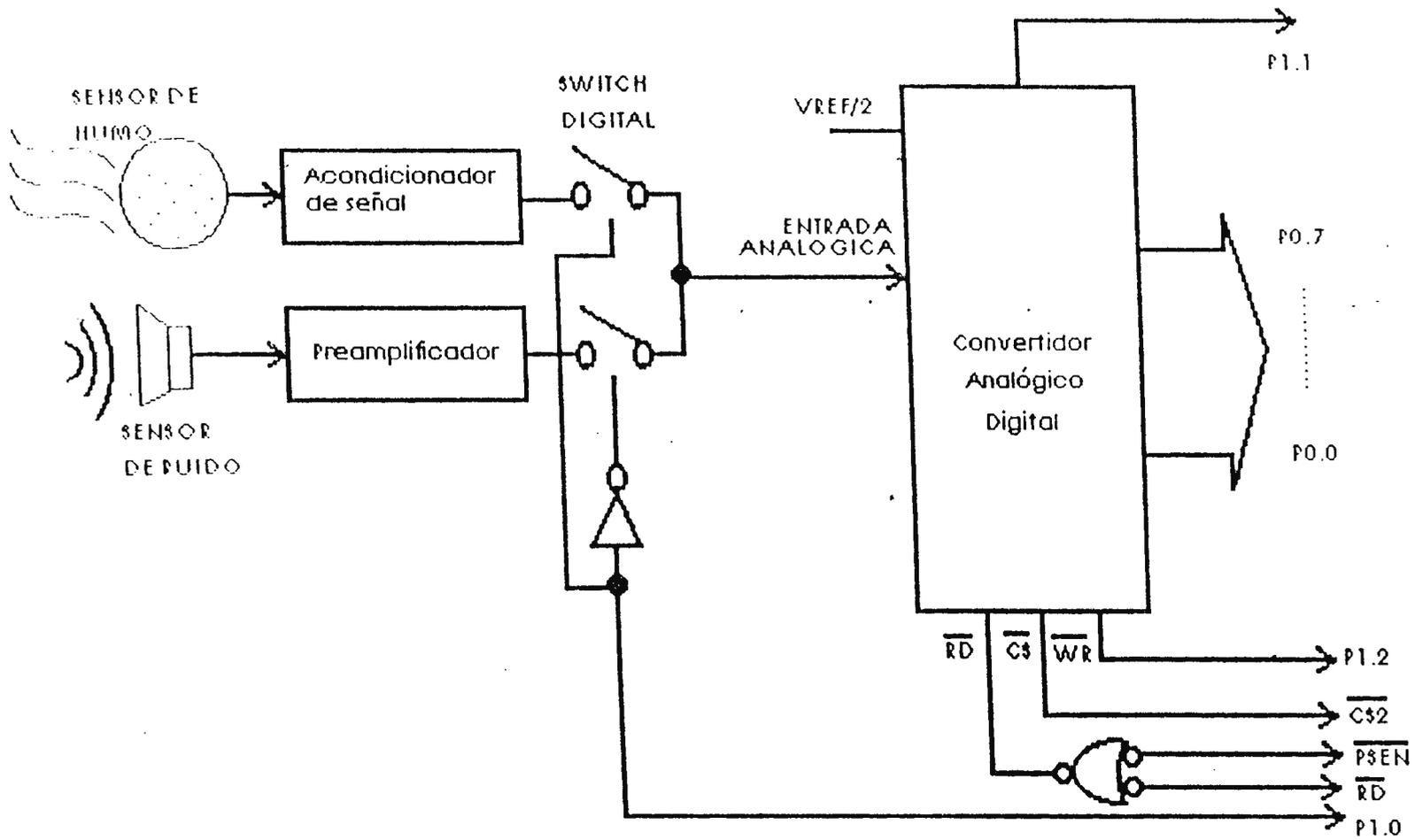


Figura 3.8B Etapa de adquisición de datos.

Features

- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"
- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet TTL voltage level specifications
- Works with 2.5 V ECG952 voltage reference
- On-chip clock generator
- 0 V to 5 V analog input voltage range with single 5 V supply
- No zero adjust required

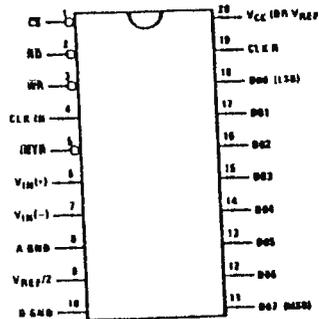
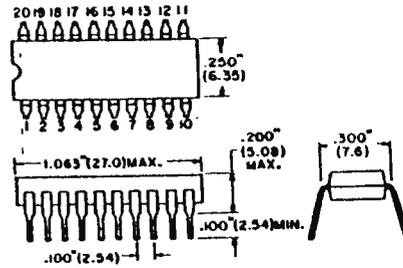
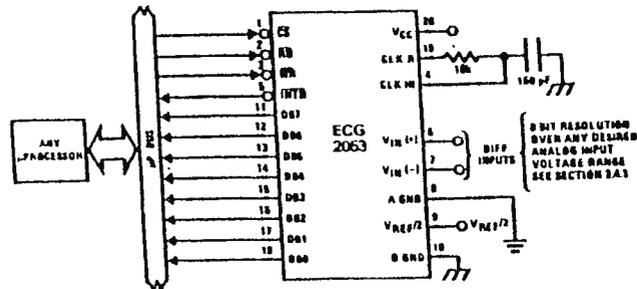
Key Specifications

- Resolution 8 Bits
- Total Error $\pm 1/2$ LSB
- Conversion Time 100 μ s
- Access Time 135 ns
- Single Supply 5 VDC
- Operates ratiometrically or with 5 VDC, 2.5 VDC, or analog span adjusted voltage reference

The ECG2053 is a CMOS, 8-bit, successive approximation A/D converter which uses a modified potentiometric ladder—similar to the 256R products. It is designed to meet the ECG8080A standard to allow operation with the ECG8080A control bus, and the output latches directly drive the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

A new differential analog voltage input allows increasing the common mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Typical Application



Packaging

Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which the life of the device may be impaired.

Note 2: All voltages are measured with respect to GND, unless otherwise specified. The separate A GND point should always be wired to the D GND.

Electrical Characteristics

Converter Specifications:

$V_{CC} = 5$ VDC, $V_{REF/2} = 2.500$ VDC, $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$ and $f_{CLK} = 640$ kHz unless otherwise stated.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ADCO801:					
Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj.			$\pm 1/2$	LSB
$V_{REF/2}$ Input Resistance	Input Resistance at Pin 9	1.0	1.3		k Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) $V_{IN(+)}$ or $V_{IN(-)}$	Gnd-0.05		$V_{CC} + 0.05$	VDC
DC Common Mode Rejection	Over Analog Input Voltage Range		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC} = 5$ VDC $\pm 10\%$ Over Allowed $V_{IN(+)}$ and $V_{IN(-)}$ Voltage Range (Note 4)		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB

Electrical Characteristics

Timing Specifications: $V_{CC} = 5$ VDC and $T_A = 25^\circ$ C unless otherwise noted.

	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
f_{CLK}	Clock Frequency	$V_{CC} = 6V$, (Note 5)	100	640	1280	kHz
		$V_{CC} = 5V$	100	640	800	kHz
T_c	Conversion Time	(Note 6)	66	73	1/CLK	
CR	Conversion Rate In Free-Running Mode	INTR tied to WR with $\overline{CS} = 0$ VDC, $f_{CLK} = 640$ kHz			8770	conv/s
$t_{W(\overline{WR})L}$	Width of \overline{WR} Input (Start Pulse Width)	$\overline{CS} = 0$ VDC (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	$C_L = 100$ pF, (Use Bus Driver IC for Larger C_L)		135	200	ns
t_{1H}, t_{0H}	3-State Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi-Z State)	$C_L = 10$ pF, $R_L = 10k$ (See 3 State Test Circuits)		125	250	ns
t_{WI}	Delay from Falling Edge of \overline{WR} to Reset of INTR			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs		5	7.5		pF
C_{OUT}	3-State Output Capacitance (Data Buffers)		5	7.5		pF

Handwritten notes: "200" and "R06".

Señal RD: Señal generada por el sistema microprocesado para efectuar un ciclo de lectura, siendo efectiva al activarse PSEN.

Señal P1.0: Señal encargada de seleccionar el sensor de entrada al ADC.

Se hace referencia a las hojas de datos del ADC 0804, LCN de 8 bits.

3.4.2 MÓDULO MICROPROCESADO.

Para lograr una mejor comprensión de este módulo, se hace referencia a la figura 3.9, la cual muestra el diagrama de la parte de control de la estación terminal.

Esta sección consta de un microprocesador el cual tiene la función de generar el control lógico necesario para las etapas. Para su operación como sistema básico (mínimo) utiliza una memoria EPROM donde quedará almacenado el programa de aplicación. Además, el sistema utiliza un programa especial que reside en la EPROM; este programa es un sistema monitor que permite la comunicación de la tarjeta vía puerto serial hacia la estación central (a través de las señales TXD y RXD).

Entre otros elementos, contiene un arreglo de RESET para proporcionar una inicialización automática al momento del encendido

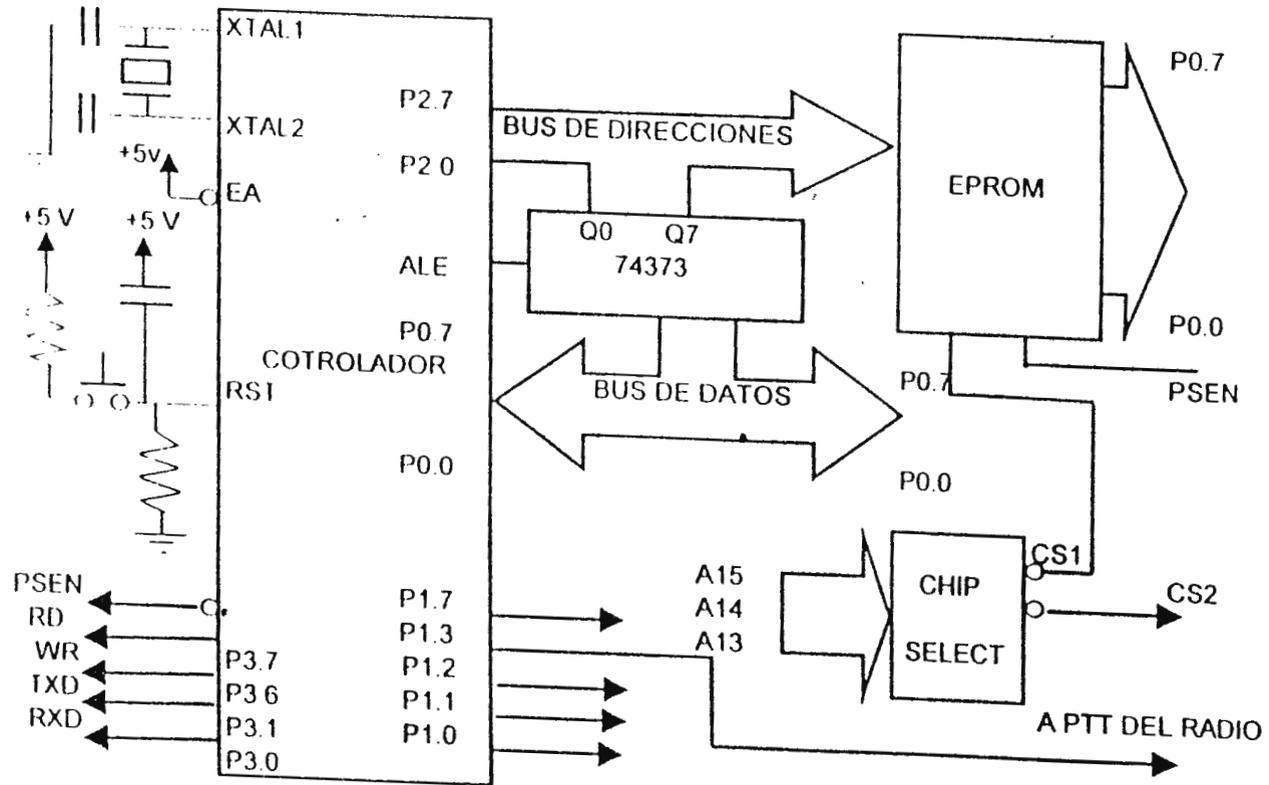


Figura 3.9 Diagrama en bloque del circuito Microcontrolado

de la estación. Además un bus de datos, un bus de direcciones y una etapa de selección de chip's de memoria o de ADC.

Se utilizará una salida del puerto 1 (P1.3) para habilitar el modo de transmisión o recepción del radio a través del PTT (push to talk), ya que este es un switch que conmuta la condición de operación del radio.

El cristal externo sirve para proporcionar la base de tiempo que sincroniza las funciones del sistema microprocesado. El bus de datos comparte las líneas físicas

3.4.3 MODULOS DE MODULACION DIGITAL

Acá se contemplan las etapas necesarias para permitir la transmisión y recepción de las señales de los radios, para acoplar los datos hacia el medio de transmisión. Están compuestas por un modulador y un demodulador que hacen uso de la modulación FSK.

3.4.3.1 LA MODULACION FSK.

En este método de modulación, el cual es el adoptado por la red de teleacción para la detección de contaminantes del aire, recibe la denominación de FSK (modulación por desplazamiento en frecuencia)

debido a que el sistema cambia básicamente la frecuencia de la transmisión cuando haya un cero lógico o cuando hay un uno lógico.

La modulación en frecuencia requiere bastante ancho de banda. Cualquier tipo de onda puede conseguirse sumando señales senoidales de diversas frecuencias, cada una con un peso específico en la suma. Cuanto más diferente a una senoide es la forma de la onda, esta descomposición requiere más densidad espectral. El ancho de banda es la diferencia entre la frecuencia más alta y la más baja. En FSK se requiere una cierta densidad de frecuencias en torno a la que representa el uno y a la que representa el cero. Cuantos más cambios se produzcan, más ancho es el sector de frecuencias en torno a estas centrales. En otras palabras, cuanto mayor es la velocidad de los datos, más separados tienen que estar las distancias que representan el uno y el cero, sino se salen del ancho de banda disponible (el de un canal de voz,, debido a la entrada de los radios).

3.4.3.1 TRANSMISOR O MODULADOR FSK.

Al utilizar FSK binaria, la frecuencia central o portadora es desviada por el dato de entrada binario. Consecuentemente la salida de un modulador FSK realiza una función de cambio en el dominio de la frecuencia. Como la señal de entrada binaria cambia de 0 a 1 lógico y

viceversa, la salida FSK es desviada o corrida entre dos frecuencias, una marca o frecuencia de uno lógico y un espacio o frecuencia de cero lógico. Con FSK hay un cambio de frecuencia cada vez que la condición lógica de la señal de entrada varíe.

Consecuentemente la razón de cambio de la salida es igual a la de la entrada. En modulación digital la razón de cambio de la entrada del modulador es conocida como " Bit Rate " y tiene unidades de bit por segundo.(Bps). La razón de cambio de salida del modulador es conocido como Baudío o Baud Rate.

La figura 3.10 muestra un modulador FSK, el cual es un tipo de transmisor FM y muy a menudo se utiliza un oscilador controlado por voltaje (VCO). Este puede detectar una razón rápida de cambio de la entrada cuando ésta es una serie de unos y ceros (onda cuadrada). La frecuencia fundamental de una onda cuadrada binaria es igual a la mitad del Bit Rate. Consecuentemente si solo se considera la frecuencia fundamental de la entrada, la frecuencia superior del modulador será



Figura 3.10 Modulador FSK utilizando VCO.

igual a la mitad del Bit rate de la señal de entrada. El resto de frecuencias del VCO se escogen de modo que son las que caen entre el espacio y la marca.

Cuando una señal de entrada binaria que cambie de uno a cero y viceversa llega al VCO, éste se corre o se desvía hacia adelante o hacia atrás entre las frecuencias de la marca y el espacio.

3.4.3.3 MODULADOR FSK UTILIZADO POR EL PROTOTIPO DE LA RED DE TELEACCIÓN.

El modulador utilizado es el generador de funciones monolítico XR-2206 de EXAR Corporation, el cual es un circuito integrado que es capaz de producir señales de alta calidad del tipo senoidal, triangular, rampa y pulso de alta estabilidad y precisión. Las formas de onda de la salida pueden ser moduladas en amplitud como en frecuencia, por medio de un voltaje externo.

Puede seleccionarse la frecuencia de operación desde 0.01 HZ hasta 1MHz. El circuito se ajusta a comunicaciones, instrumentación y aplicaciones de generación de funciones que requieren generación de tonos senoidales, FSK o FM. El oscilador de frecuencias puede desplazarse linealmente en rangos de frecuencia de 2000 : 1 con control de voltaje externo, manteniendo baja la distorsión.

El XR-2206 esta compuesto de cuatro bloques funcionales: un VCO, multilicador y recortador de onda seno, buffer amplificador de ganancia unitaria e interruptores de corriente.

3.4.3.4 CALCULO DE LOS ELEMENTOS DEL MODULADOR XR-2206.

En base a criterios tales como efectividad de operación de la modulación FSK, ancho de banda utilizado y velocidad de transmisión, se ha diseñado el modulador FSK de la siguiente forma (Las fórmulas son obtenidas de las hojas de datos del XR-2206, algunas de las cuales se muestran en el anexo B):

Velocidad de transmisión: 300 Bps.

Frecuencia para Marca (f1): 300 Hz.

Frecuencia para Espacio (f2): 2300 Hz.

Luego: $f1 = 1 / (R1 \times C)$

Donde: $R1 = 1 / (f1 \times C)$

Si: $C = 0.022\mu\text{f}$; $R1 = 151.5 \text{ K}\Omega$; se utiliza un potenciómetro de $100\text{K}\Omega$ y un resistor de $62\text{K}\Omega$.

$$f2 = 1 / (R1 \times C)$$

$$R2 = 1 / (f2 \times C)$$

$R2 = 19.76 \text{ K}\Omega$; se utiliza un potenciómetro de $10\text{K}\Omega$ y un resistor de $15\text{K}\Omega$.

El rango de operatividad real del modulador es de 300 y 2300 Hz, a una velocidad de 300Bps, utilizando un nivel de señal de 300mV.

La figura 3.11 muestra el circuito implementado para el modulador FSK, con las características técnicas antes mencionadas.

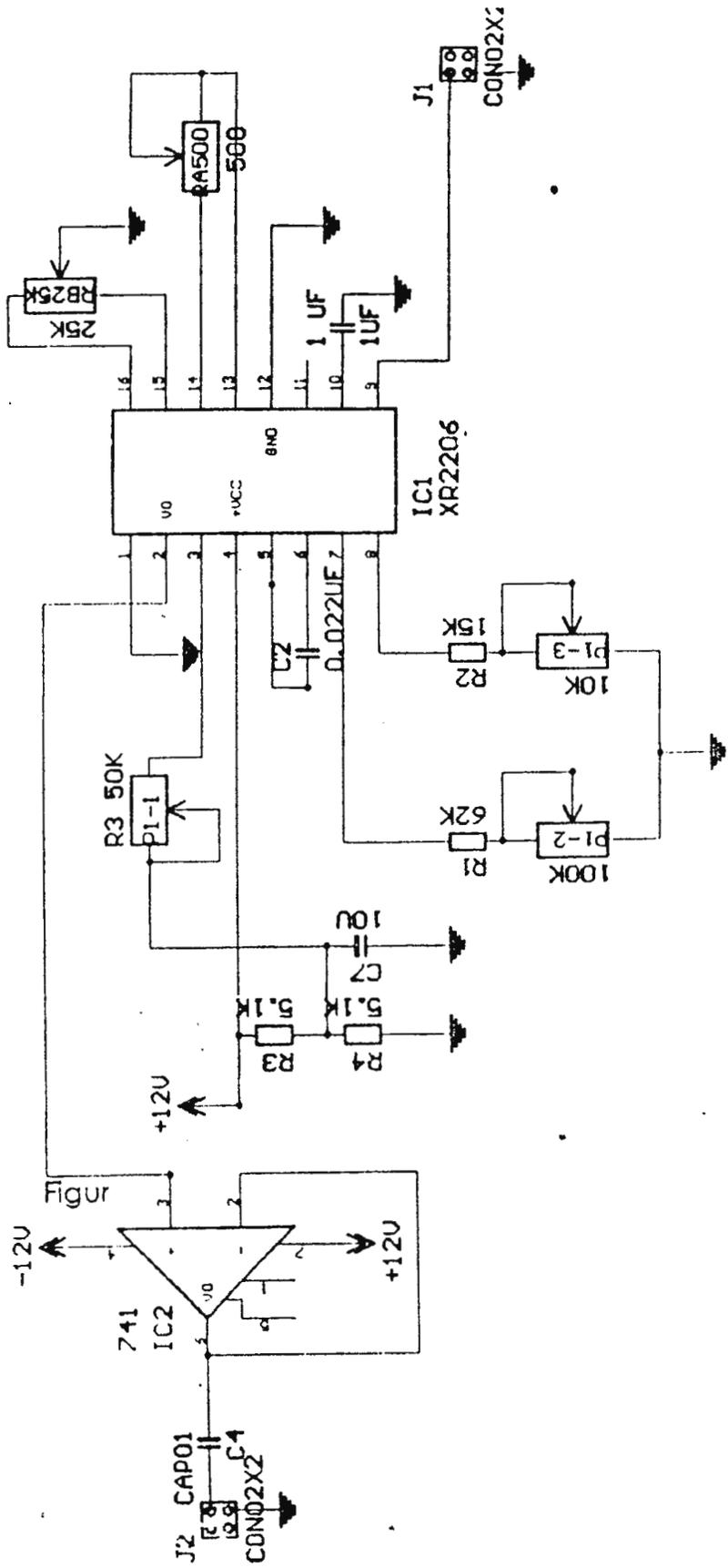


Figura 3.11 circuito esquemático con el XR-2206 modulador FSK.

3.4.3.5 RECEPTOR O DEMODULADOR FSK.

El circuito utilizado más comúnmente para demodular las señales FSK es un PLL (Phase Locked Loop), el cual es mostrado en la figura 3.12.

Un demodulador FSK con PLL trabaja igual que un demodulador de FM con PLL. Como la entrada del PLL se encuentra corriendo o desplazando entre las frecuencias de la marca y el espacio, el voltaje de error DC en la salida del comparador de fase sigue el corrimiento de frecuencia.

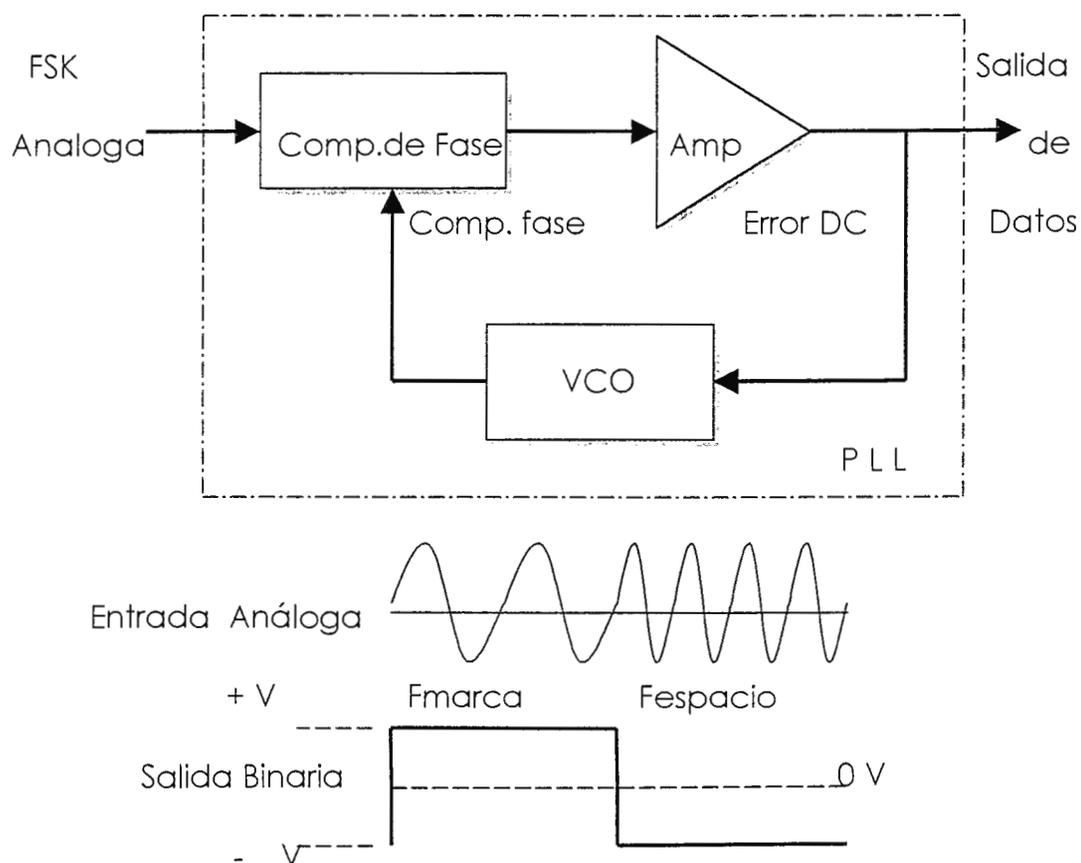


Figura 3.12 Demodulador FSK con PLL.

Debido a que sólo existen dos frecuencias de entrada, sólo existen dos voltajes de error a la salida; uno representa al 1 lógico y el otro al 0 lógico, de esta manera la salida es una representación binaria de dos niveles de la entrada FSK.

Generalmente la frecuencia natural del PLL ha sido elegida igual a la frecuencia central del modulador FSK. Como resultado, los cambios en el voltaje de error DC siguen los cambios en la frecuencia de entrada analógica y es simétrica alrededor de los cero voltios DC.

La FSK es utilizada en forma restringida para sistemas de bajo funcionamiento, bajo costo, y transmisión asincrónica para comunicaciones de datos en la banda de voz.

3.4.3.6 DEMODULADOR FSK UTILIZADO POR EL PROTOTIPO DE LA RED DE TELEACCIÓN.

Se utiliza el XR-2211 que es un sistema PLL especialmente diseñado para aplicaciones de comunicaciones de datos, opera sobre un rango amplio de voltajes que va desde 4.5 a 20 Voltios y un amplio rango de frecuencias entre 0.01 Hz y 300KHz. Este puede acomodar señales análogas entre 10 mV y 3 V y se puede interfazar con tecnologías DTL, TTL y ECL.

El circuito consiste de un PLL básico para atrapar una señal de entrada dentro de un filtro pasabanda, un detector de cuadratura de fase que provee la detección de portadora y un comparador de voltaje el cual provee la demodulación FSK. Se utilizan componentes externos para fijar la frecuencia central en base a las frecuencias de marca y espacio, fijar ancho de banda y retardo de salida.

El PLL, lo principal dentro del XR-2211 esta construido de un preamplificador de entrada, un multiplicador análogo usado como detector de fase y un VCO. Hagamos referencia a la fig. 3.13.

El preamplificador sube el nivel a las señales abajo de los 10mVrms a un nivel superior constante. La salida del detector de fase sin filtrar produce la suma y diferencia de las frecuencias de entrada y salida del VCO. Acá el VCO es un oscilador controlado por corriente, con su corriente normal de entrada (f_0) seteada por el resistor R_0 hacia tierra y su corriente de manejo con un resistor R_1 del detector de fase.

En el detector de fase se produce un voltaje DC que representa la diferencia de fase entre las dos frecuencias, lo que cierra el lazo y le permite al VCO atrapar la frecuencia de entrada.

El comparador de fase es utilizado para determinar si el VCO es manejado por abajo o por encima de la frecuencia central (Comparador FSK). Esto produce que las salidas activas con nivel alto y con nivel bajo indiquen cuando el PLL este enllavado.

3.4.3.7 CALCULO DE LOS ELEMENTOS DEL DEMODULADOR XR-2211.

Igual que para el modulador XR-2206, se ha utilizado para el cálculo de los componentes, los mismos parámetros de frecuencia y velocidad como es desarrollado a continuación:

Hagamos referencia a algunas hojas de datos del XR-2206 que están en el anexo C.

f_0 = Frecuencia central.

$$f_0 = \sqrt{f_1 \times f_2} = \sqrt{300 \times 2300} = 830.66 \text{ Hz.}$$

$$\text{Si : } C_0 = 0.1 \mu\text{f ; } f_0 = 1 / (R_0 \times C_0)$$

$$R_0 = 1 / (f_0 \times C_0) = 12.03 \text{ K}\Omega$$

Se utilizará un potenciómetro de $10\text{K}\Omega$ y un resistor de $2\text{K}\Omega$ (donde $10\text{K}\Omega = R_x$ y $R_0' = 2\text{K}\Omega$).

$$R_1 = 2(R_0 \cdot f_0) / (f_2 - f_1) = 5\text{K}\Omega.$$

$$C_1 = (1250 \cdot C_0) / (R_1 \cdot \zeta^2) ; \zeta = 0.5 \text{ (Loop Damping).}$$

$$C_1 = 0.1 \mu\text{f}$$

$$R_f = 5R_1 = 25 \text{ K}\Omega. \text{ (Se utiliza una de } 22 \text{ K}\Omega).$$

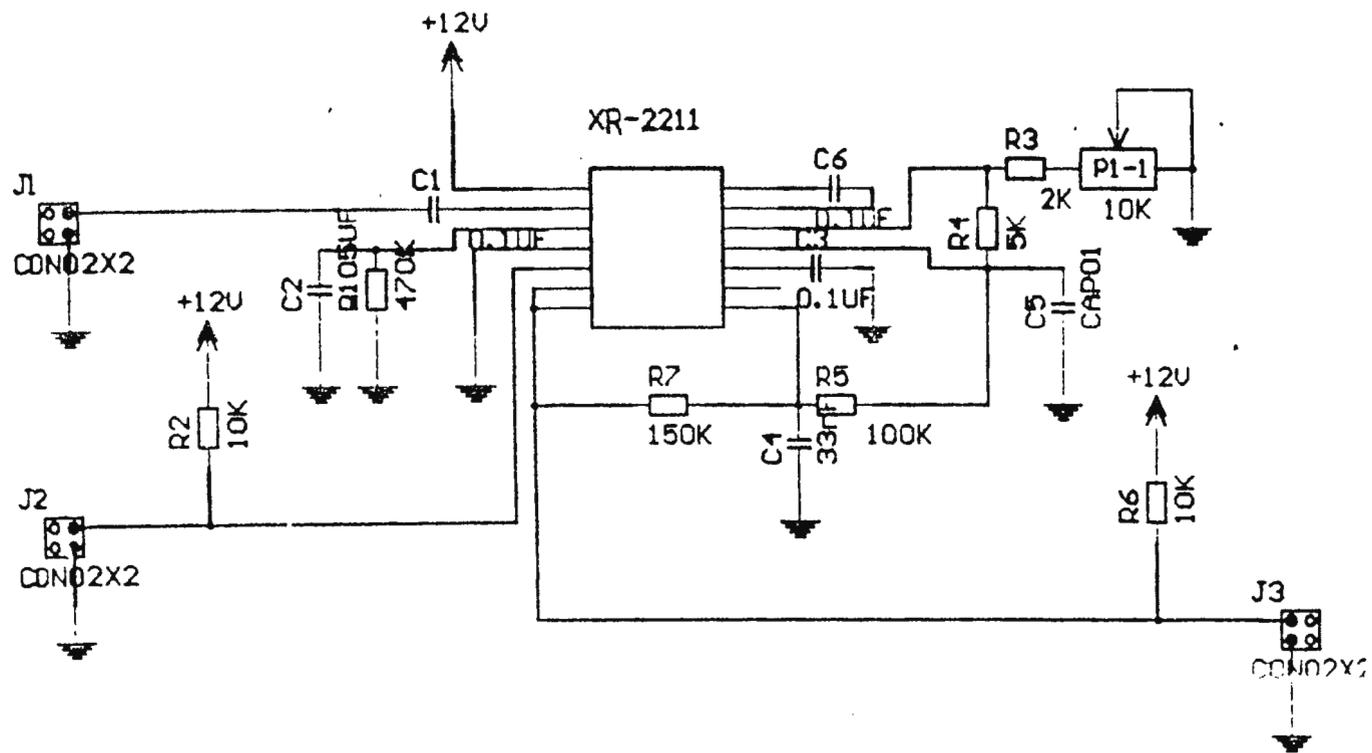


Figura 3.13 circuito esquemático con el XR-2211 demodulador FSK.

$$R_B = 5R_f = 125 \text{ K}\Omega. \text{ (Se utiliza una de } 150 \text{ K}\Omega\text{).}$$

$$R_{\text{sum}} = [(R_f + R_1)R_B]/(R_1 + R_f + R_B) = 24.193 \text{ K}\Omega.$$

$$C_f = 0.25/(R_{\text{sum}} \times \text{Baud Rate}) ; \text{Baud Rate} = 300 \text{ Bps.}$$

$$C_f = 34.44 \text{ nF. (Se utiliza uno de } 0.033 \text{ }\mu\text{f).}$$

La figura 3.13 muestra el circuito implementado para el demodulador FSK, con las características técnicas antes mencionadas.

3.4.4 MODULOS DE SENSORES DE ENTRADA

3.4.4.1 SENSOR UTILIZADO PARA LA MEDICION DE LA DENSIDAD DE SMOKE.

Se utiliza un sensor de smoke el cual emplea el método de ionización para la detección del mismo, el circuito utiliza un circuito integrado MC14468 Motorola, el cual utiliza un número reducido de elementos externos. Cuando el smoke es sentido se envía una señal de alarma por medio de un transductor piezoeléctrico y manejadores internos.

En la figura 3.14 se muestra el circuito utilizado por el detector de smoke.

Si se detecta smoke, el período del oscilador llega a 40 msecs y el oscilador de horno piezoeléctrico es habilitado. Durante el tiempo de apagado, el smoke es nuevamente chequeado e inhibirá la salida del horno si no se detecta.

Se provee una guarda activa en ambos pines adyacentes a la entrada de detección. El voltaje en estos pines va a estar dentro de los 100 mVolts de la señal de entrada, esto mantiene la superficie con un mínimo de corrientes de fuga y provee un método de medición del voltaje de entrada sin cargar la recámara de ionización. En la figura 3.14 se muestra el circuito utilizado para el funcionamiento del detector de smoke. Se hace referencia a las hojas de datos de el integrado MC 14468, que se encuentran en el anexo D. Este integrado sirve como manejador de la señal que proporciona el sensor de humo y provee una forma de acceder a la misma sin cargar el circuito.

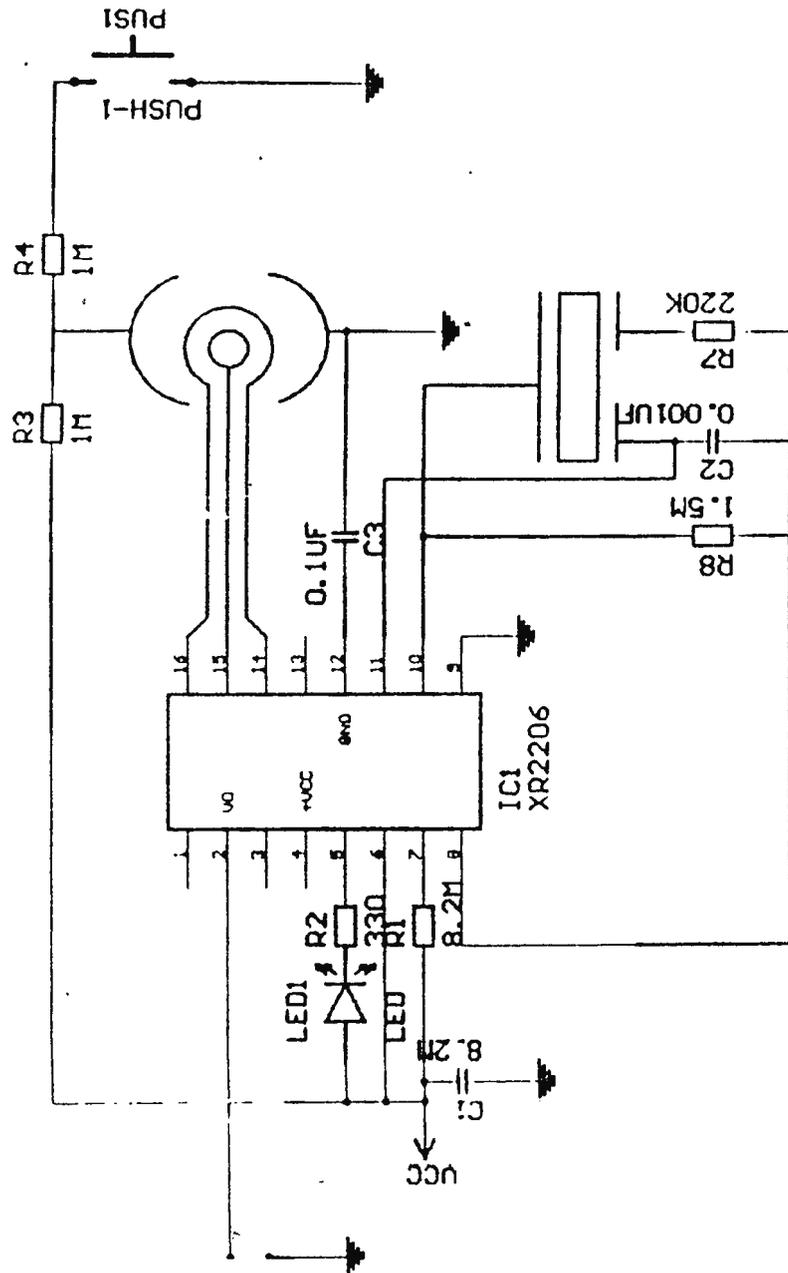


FIGURA 3.14 CIRCUITO DETECTOR SMOKE

3.4.4.2 SENSOR DE RUIDO UTILIZADO POR LA RED DE TELEACCION.

El detector de ruido o intensidad sonora utilizado para la red de teleacción es un simple amplificador con un micrófono y control de sensibilidad con un indicador, el circuito es lo suficientemente preciso y confiable.

Se utiliza operando como micrófono una bocina y un transformador el cual garantiza una impedancia mayor para el sistema. Este transformador debe tener una impedancia de entrada de unos 500 Ω y en el secundario de 8 Ω , el transformador lleva un potenciómetro conectado entre sus terminales con el que se puede aumentar la sensibilidad. La señal es aplicada a un amplificador operacional de alta ganancia (μ A741). En un circuito sin realimentación este amplificador tiene una ganancia altísima lo que garantiza una excelente sensibilidad para el medidor.

Se utiliza un potenciómetro de control de sensibilidad para el cual el valor no es crítico y puede utilizarse un valor mayor.

Se coloca un capacitor entre las entradas del amplificador operacional, el cual tiene un valor que depende de la banda de frecuencias en que se desea mayor respuesta del instrumento, un valor mayor aumenta la sensibilidad para los sonidos graves y las reduce para los agudos.

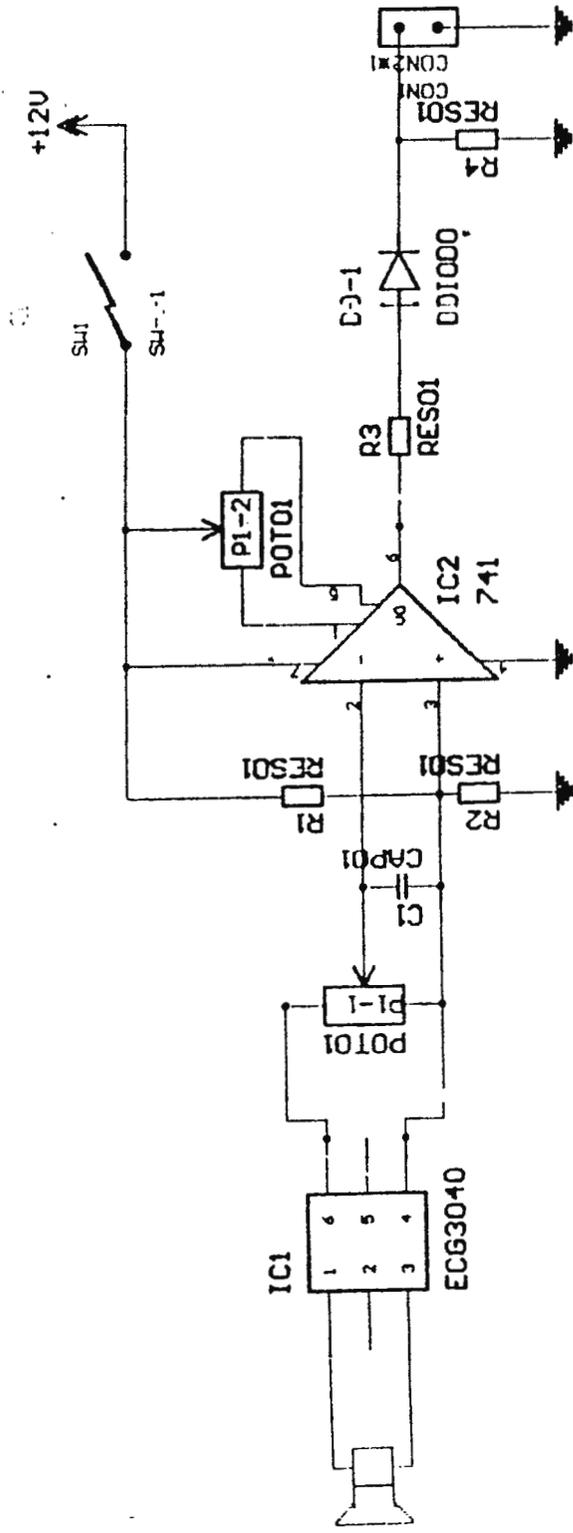


FIGURA 3.15 DETECTOR RUIDO.

Es posible utilizar la caída de voltaje que se produce en la resistencia conectada a la salida del amplificador operacional, como muestra para la entrada analógica del ADC. La figura 3.15 muestra el circuito implementado para el detector de intensidad sonora o ruido.

3.5 HARDWARE DE LA ESTACION CENTRAL

La estación central, la cual es la encargada de centralizar la información proveniente de las estaciones remotas, como ya se describió en la sección 2.4, está compuesta de los siguientes elementos:

- Computador personal.
- Circuitos acopladores.
- Etapas Moduladores y Demoduladores FSK.
- Radios.

A continuación se desarrollan los módulos involucrados en la estación central:

3.5.1 COMPUTADOR PERSONAL.

Esta parte es la que concierne a la utilización de una computadora personal que tendrá las características siguientes:

- Memoria RAM, de al menos 8 Mbytes.
- Espacio mínimo disponible en disco duro de 50 Mbytes.
- Velocidad de 66 Mhz, considerando criterios de expansión.
- Disponibilidad del puerto de comunicaciones dos (COM2).

Dicha computadora tendrá instalado el programa de aplicación que se desarrolla en capítulos posteriores, el cual hará uso del puerto de comunicaciones 2 (Com 2), para el envío y recepción de información que proviene de la estación remota seleccionada y presentará la información procesada en la pantalla de la computadora.

Los datos son enviados al buffer de transmisión de la interfaz RS-232, la cual se encarga de sacarlos por el puerto de comunicaciones 2 que es un puerto del tipo serial; a continuación se describe brevemente dicha interfaz.

3.5.1.1 INTERFAZ RS – 232.

El estandar RS-232 fue establecido por la EIA (Electronic Industries Association), para facilitar la intercambiabilidad entre la computadora y los dispositivos periféricos que son conectados por medio de los puertos seriales. La interfaz RS-232 tiene varios estandares equivalentes como lo son el EIA, V24 y TTY.

La RS-232, define las características de las señales eléctricas, interfaces mecánicas y descripción funcional de los circuitos de intercambio.

DESCRIPCION DE TERMINALES DEL CONECTOR RS-232.

Se debe recordar que una señal digital tiene dos niveles, el bajo y el alto. En las líneas de control de la interfaz RS-232, un nivel alto significa encendido y un nivel bajo significa apagado. Se utiliza el termino " la línea de control es acertada", para representar que un nivel digital de una línea de control particular tomó un nivel alto desde un nivel bajo.

La figura 3.16, muestra el conector RS-232, en donde los 25 pines son definidos explícitamente en RS-232.

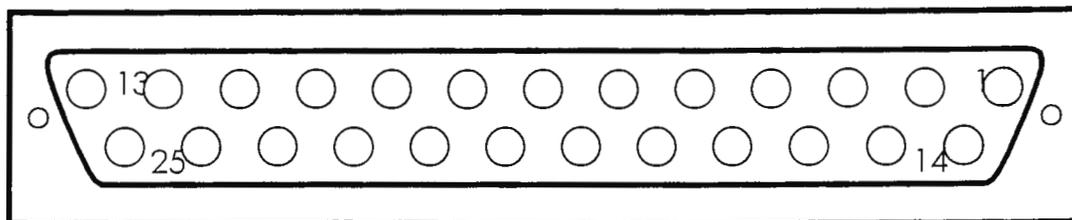


Figura 3.16 Vista frontal de conector RS-232 tipo D.

Pin	Nombre	Abreviatura
1	Tierra de Chásis	FG
2	Transmisión de datos	TD
3	Recepción de datos	RD
4	Petición de envío	RTS
5	Limpio para enviar.	CTS
6	Set de datos listo.	DSR
7	Señal de tierra.	SG
8	Detección de Portadora de datos	DCD
9	Terminal de datos lista	DTR

Figura 3.17 Pines más utilizados de la interfaz RS-232.

La figura 3.17, define los nueve pines que son usualmente empleados en una conexión modem – terminal o computador – modem.

Los pines de la RS-232 pueden dividirse en tres grupos: Tierras, datos y handshaking.

NIVELES DE VOLTAJE DE LA INTERFAZ RS-232.

A continuación se indican los niveles de voltaje de la interfaz RS-232 y sus interpretaciones estandar:

Voltaje	Nivel Logico	Control	Terminología
+ 3V a + 25V	0	Encendido	Espacio
- 3V a - 25V	1	Apagado	Marca

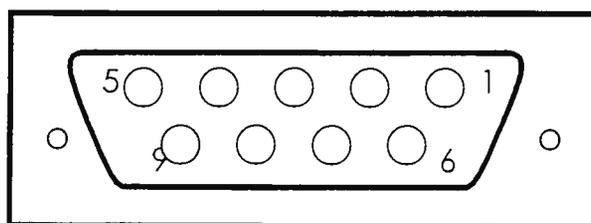
En contraposición a los niveles lógicos TTL, en donde el voltaje más positivo es un uno lógico y el voltaje más negativo es cero lógico, la RS-232 emplea lógica negativa. El voltaje más positivo en el circuito es un cero lógico (de + 3 a + 25 V), y el voltaje más negativo (de -3 a -25V) es un uno lógico. Un voltaje que caiga entre +3 V y -3 V es indeterminado.

Cuando una línea de control es un uno lógico, ésta se encuentra en estado de marca (off), cuando una línea de control es asegurada a un nivel de cero lógico, se encuentra en un activo o estado encendido (espacio).

La mayoría de dispositivos operan con +12 V y -12 V de fuente de alimentación. Una marca típica utilizada es -9 V a -12 V y un espacio típico es de +9 V a +12 V. Los voltajes fuera de este rango usualmente indican un mal funcionamiento de la interface o del circuito.

CONECTORES NO ESTANDAR RS-232 DE 9 PINES.

Debido a que solamente 9 de los 25 pines de la interfaz RS-232 son utilizados para la mayoría de aplicaciones, muchos fabricantes de computadoras y periféricos han desarrollado conectores de 9 pines RS-232. La figura 3.18, muestra el conector RS-232 con las microcomputadoras IBM-PC/AT. Los conectores de 9 pines son utilizados para ahorrar espacio en la parte trasera de los paneles de las computadoras y periféricos. Este conector no es estandar y difiere según el fabricante.



Vista Frontal.

Pin: 1	DCD	Equiv. 25 pines: 8
2	RD	3
3	TD	2
4	DTR	20
5	SG	7
6	DSR	6
7	RTS	4
8	CTS	5
9	RI	22

Figura 3.18 Conector no estandar de 9 pines de RS-232.

3.5.2 CIRCUITOS ACOPLADORES.

Para que exista una adecuada comunicació entre la computadora y las etapas moduladoras y demoduladoras FSK es necesario adecuar las señales provenientes desde y hacia el puerto serial de la computadora y los circuitos FSK, es así que es necesario trasladar los niveles lógicos de salida del circuito demodulador a los niveles lógicos utilizados por la interfaz RS-232, es decir de +12V y 0 Voltios a la lógica de -12V y +12V. De igual manera se requiere trasladar la salida de niveles lógicos que proporciona el puerto de

comunicaciones 2 en los niveles lógicos que entiende el circuito modulador FSK.

Para comprender mejor el funcionamiento de estos acopladores de señal, a continuación se proporciona una breve explicación de los mismos.

3.5.2.1 MANEJADORES Y RECEPTORES RS-232.

Estos se encargan de acomodar las señales TTL a RS-232 y viceversa, mediante un proceso de traslado de voltajes.

MANEJADOR MC1488.

Posee 4 manejadores de línea TTL a RS 232. La salida de un circuito integrado diseñado como un manejador de línea difiere de la salida estándar en el hecho de que se optimiza la capacidad de manejo y alta capacidad de líneas de transmisión.

El MC1488 requiere dos voltajes de alimentación los cuales son usualmente +12V para +Vcc y -12V para -Vcc; la señal de tierra es aplicada al pin 7.

Si un cero lógico es colocado en ambas entradas del manejador MC1488, la salida va a tener un nivel RS-232 de + 12V que corresponde

a su cero lógico. Cuando ambas entradas son iguales a 1 lógico, la salida tendrá un valor de -12 V que corresponde a su 1 lógico.

Para la interconexión entre la computadora de la estación central de la red de teleacción y la salida del demodulador FSK, se utiliza un convertidor de nivel de este tipo para adecuar las señales de salida de $+12\text{V}$ (1 lógico) y 0 V (0 lógico), a niveles RS-232 que utiliza la computadora, es decir -12V (1 lógico) y $+12\text{V}$ (0 lógico).

Se hace referencia a las hojas técnicas del integrado, las cuales proporcionan una mejor descripción de este circuito integrado, así como sus especificaciones y características técnicas.

RECEPTOR MC1489.

El circuito integrado receptor de línea MC1489, es un convertidor de niveles de voltaje RS-232 a niveles del tipo TTL.

Un receptor de línea es un dispositivo con circuitería especial que ha sido optimizado para recibir señales digitales distorsionadas de una línea de transmisión con capacitancia elevada.

Los manejadores de línea del MC1489 además de su entrada y salida poseen un terminal en su parte media que utiliza en aplicaciones especiales para controlar la curva de respuesta de recepción.

El MC1489 provee la operación complementaria al MC1488, debido a que este traslada los niveles de voltaje de la interfaz RS-232 a voltajes del tipo TTL. Este circuito solamente requiere un voltaje de alimentación positivo que puede ser +5 V a +12 V y el tierra.

Se hace referencia a las hojas técnicas del integrado, ahí se proporciona una mejor descripción del circuito integrado MC1489, así como sus características y especificaciones técnicas.

Quad Line Receivers

The MC1489 monolithic quad line receivers are designed to interface data terminal equipment with data communications equipment in conformance with the specifications of EIA Standard No. EIA-232D.

- Input Resistance – 3.0 k to 7.0 k Ω
- Input Signal Range – ± 30 V
- Input Threshold Hysteresis Built In
- Response Control
 - a) Logic Threshold Shifting
 - b) Input Noise Filtering

MC1489, A

QUAD MDTL LINE RECEIVERS EIA-232D

SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646

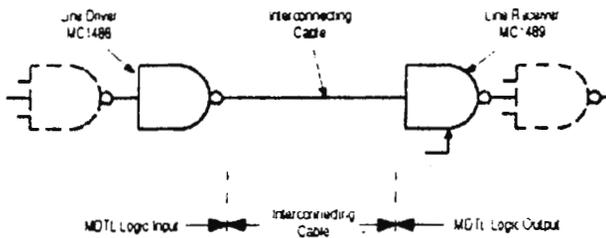


D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751A
(SO-14)

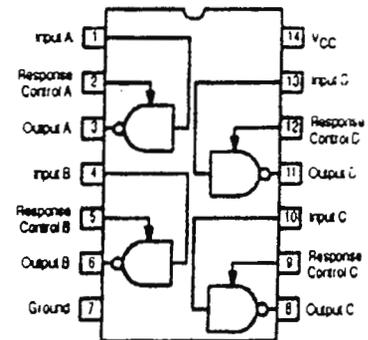
ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC1489P, AP	$T_A = 0$ to $+75^\circ\text{C}$	Plastic
MC1489D, AD		SO-14

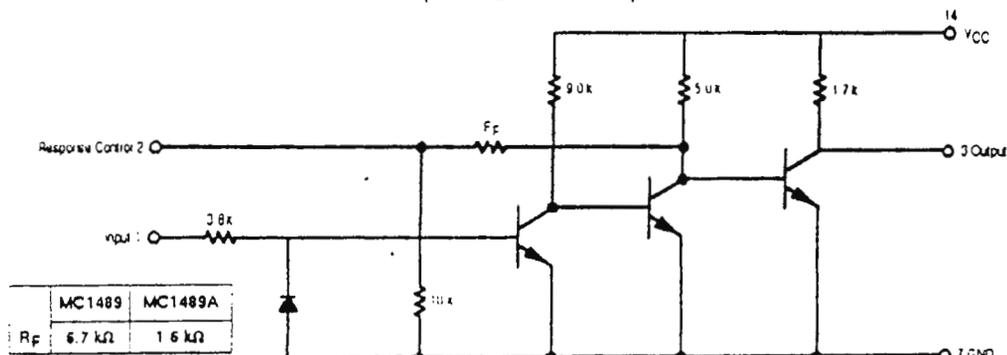
Simplified Application



PIN CONNECTIONS



Representative Schematic Diagram (1/4 of Circuit Shown)



3.5.3 ETAPA DE LOS MODULADORES Y DEMODULADORES FSK.

De igual manera como se utilizan etapas de modulación y demodulación del tipo FSK, en el Hardware de las estaciones remotas, así se utilizan de igual forma en el sistema de la estación central para realizar la adecuación al medio de transmisión de las señal que provienen del acoplador RS-232 a TTL y de la señal que viene del medio de transmisión, proveniente de las estaciones remotas, a niveles TTL que luego se traduce a niveles RS-232 para que los comprenda la computadora.

Estos moduladores y demoduladores FSK ya fueron descritos y desarrollados en forma amplia en la sección 3.4 del Hardware de la estación remota, por los que no es necesario desarrollarlos nuevamente.

3.5.4 RADIOS.

Son los encargados de proveer el acople entre la señal de datos y el medio de transmisión, que en este caso es el espacio libre.

Los criterios técnicos y características de estos radios y la repetidora son desarrollados en la sección 3.6 donde se describe el medio de transmisión utilizado para el envío de la información.

En la figura 3.19, se muestra un diagrama pictórico de como será la distribución dentro de la estación central de la red de teleacción para la detección de contaminantes del aire, en donde se ubican el computador del centro de control, la ubicación del gabinete que contiene los diferentes módulos del sistema junto al radio transmisor y la ubicación de la antena. Se observa una distribución aproximada de como debe ir la canalización de los cables.

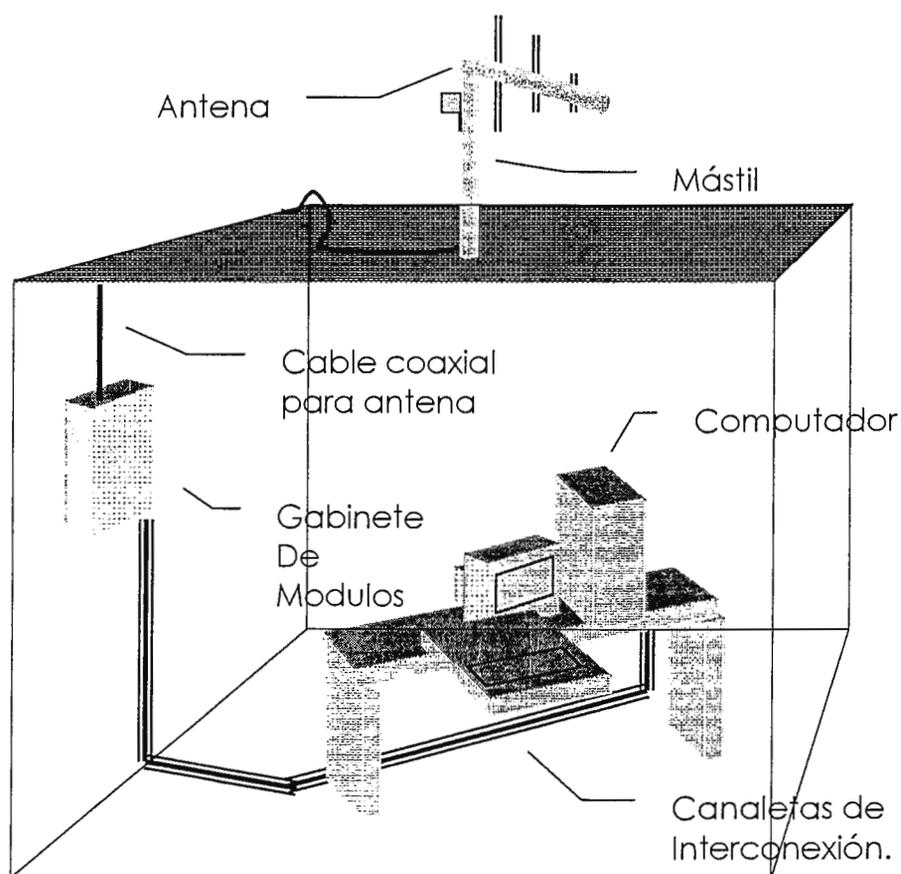


Figura 3.19 Diagrama pictórico de la estación central.

3.6 MEDIO DE TRANSMISION UTILIZADO PARA EL ENVIO DE LA INFORMACION.

Como se ha venido manejando, el medio de transmisión es el espacio libre, ya que la comunicación se realiza por medio de señales electromagnéticas, haciendo uso de un canal de radio comunicaciones móviles.

Se utilizarán dos frecuencias (ver Figura 3.20), una f_1 para transmisión de las estaciones al igual que la recepción de la repetidora, y una f_2 para recepción de las estaciones al igual que para transmisión de la repetidora. Los radios sólo pueden transmitir o recibir a la vez, además de que inhiben su transmisión cuando su receptor ha sido abierto, con esto se logra que sólo una estación transmita a la vez.

El ancho de banda disponible para la transmisión de datos es el de un canal simple de voz, de 300 a 3400 Hz, lo cual permite una velocidad aceptable de transmisión de datos, dependiendo de la tecnología de modulación utilizada, que para nuestro caso es FSK (Frequency Shift Keying), con lo que logramos una velocidad máxima de 300 bps vía radio, sin arreglo adicional.

Existen algunos factores que colaboran en la degradación de la señal radiada, tales como:

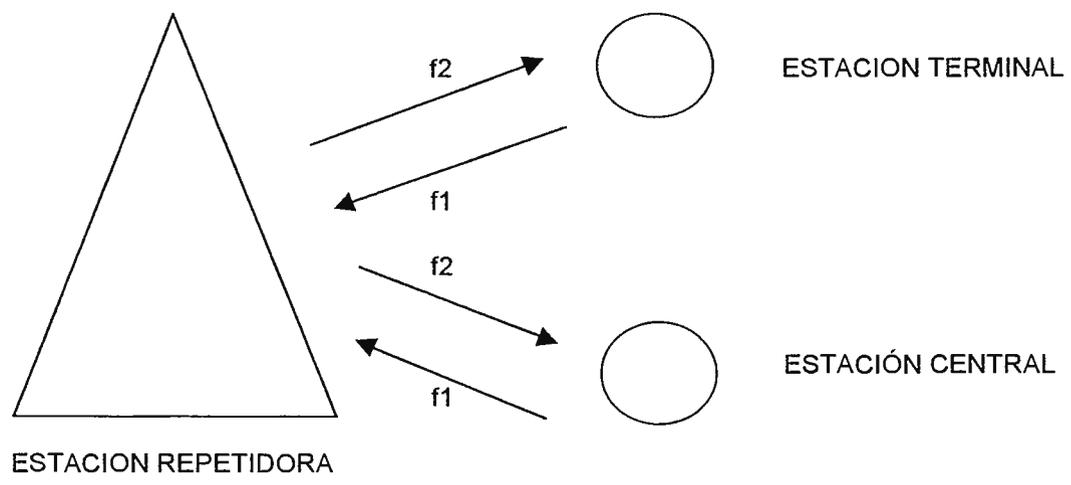


FIGURA 3.23 DISPOSICION DE LAS FRECUENCIAS CON LA REPETIDORA.

1. Las pérdidas inherentes al espacio libre, las cuales tienen que ver con el tipo de terreno, los índices de lluvias, factores climatológicos y la distancia entre los puntos de comunicación. Todos estos factores son considerados por la plataforma de predicción MCAP. Para generar la Figura 3.3, se utilizaron los siguientes factores para realizar la predicción:

Factor del terreno: 1.00

Factor Climatológico: 0.25 interior normal (no montañoso ni costero).

Tipo de terreno: Promedio (no excesivamente húmedo ni desértico).

Pérdidas promedio de cable coaxial: 0.066 dB/mt.

Razón de lluvia crítica: 0.1 mm / hr.

Ganancia de la antena: 10 dB.

2. Las pérdidas proporcionadas por los propios equipos que se encargan de la comunicación. Este tipo de pérdidas generalmente son compensadas regulando la potencia de salida de los transmisores, para conseguir la potencia efectiva radiada (P.E.R.) deseada.

Los radios propuestos para formar parte de la red son los PCS de Ericsson, los cuales tienen la capacidad de operar entre 136 y 174 MHz, con un máximo de 16 canales. Se propone este radio que trabaja en esta banda como una opción, pero al ser asignada una frecuencia por SIGET (Super Intendencia General de Electricidad y

Telecomunicaciones), se pueden encontrar otros más apropiados. Se hace referencia a las hojas de datos de este tipo de radio, resaltamos los siguientes datos:

1. Sensibilidad de -119.0 dBm (0.25 μ Volts); para 12 dBs signados.
2. Banda de Frecuencia: de 136 a 174 MHz.
3. Capacidad de manejo de canales: 16 canales (pueden permitir en el futuro nuevas aplicaciones).
4. Voltaje de entrada: de 6.0 a 9.0 volts de DC (Nominal 7.5 Volts)
5. Rango de Potencia de RF: 1 a 5 watts .
6. Rango de operación de temperatura ambiente: -30° a $+60^{\circ}$ Centigrados.

La repetidora propuesta es la MASTR II, marca ERICSSON, para lograr así una compatibilidad con los radios. Se hace referencia a las hojas de datos de dicho equipo. No se habla de un enlace de UHF entre repetidoras de diferentes zonas, ya que aquí se propone una sola zona de estudio (la ciudad capital).



Mobile Communications

PCS™ 136-174 MHz SYNTHESIZED, 16-CHANNEL SCAN PERSONAL RADIO



TABLE OF CONTENTS

FRONT ASSEMBLY (FRONT CAP ASM & AUDIO/LOGIC BOARD)	LBI-38623
REAR ASSEMBLY (RF BOARD)	LBI-38623
SERVICE SECTION	LBI-38623

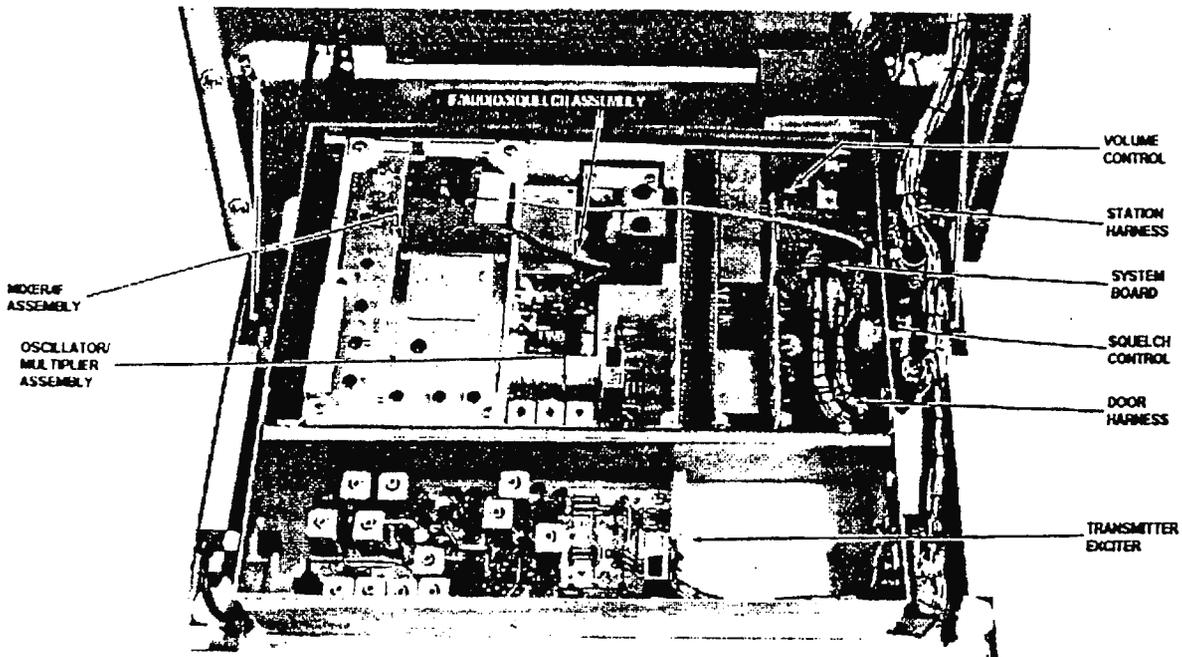


Figure 1 - Radio Panel Front Door

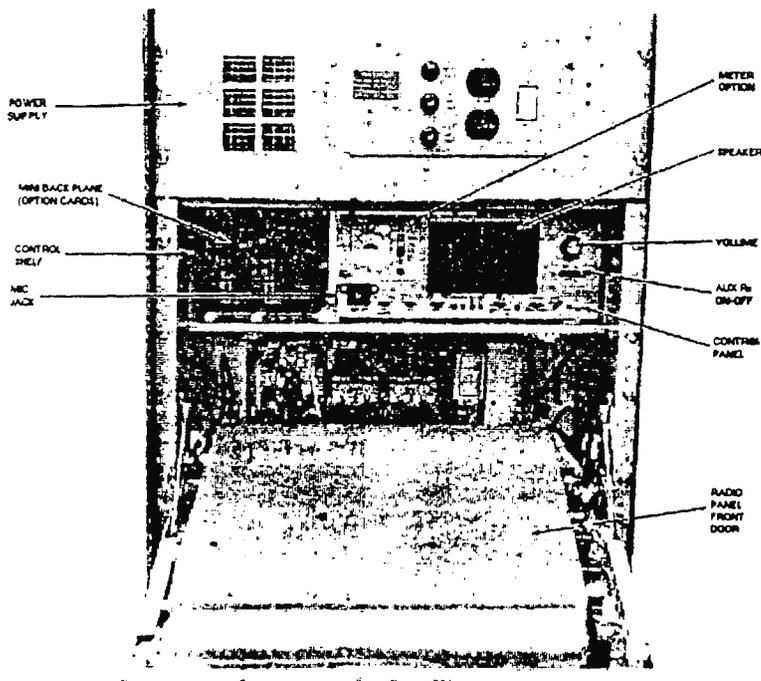


Figure 2 - Typical Station Assembly

CAPITULO IV

PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

4.1 GENERALIDADES.

Una disciplina de comunicaciones o protocolo, es un juego de reglas y procedimientos que proporcionan una técnica uniforme para gobernar una línea de comunicaciones. Estas reglas y procedimientos proveen la administración, asignación y control de los recursos involucrados, así como establecen métodos para evitar y/o solucionar problemas acaecidos por situaciones de excepción, ocurridas en cualquiera de los elementos intervinientes.

4.1.1 CARACTERISTICAS DE UN PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN.

Para que dos sistemas interconectados puedan intercambiar información es necesario que hablen el mismo lenguaje. Esto se refiere a que ambos computadores deben respetar un mismo conjunto de reglas semánticas, sintácticas y de sincronización que les haga posible entenderse mutuamente.

Los elementos que conforman un protocolo son:

Sintáxis: El cual se refiere al formato y a la codificación de los datos.

Semántica: Incluye información de control para el manejo de errores.

Sincronización: El cual trata sobre el control de flujo de datos.

4.2 FUNCIONES DE UN PROTOCOLO DE COMUNICACIONES.

Un protocolo de comunicaciones debe cumplir con ciertas funciones para que sea más efectivo, para ello se presentan las más importantes:

- Formatos del mensaje.

Dependiendo del protocolo de que se trate y del tipo de información que se desea transmitir, la disposición de los caracteres de control y datos, se encuadra en secuencias de distinto aspecto.

- Procedimientos de detección y corrección de errores.

Son las distintas formas de detectar y corregir errores en los datos transmitidos. La utilización de una u otra forma depende del código del lenguaje, de la disciplina (orientada a carácter o a bit) y del nivel de seguridad buscado con relación a la aplicación. El protocolo realiza esta función a través de un código de detección de error.

- Procedimiento de establecimiento de llamada.

Es el procedimiento específico para lograr el " contacto " con el interlocutor deseado. Es decir, el establecimiento de la conexión con el otro sistema (que puede ser otra computadora). Este aspecto varía según la disciplina que está siendo utilizada.

- Procedimiento de terminación y desconexión de enlace.

Al igual que el establecimiento de llamada, depende de la disciplina que está siendo utilizada y en general, especifica las reglas que deben utilizarse para lograr la finalización ordenada y controlada de una sesión de transmisión de información entre dos sistemas.

- Procedimiento para la transferencia de datos.

Para la transferencia de datos se puede operar en modo Simplex (SPX), Half Duplex (HDX) o Full Duplex (FDX), según el protocolo que esté siendo utilizado, aunque muchas veces una misma disciplina tiene la capacidad de trabajar en más de un modo de operación. También se debe considerar la conveniencia del punto a punto o multipunto y la utilización de polling.

- Períodos de tiempo cumplido (TIME-OUT).

Un adaptador de comunicaciones realiza un sondeo de la línea. Luego que envía un mensaje de invitación a transmitir (modalidad de

salida), el adaptador cambia a modalidad de entrada para aceptar la respuesta desde el dispositivo tributario. Si éste no contesta, el adaptador podría quedar esperando para siempre. Para evitar esta situación, en el momento de enviar el mensaje de invitación, se activa un reloj, el cual cuenta un intervalo de tiempo predeterminado. Así el adaptador puede retomar el control de dos formas:

1. Debido a que llega una respuesta, la cual lo activa.
2. Por que lo activa una señal del reloj cuando se vence el tiempo estipulado.

La figura 4.1 muestra un diagrama general de como retoma el control el adaptador de comunicaciones, en donde la respuesta debe llegar antes que la aguja llegue a B.

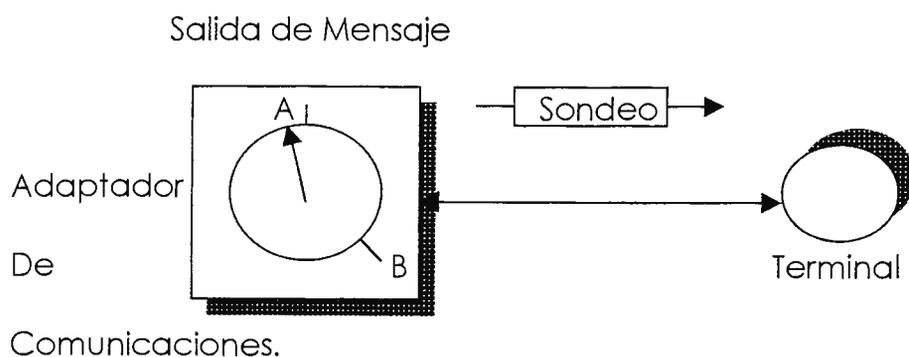


Figura 4.1 Adaptador de comunicaciones.

4.2.1 MODALIDAD DE TRANSMISION DE LOS PROTOCOLOS.

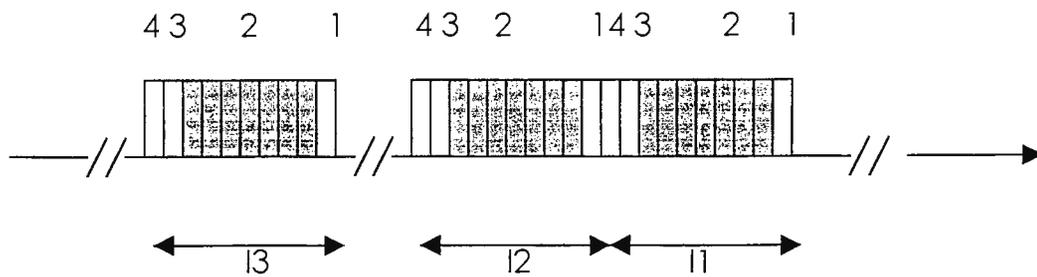
La modalidad de transmisión denota la existencia o no de alguna irregularidad o intervalo no constante entre dos eventos consecutivos que ocurren en una línea.

Existen dos modalidades, transmisión asincrónica y transmisión sincrónica.

4.2.1.1 TRANSMISION ASINCRONICA.

Es la modalidad de transmisión en la cual no existe sincronismo a nivel de mensaje, pero si existe sincronismo a nivel de caracter. El tiempo que transcurre entre dos caracteres consecutivos no es constante ni determinable, sino que depende de sucesos incontrolables como constituir la digitalización consecutiva de dos teclas por un operador, por ejemplo.

La figura 4.2 muestra la transmisión asincrónica con código ASCII, en donde se observa que el tiempo asignado a un bit es siempre el mismo y por lo tanto también son iguales los intervalos I_1 , I_2 e I_3 .



- Donde:
1. Bit de Start.
 2. Dato de 7 Bits (ASCII).
 3. Bit de paridad.
 4. Bit de Stop.

Figura 4.2 Transmisión asincrónica

Para lograr sincronizar el byte se utilizan dos bits de control, los cuales son llamados bits de START Y STOP y por este motivo a esta modalidad de transmisión se le conoce como modalidad START/STOP.

Esta modalidad es utilizada por muchas disciplinas, entre ellas la TTY y la ISO ASYNCRONOUS.

Si se da la situación de transmitir digitalmente una señal como la representada en la figura 4.3, intervendrán dos elementos para el reconocimiento de una marca (1 lógico) o de un espacio (0 lógico):

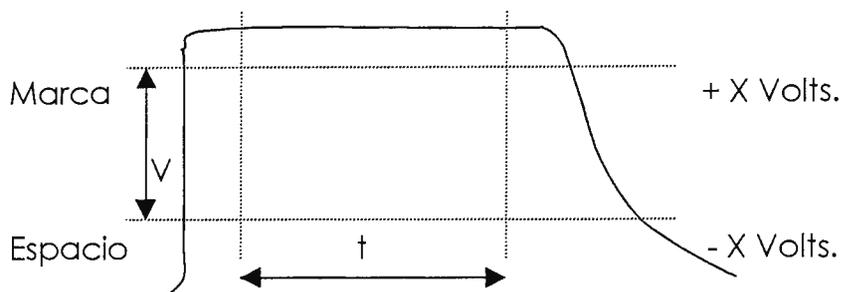


Figura 4.3 Reconocimiento de un bit.

1. Que el voltaje tenga una variación " V " entre $-X$ y $+X$.
2. Que el valor alcanzado luego de la variación se mantenga estable durante un período " t ".

El bit de START indica al circuito receptor que a continuación vienen los datos y que por lo tanto debe comenzar a medir los períodos " t ".

El bit de STOP indica la finalización de los datos. En algunos casos se utiliza más de un bit de STOP.

Ambos bits de START Y STOP son insertados y eliminados por los adaptadores de comunicaciones.

4.2.1.2 TRANSMISIÓN SINCRÓNICA.

Es la que se utiliza cuando existe sincronismo a nivel de mensaje, esto es cuando existe regularidad entre los caracteres de un bloque.

Las principales características de la transmisión sincrónica son las siguientes:

1. Los datos son almacenados temporalmente en un registro (buffer) antes de su transmisión. Cuando todo el bloque o mensaje está listo, se inicia su envío.
2. Los datos se transfieren en bloques y no caracter a caracter.
3. Los pulsos de sincronización del modem regulan el espacio de los bits y no el adaptador.
4. Existe un esquema definido y uniforme para la transmisión de los bits del mensaje.
5. No se utilizan bits de START Y STOP, por lo que el largo de un byte es generalmente menor.
6. Usualmente la transmisión de datos sincrónica permite mayores velocidades que la asincrónica.

La figura 4.4 muestra la lógica empleada para la transmisión sincrónica.



Figura 4.4 Transmisión sincrónica.

Una observación adicional es que en la transmisión asincrónica son necesarios 10 bits y en la sincrónica 8 bits para el largo de un byte.

Además, es posible establecer un canal de retorno en un enlace. Se divide el ancho de banda dejando una vía para enviar en sentido inverso una señal de control.

4.2.2 TIPOS DE DISCIPLINAS.

Las disciplinas se dividen en dos clases: las orientadas al carácter y las orientadas al bit.

4.2.2.1 DISCIPLINAS ORIENTADAS AL CARACTER.

Existen varias disciplinas dentro de este tipo, entre las que se mencionarán brevemente la TTY, ISO Asincrónica y La Binario-Sincrónica.

TTY.

Los elementos característicos principales son:

- Orientada a carácter.
- Asincronismo a nivel de mensaje y sincronismo a nivel de carácter, mediante bits de Start y Stop.

- Transmisión carácter a carácter.
- Código ASCII, no hay transparencia.
- Control de paridad por carácter.
- Velocidad hasta 19,200 Bps.
- 2 o 4 hilos.
- Sólo conexión punto a punto.
- No corrección de errores ocurridos en la transmisión.

ISO ASINCRONICO.

Es una especie de extensión del TTY a la conexión multipunto, sus principales características son:

- Orientada a carácter.
- Emplea código ASCII.
- Utiliza líneas de 4 hilos.
- Velocidades hasta de 9600 Bps.
- Asíncrono a nivel de mensaje y síncrono a nivel de byte, con bits de START y STOP.
- Permite conexión multipunto, con y sin elementos intermedios.
- Comunicación basada en sondeo.
- Transmisión bidireccional, alternada y simultánea.
- Corrección mediante retransmisión, transparente al usuario final.

- Utiliza caracteres de control de: Control de comunicación y de formato del mensaje.
- Generación de encabezamiento del mensaje.
- Uno o dos bits de STOP.
- Control de entrega de mensajes (ACK y NACK).
- Etc...

La figura 4.5 muestra un ejemplo de direccionamiento y transmisión recibida correctamente en ISO ASINC., donde el computador envía un mensaje previa selección de la terminal de destino. Acá se da una selección de la terminal deseada y ésta envía un reconocimiento positivo de paridad correcto y que está lista para recibir(ACK). Luego, el computador envía la información (Mensaje), para que después la terminal envíe un mensaje de recibido y lista para recibir más(ACK). Al final de la transmisión, el computador envía una señal de final de la secuencia de transmisión (EOT).

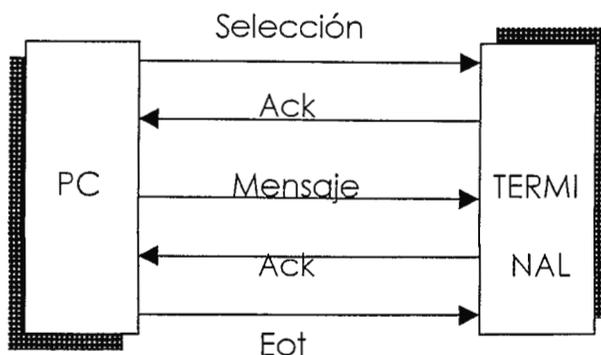


Figura 4.5 Direccionamiento y transmisión bien recibida en ISO Asinc.

BINARIO-SINCRONICAS (BSC).

Diseñado para código EBCDIC y ASCII posteriormente. Tiene opción de transparencia, lo que permite independencia del código. En esta modalidad de transmisión orientada al carácter, cada bloque enviado debe comenzar con dos bytes de sincronización. Los mensajes van encerrados entre uno o más caracteres de relleno (PAD), para proveer tiempo necesario a los adaptadores en los extremos de la línea de reaccionar a los caracteres de sincronización y estabilizar la línea.

En BSC, existe el encabezamiento que además de ser un campo de control de enlace de datos, contiene información provista por el usuario. Comandos de control de línea para "sondeo", direccionamiento, etc., se proveen en un mensaje de control separados, en lugar de estar contenidos en el encabezamiento. En BSC, cada mensaje debe ser reconocido individualmente, ya sea positiva o negativamente.

La figura 4.6 muestra un ejemplo de mensaje BSC.

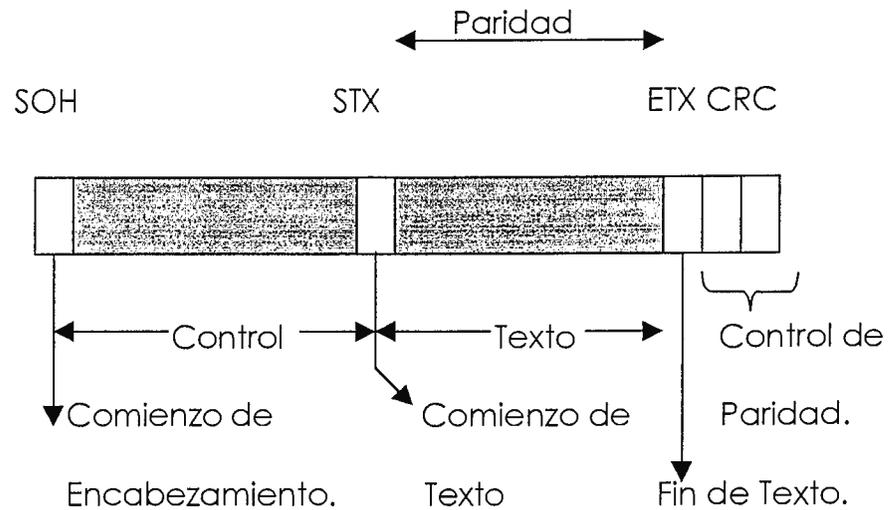


Figura 4.6 Ejemplo de mensaje BSC.

4.2.2.2 DISCIPLINAS ORIENTADAS A BIT.

Las características de esta disciplina son:

1. Operación independientemente de código (Transparencia). El usuario debe ser capaz de elegir el código o patrones de bits a usar en la transferencia de datos.
2. Adaptabilidad. A diversas aplicaciones, configuraciones y usos coherentes. La composición de los procedimientos debe ser aplicable a circuitos físicos de dos o cuatro hilos.
3. Transferencia de datos. Alterna en dos sentidos, como simultánea en dos sentidos.

4. Alta eficiencia. La organización de controles de enlace de datos debe permitir que se transporten funciones múltiples en cada transmisión. Ej. Reconocimiento de datos recibidos en transmisiones anteriores.
5. Alta confiabilidad. Todas las transmisiones, datos y controles deben estar protegidos de errores de transmisión y poseer mecanismos de detección y corrección de errores.

Existen para satisfacer las necesidades mencionadas, tres modos de operación diferentes en transparencia de datos:

1. Modo de Respuesta Normal, NRM, para uso en configuraciones punto a punto y multipunto.
2. El Modo de Respuesta Asíncrono, ARM, para uso también en configuraciones punto a punto y multipunto.
3. El Modo Balanceado Asíncrono, ABM, utilizado sólo para configuraciones punto a punto.

Existen tres tipos de estaciones, la primaria en la que se utiliza una por operación NRM o ARM, la secundaria usada con una o más por operación NRM o ARM, y la combinada en la que se utilizan dos por operación ABM.

En los modos de respuesta normal (NRM) y Asíncrono se proporciona un tipo no balanceado de capacidad de transferencia de datos entre estaciones lógicamente desiguales (Una primaria y múltiples secundarias) que operan en un medio de control centralizado. La estación primaria controla toda la operación de enlace de datos, como inicializar el enlace (encender la secundaria), control de flujo de datos y recuperarse desde la secundaria de errores del sistema por retransmisión, además también desconecta en forma lógica la estación secundaria.

La estación primaria envía comandos y recibe respuestas esperadas, mientras que la secundaria recibe comandos y envía respuestas. Es apropiado utilizar NRM para operación multipunto con interrogación donde es necesario interrogación ordenada entre un lugar central y varias estaciones lejanas.

Se utiliza ARM cuando una única estación primaria y una única secundaria activadas desean transmitir libremente entre ellas. En multipunto todas las estaciones secundarias deben estar en modo desconectado(fuera de línea) excepto una.

El modo balanceado asíncrono (ABM), proporciona un tipo balanceado de capacidad de transferencia de datos entre dos estaciones lógicamente iguales en un medio de control balanceado. Cada estación combinada es capaz de inicializar el enlace, activar la

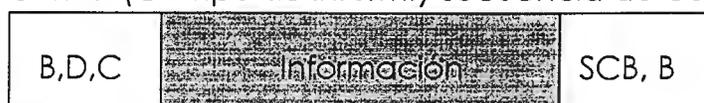
otra estación combinada y desconectar lógicamente el enlace. Además es responsable de controlar su propio flujo de datos y recuperarse de sus propios errores de sistema. Ambas estaciones pueden enviar y recibir comandos y respuestas .

La figura 4.7 muestra la estructura y formato utilizado para la trama (mensaje organizado) de un protocolo orientado a bit.

Estructura.



Formato(Campo de inform.y secuencia de control).



Donde: B= Secuencia indicadora, D = Campo de direccionamiento.

C = Campo de control. SCB = Secuencia de control de bloque.

Figura 4.7 Trama de protocolo orientado a bit.

4.3 DESARROLLO DEL PROTOCOLO Y LA TRAMA DE COMUNICACION.

En el desarrollo de esta sección se tendrá como objetivo mostrar al lector la forma en que está compuesta la trama y como interactúa con el protocolo.

Como se mencionó en la sección 2.4, la solución propuesta para realizar el diálogo entre la estación central y las estaciones remotas será a través del uso de tramas las cuales formarán parte de un protocolo de comunicación. Estos tienen la función de establecer un diálogo en un lenguaje común entre las estaciones para así poderse intercambiar la información.

4.3.1 DESARROLLO DE LA TRAMA DE COMUNICACIONES.

Se debe estar conciente que los campos que formarán la trama deberán contener la información necesaria como para identificar quienes son los datos, de que estación provienen y hacia adonde van. Por ello es fácil intuir que son necesarios campos como el origen y destino del dato, chequeo de errores, principio y fin de la trama, etc.

Estos campos permitirán el buen entendimiento entre las estaciones, además de proporcionar una flexibilidad en cuanto a posibles expansiones a futuro de la red.

Para los propósitos de la aplicación en cuestión, se presentan en la figura 4.8, los campos que formarán la trama:

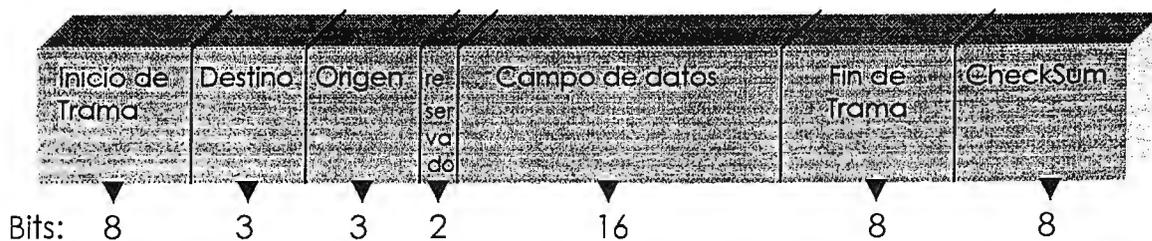


Figura 4.8. Trama de comunicación.

La función y distribución de cada uno de los campos fue estudiada y analizada de acuerdo a comparaciones hechas con otras tramas reales de comunicación, como lo es la del protocolo Xmodem y la usada en las redes Ethernet. Sin embargo, sólo se utilizaron para tomar una referencia de los campos involucrados. La asignación del tamaño en bits de cada campo, fue seleccionada de acuerdo a la mayor facilidad de manejo de datos dentro del buffer de la interfaz RS-232, el cual consta de una capacidad de 8 Bits.

Para lograr una mejor comprensión sobre el funcionamiento de la trama, a continuación se describirán cada uno de los campos que la componen:

a) Campo de Inicio de Trama.

Este campo indica el comienzo de la trama. Tiene una longitud de 8 bits y el patrón de bits que contendrá será "01010101" en binario, o "55" en hexadecimal. Este valor fue seleccionado al azar y no es por ninguna regla a seguir. Su uso es importante en cuanto a que define el

inicio de la trama a transmitir y a las estaciones remotas, que siempre estarán en modo de recepción, se les permitirá que al recibir este dato se comience con la ejecución del programa principal, el cual tendrá que ir guardando los siguientes 5 campos en una tabla de memoria.

b) Campo de Destino.

El cual indica el código del dispositivo que va a recibir la trama. Este es un código de 3 bits, único para cada estación y con un máximo de 8 estaciones a seleccionar. Las combinaciones posibles se presentan en la tabla 4.1.

Código	Estación	Código	Estación	Código	Estación
000	1	011	4	110	7
001	2	100	5	111	8
010	3	101	6		

Tabla 4.1. Códigos posibles en el campo "Destino" de la trama.

c) Campo de Origen.

Este campo contiene el código del dispositivo que originó la trama. Se tiene también un código de 3 bits, único para la estación

fuente y las combinaciones posibles son las mismas que se presentan en la tabla 4.1.

d) Campo Reservado.

En este campo se colocan 2 bits que son los necesarios para rellenar el ancho de 8 bits útiles para introducir 3 campos en el buffer de la RS-232. Esto se obtiene sumando el campo "Destino" más el "Origen" más el campo "reservado", así:

$$\text{DESTINO(3 BITS) + ORIGEN(3 BITS) + RESERVADO(2 BITS) = 8 BITS}$$

De esta manera se envía en una sola operación 3 campos, ahorrando tiempo en el uso del medio de transmisión. Este campo contendrá siempre el código binario "11".

Es posible que en un futuro se desee expandir la red específicamente en el número de estaciones remotas y centrales. Por ello este campo permite que se pueda donar los bits necesarios al campo de origen o destino de acuerdo a las necesidades de crecimiento de la red. Además de permitir que sea usado para otros propósitos como por ejemplo la señalización de alarmas.

e) Campo de Datos.

En este campo se deposita dos tipos de información:

1. Cuando la trama proviene de la estación central, este campo lleva, por el momento, 2 códigos, según se muestran en la figura 4.9.

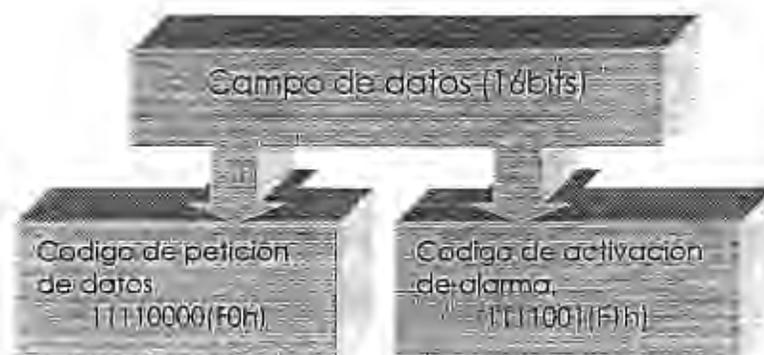


Figura 4.9 Códigos posibles en el campo de datos al ser la estación central la que envía la trama.

Donde:

Código de petición de datos: es el código que significa para la estación remota que se le está pidiendo que haga un envío de la información leída por los sensores.

Código de activación de alarma: que es el código que hace que la estación remota active el indicador de alarma, pudiendo ser ésta un indicador de alta contaminación en la zona.

2. Cuando la trama proviene de la estación remota, este campo contendrá la información de los sensores respectivos, según se muestra en la figura 4.10.



Figura 4.10. Desgloce del campo de datos cuando es la estación remota la que envía la trama.

f) Campo de fin de trama.

Este campo contiene el código que indica el final de una trama. Es un campo de 8 bits y su código es el inverso al de inicio de trama, es decir, "10101010" en binario o "AA" en hexadecimal.

g) Campo de CheckSum.

En este campo se deposita un código de 8 bits, el cual representa un chequeo de la integridad de los datos transmitidos en la trama desde el campo "inicio de trama" hasta el campo "fin de trama".

Este chequeo se obtiene sumando cada octeto de la trama (que en nuestro caso son 5 octetos), y al resultado se le aplica la operación "And" con el número 255 (en decimal), el resultado es colocado en el campo llamado "CheckSum". Esta operación es realizada dentro de la estación origen. La estación destino realiza la misma operación y si los

códigos no concuerdan significa una pérdida en la integridad de los datos y se debe solicitar una retransmisión de la trama.

4.3.2 PROTOCOLO ENTRE LAS ESTACIONES.

Es necesario en toda comunicación de datos, que exista un entendimiento entre los dos equipos involucrados en el intercambio de información. Así se garantiza la integridad de los datos y permite que exista un diálogo entre las máquinas, que difícilmente el hombre podría controlar de forma manual.

Es por ello que son necesarios los procedimientos para el intercambio de datos. Por lo tanto, un protocolo es un juego de reglas, procedimientos o convenciones relacionados al formato y al sincronismo de la transmisión de datos entre dos dispositivos.

Para realizar este entendimiento entre las estaciones, se realizarán el siguiente juego de reglas:

1. Primer caso (ver figura 4.11)

- Estación central transmite la trama.
- Las estaciones remotas escuchan (en modo de recepción).
- No se da ningún error en la transmisión.

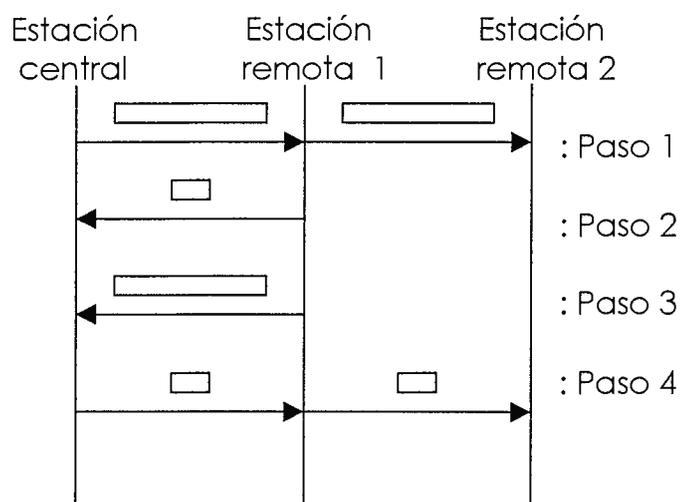


Figura 4.11. Procedimiento a seguir cuando habla la estación central con la estación remota, sin errores.

Descripción de los pasos a seguir:

Paso 1:

La estación central transmite la trama. Las estaciones remotas reciben el "inicio de trama" lo cual hace que el programa residente en cada estación comience a ejecutarse guardando 5 campos de la trama en una tabla de datos en memoria. Cada estación observa si el campo "destino" le corresponde, y si es así continúa al paso 2, si no vuelve al inicio del programa.

Paso 2:

La estación remota 1 contesta a la estación central con una señal de "Acknowledgment" (ACK), que significa: estación identificada, dato recibido, entendido y sin errores.

Paso 3:

Dependiendo de que le pidió la estación central a la remota 1 (si petición de envío de medición o activación de alarma) así será el actuar, pero suponiendo que se le pide datos medidos, entonces la estación remota 1 manda en forma de trama la información requerida.

Paso 4:

La estación central recibe la trama y manda una señal de "End of transmission" (EOT), lo cual inicializa el programa de la estación en cuestión. Es un hecho que todas las estaciones escucharán lo que transmita la estación central, en este caso el EOT. Pero, ya que no es un código de "inicio de trama", éste será ignorado.

2. Segundo caso (ver figura 4.12):

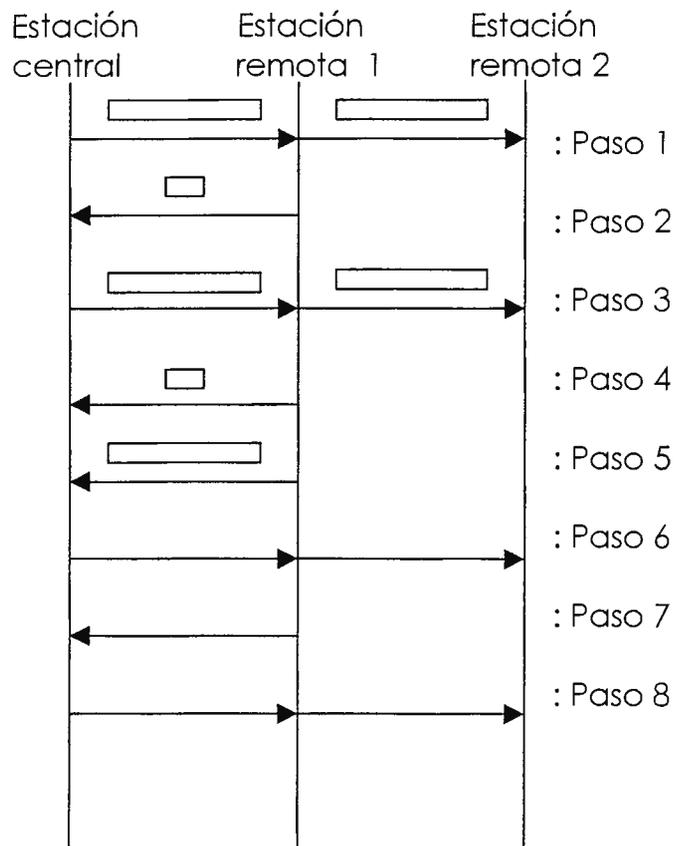


Figura 4.12. Procedimiento a seguir cuando habla la estación central con la estación remota, con errores.

Descripción de los pasos a seguir:

Paso 1:

La estación central transmite la trama. Las estaciones remotas reciben el "inicio de trama" lo cual hace que el programa residente en cada estación comience a ejecutarse guardando 5 campos de la trama en una tabla de datos en memoria. Cada estación observa si el campo "destino" le corresponde, y si es así pasa al paso 2, si no vuelve al inicio del programa.

Paso 2:

La estación remota 1 contesta a la estación central con una señal de "Not Acknowledgment" (NAK), que significa: estación central identificada pero datos recibidos con errores. Con esta señal se solicita la retransmisión de la trama.

Paso 3:

La estación central retransmite la trama y sucede lo mismo que en el paso 1.

Paso 4:

La estación remota 1 contesta a la estación central con una señal de "Acknowledgment" (ACK) , que significa: estación identificada, dato recibido, entendido y sin errores.

Paso 5:

Dependiendo que le pidió la estación central a la remota 1 (si petición de envío de medición o activación de alarma), así será el actuar, pero suponiendo que se le pide datos medidos, entonces la estación remota 1 manda en forma de trama la información requerida.

Paso 6:

La trama recibida por la estación central llega con errores. Por lo tanto se solicita la retransmisión con una señal NAK.

Paso 7:

La estación remota retransmite la trama. Sin errores.

Paso 8:

La estación central recibe la trama y manda una señal de "End of transmission" (EOT), lo cual inicializa el programa de la estación en cuestión.

El diálogo entre la estación central y cualquier estación remota es similar que en los casos 1 y 2. Lo anterior representa únicamente un diálogo entre la estación central y la estación remota 1. Además la frecuencia de este diálogo dependerá de que tanta información se quiera recabar y en cuantos lapsos de tiempo se haga, lo cual será a elección de la institución que posea este sistema.

También es necesario mencionar que el uso del campo "inicio de trama" tienen una función útil cuando la estación fuente (quien originó la trama) falla por alguna razón en el transcurso de la transmisión. Se ha considerado tomar un tiempo prudencial para la espera de los

campos restantes de la trama. Este tiempo será de 1 segundo y si en ese lapso no se recibe el resto de campos, la estación destino se verá obligada a ignorar lo recibido, inicializando su programa.

CAPITULO V

EL PROTOTIPO

5.1 EL SOFTWARE DE PRESENTACION.

El software de presentación está desarrollado en el lenguaje de programación QBASIC. A continuación, se presenta el desarrollo del programa junto con sus comentarios y respectivo flujograma.

```
OUT &H378, &H0
```

```
1:  SCREEN 9
    COLOR 15, 1
```

```
'LETRA S
```

```
LETRAs$ = "B M100,100 R60 D15 L45 D19 R45 D46 L60 U15 R42 U19 L43 U46 "
DRAW "C15 S4 X" + VARPTR$(LETRAs$)
```

```
'PUNTO
```

```
PUNTO$ = "B M180,165 R30 D20 L30 U20 "
DRAW "C15 S3 X" + VARPTR$(PUNTO$)
```

```
'LETRA M
```

```
LETRAm$ = "B M220,100 R40 F100 E100 R40 D160 L40 U110 G100 H100 D110 L40 U160"
DRAW "C15 S2 X" + VARPTR$(LETRAm$)
```

```
'PUNTO
```

```
PUNTO$ = "B M380,165 R30 D20 L30 U20 "
DRAW "C15 S3 X" + VARPTR$(PUNTO$)
```

```
'LETRA R
```

```
LETRAr$ = "B M420,100 R107 F10 D40 G10 L50 F47 L30 H47 D48 L30 U107"
DRAW "C15 S3 X" + VARPTR$(LETRAr$)
CENTRO$ = "B M455,115 R30 D20 L30 U20 "
DRAW "C15 S3 X" + VARPTR$(CENTRO$)
```

```
'COMENTARIOS
  LOCATE 2, 55
  PRINT "DERECHOS RESERVADOS. 1998"
  LOCATE 15, 13
  PRINT "SISTEMA DE MONITOREO REMOTO"
  LOCATE 17, 13
  PRINT "REALIZADO POR: "
  LOCATE 18, 28
  PRINT " MAURICIO CASTILLO"
  LOCATE 19, 30
  PRINT " JAIME ESTRADA"
  LOCATE 20, 30
  PRINT " ELLIOT LAINEZ"
  LOCATE 25, 2
  PRINT "UNIVERSIDAD DON BOSCO."
```

```
'MARCO
  MARCO$ = "B M1,1 R635 D348 L635 U348"
  DRAW "C15 S4 X" + VARPTR$(MARCO$)
  DO
  LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(27)
```

```
'PANTALLA DE SELECCION DE ESTACION
menuprincipal: CLS
  SCREEN 9
  LOCATE 3, 30
  COLOR 15, 1
  PRINT "LECTURA DE ESTACION"
  LOCATE 8, 10
  PRINT "1:  RECEPCION DE DATOS"
'  'LOCATE 10, 61
'  'PRINT ID$
  LOCATE 13, 10
  PRINT "2:  SALIR DEL PROGRAMA"
'  'LOCATE 13, 61
'  'PRINT sensor$
'  'LOCATE 16, 10
'  'PRINT "3:  OBTENER DATOS..."
'  LOCATE 19, 10
'  PRINT "2:  SALIR"
  LOCATE 22, 9
  INPUT " ELECCION "; seleccionmenu$
  IF seleccionmenu$ = "1" THEN GOTO datain
  IF seleccionmenu$ = "2" THEN GOTO salir
```

```
datain: CLS
  'IF sensor$ = "" THEN GOTO menuprincipal
  'IF ID$ = "" THEN GOTO menuprincipal
```

```
SCREEN 9
COLOR 15, 0
```

```
'aca poner programa en assembler para tx ID
```

```
IF ID$ = "ID=1" AND sensor$ = "HUMO" THEN ID% = 122 'tx 7A
IF ID$ = "ID=1" AND sensor$ = "RUIDO" THEN ID% = 117 'tx 75
IF ID$ = "ID=2" AND sensor$ = "HUMO" THEN ID% = 138 'tx 8A
IF ID$ = "ID=2" AND sensor$ = "RUIDO" THEN ID% = 133 'tx 85
```

```
'RECUADRO
```

```
CUADRO$ = "B M50,100 R542 D20 L542 U20"
DRAW "C15 X" + VARPTR$(CUADRO$)
CUADRO$ = "B M49,99 R543 D22 L543 U21"
DRAW "C15 X" + VARPTR$(CUADRO$)
```

```
'BARRA DE ACTIVIDAD
```

```
LOCATE 15, 33
PRINT "WORKING...."
'FOR desplazabarra% = 51 TO 579
'LINE (desplazabarra%, 101)-(desplazabarra%, 119), 1
'porcentajeactcondecimal = (desplazabarra% / 579) * 100
'porcentajeactsindecimal = FIX(porcentajeactcondecimal / 1.666666667#)
```

```
'PRINT "espera..."
```

```
'OUT &H378, &HFF          ' habilita PTT (radio en modo TX)
```

```
'RUTINA QUE INICIALIZA PUERTO SERIAL 1 E INTRODUCE UN DATO.
'CONFIGURACION DEL PUERTO:
'VELOCIDAD=300 BAUDIOS
'PARIDAD=NINGUNA
'BITS DE PARADA=1 BITS
'LONGITUD DEL CARACTER=8 BITS
```

```
conteodecasilla% = 0
desplazabarra% = 51
```

```
DIM tabladedatos(60)
FOR casilladatain% = 1 TO 60
inicio: RESTORE
OUT &H3FD, 0
OUT &H3F8, 0
DIM assemblerdatain%(24)
DEF SEG = VARSEG(assemblerdatain%(0))
```

```

FOR lineadatain% = 0 TO 24
READ nmonicodatain%
POKE VARPTR(semblerdatain%(0)) + lineadatain%, nmonicodatain%
NEXT lineadatain%
DATA 186,00,00,176,67,180,00,205,20,186,00
DATA 00,180,02,205,20,186,253,03,236,168,01
DATA 116,241,203
CALL ABSOLUTE(VARPTR(semblerdatain%(0)))
DEF SEG
resultadodatain% = INP(&H3F8)
conversionaasci$ = HEX$(resultadodatain%)
tabladedatos(conteodecasilla%) = resultadodatain%
conteodecasilla% = conteodecasilla% + 1
LOCATE 22, 15
PRINT "          "
PRINT casilladatain%
NEXT casilladatain%

```

```

IF HEX$(tabladedatos(0)) = "73" THEN GOTO 73
IF HEX$(tabladedatos(0)) = "75" THEN GOTO 75
IF HEX$(tabladedatos(0)) = "77" THEN GOTO 77
IF HEX$(tabladedatos(0)) = "79" THEN GOTO 79
GOTO menuprincipal
73 : LOCATE 13, 20
PRINT "MONITOREANDO ESTACION UNIVERSIDAD NACIONAL"
GOTO sigue
75 : LOCATE 13, 20
PRINT "MONITOREANDO ESTACION AUTOPISTA SUR"
GOTO sigue
77 : LOCATE 13, 20
PRINT "MONITOREANDO ESTACION SUPERMERCADOS EL SOL"
GOTO sigue
79 : LOCATE 13, 20
PRINT "MONITOREANDO ESTACION BOULEVARD DEL EJERCITO"
sigue:

```

```

FOR pasos = 1 TO 60
FOR iniciobarra = desplazabarra% TO desplazabarra% + 8.8 STEP .1
LINE (iniciobarra, 101)-(iniciobarra, 119), 1
NEXT iniciobarra
desplazabarra% = desplazabarra% + 8.8
porcentajeactcondecimal = (desplazabarra% / 590) * 100
porcentajeactsindecimal = FIX(porcentajeactcondecimal)
LOCATE 15, 48
PRINT USING "###%"; FIX(porcentajeactsindecimal)
FOR retardo = 1 TO 5000
NEXT retardo
NEXT pasos

```

```

LOCATE 22, 5

```

```

' PRINT conversionaasci$
' REM FOR i = 1 TO 10000
' REM NEXT i
' tabladedatos(conteodecasilla%) = resultadoatain%
' IF HEX$(tabladedatos(0)) = "73" THEN GOTO 73
' IF HEX$(tabladedatos(0)) = "75" THEN GOTO 75
' IF HEX$(tabladedatos(0)) = "77" THEN GOTO 77
' IF HEX$(tabladedatos(0)) = "79" THEN GOTO 79
' GOTO menuprincipal
'73: LOCATE 13, 20
' PRINT "MONITOREANDO ESTACION UNIVERSIDAD NACIONAL"
' GOTO sigue
'75: LOCATE 13, 20
' PRINT "MONITOREANDO ESTACION AUTOPISTA SUR"
' GOTO sigue
'77: LOCATE 13, 20
' PRINT "MONITOREANDO ESTACION SUPERMERCADOS EL SOL"
' GOTO sigue
'79: LOCATE 13, 20
' PRINT "MONITOREANDO ESTACION BOULEVARD DEL EJERCITO"
'sigue: conteodecasilla% = conteodecasilla% + 1
' FOR iniciobarra = desplazabarra% TO desplazabarra% + 8.653 STEP .1
' LINE (iniciobarra, 101)-(iniciobarra, 119), 1
' NEXT iniciobarra
' desplazabarra% = desplazabarra% + 8.653
' porcentajeactcondecimal = (desplazabarra% / 579) * 100
' porcentajeactsindecimal = FIX(porcentajeactcondecimal / 1.303)
' LOCATE 15, 48
' PRINT USING "###%"; FIX(porcentajeactsindecimal)

'NEXT casilladatain%

'GOTO menuprincipal

'LOCATE 22, 5
'PRINT resultadoatain%
'LOCATE 15, 48
'PRINT USING "###%"; FIX(porcentajeactsindecimal%)
'NEXT desplazabarra%

LOCATE 22, 20
INPUT "DESEA GRAFICAR LOS DATOS (S/N): "; deseagraficar$
IF deseagraficar$ = "S" THEN GOTO graficahumo
IF deseagraficar$ = "s" THEN GOTO graficahumo
IF deseagraficar$ = "N" THEN GOTO menuprincipal
IF deseagraficar$ = "n" THEN GOTO menuprincipal
'decisionhumoruido: IF sensor$ = "RUIDO" THEN GOTO graficaruido
' IF sensor$ = "HUMO" THEN GOTO GRAFICAHUMO

```

'GRAFICADOR DEL RUIDO

graficaruido:

```

'PROGRAMA QUE GRAFICA EN PANTALLA
'LOS DATOS RECIBIDOS DEL PUERTO
'SERIAL COMM1 REFERENTE AL RUIDO EN
'EL MEDIO AMBIENTE.
CLS ' limpia pantalla
SCREEN 9 ' panatalla grafica de 640 x 350
LOCATE 5, 3
PRINT "% RUIDO"
LOCATE 24.5, 70 ' pone etiquetas a los ejes
PRINT "TIEMPO"
LINE (75, 45)-(75, 300) ' grafica eje y
FOR i = 45 TO 274.5 STEP 25.5
LINE (70, i)-(80, i), 3 ' hace 10 divisiones en eje y
NEXT i
LINE (75, 300)-(600, 300) ' grafica eje x
FOR j = 83.75 TO 600 STEP 8.75
LINE (j, 305)-(j, 295), 3 ' hace 60 divisiones en eje x
NEXT j
DIM tablaagficarruido(59)
FOR i = 1 TO 59
K = 300 - tabladedatos(i)
IF K < 0 THEN K = 300 'relacion matematica para el ruido
tablaagficarruido(i) = K
NEXT i
A = 102
LINE (75, tablaagficarruido(1))-(83.75, tablaagficarruido(2)), 2
FOR j = 3 TO 59 'ploteo
LINE -(A, tablaagficarruido(j)), 2
A = A + 8.75
NEXT j
LOCATE 24, 10
DO
LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(27)
GOTO menuprincipal

```

'GRAFICADOR DEL HUMO

graficahumo:

```

'PROGRAMA QUE GRAFICA EN PANTALLA
'LOS DATOS RECIBIDOS DEL PUERTO
'SERIAL COMM1 REFERENTE AL HUMO EN
'EL MEDIO AMBIENTE.
CLS ' limpia pantalla
SCREEN 9 ' panatalla grafica de 640 x 350
LOCATE 5, 3
PRINT "% HUMO"
LOCATE 24.5, 70 ' pone etiquetas a los ejes
PRINT "TIEMPO"
LINE (75, 45)-(75, 300) ' grafica eje y
FOR i = 45 TO 274.5 STEP 25.5

```

```

LINE (70, i)-(80, i), 3      ' hace 10 divisiones en eje y
NEXT i
LINE (75, 300)-(600, 300)   ' grafica eje x
FOR j = 83.75 TO 600 STEP 8.75
LINE (j, 305)-(j, 295), 3   ' hace 60 divisiones en eje x
NEXT j
DIM tablaagrarhumo(59)
FOR i = 1 TO 59
K = 45 + tabladedatos(i)
IF K < 0 THEN K = 300      'relacion matematica para el humo
tablaagrarhumo(i) = K
NEXT i
A = 102
LINE (75, tablaagrarhumo(1))-(83.75, tablaagrarhumo(2)), 2
FOR j = 3 TO 59           'ploteo
LINE -(A, tablaagrarhumo(j)), 2
A = A + 8.75
NEXT j
LOCATE 24, 10
DO
LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(27)
GOTO menuprincipal

```

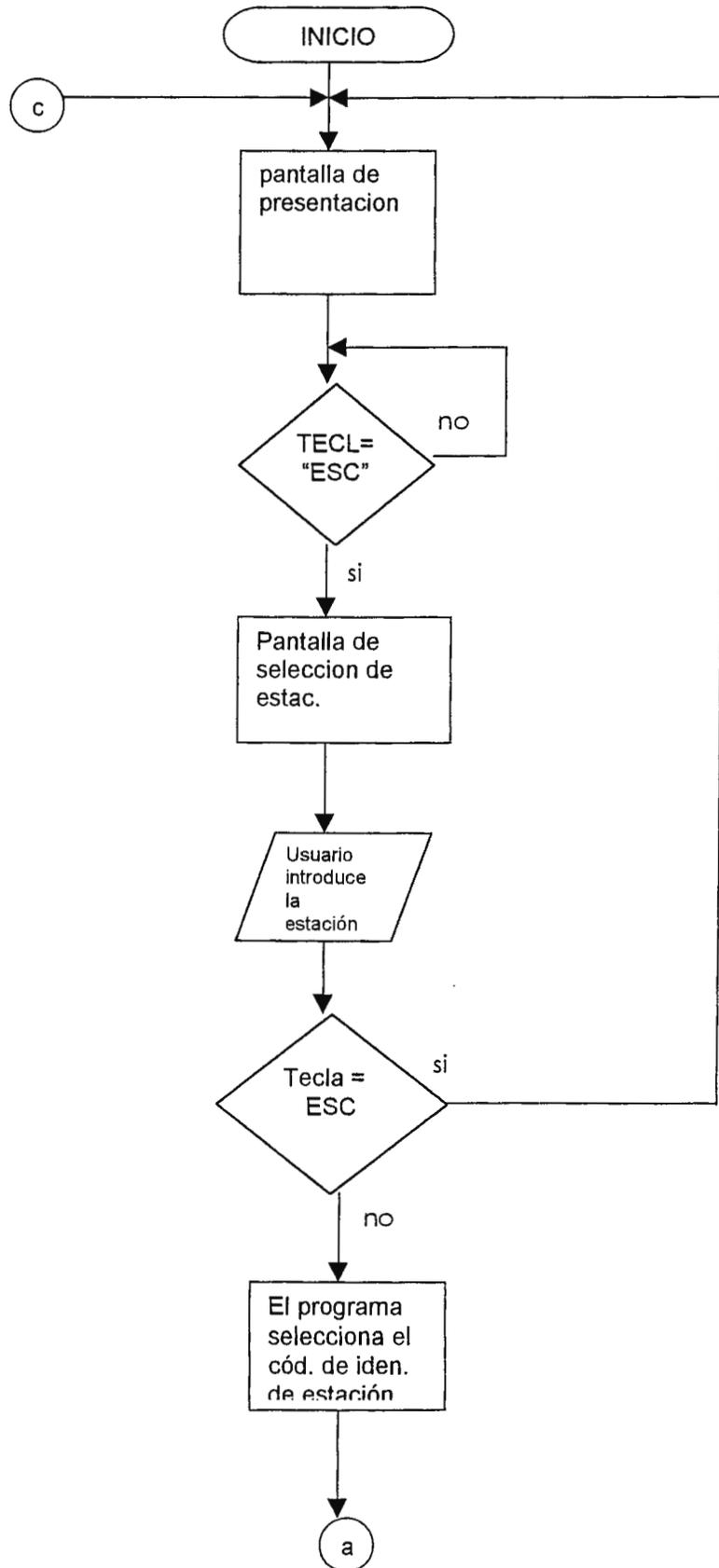
salir:

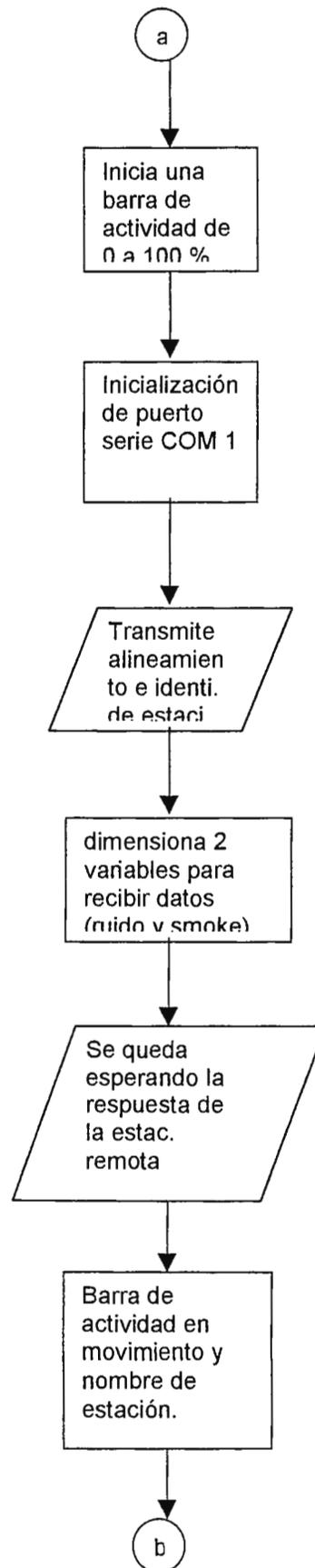
```

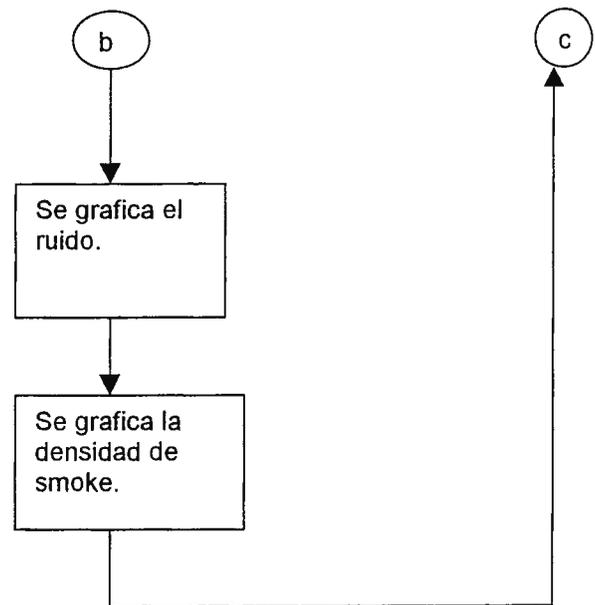
CLS
INPUT "DESEA SALIR (S/N) "; salir$
IF salir$ = "s" THEN END
IF salir$ = "S" THEN END
IF salir$ = "n" THEN GOTO menuprincipal
IF salir$ = "N" THEN GOTO menuprincipal
IF salir$ = "" THEN GOTO salir
RETURN

```


FLUJOGRAMA





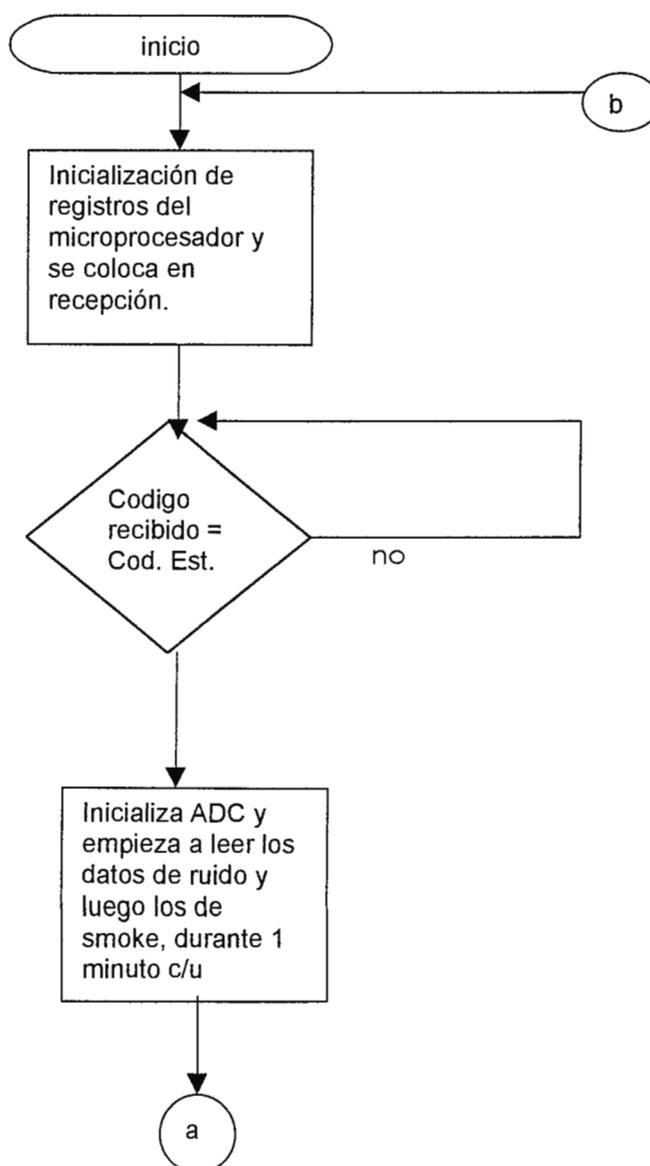


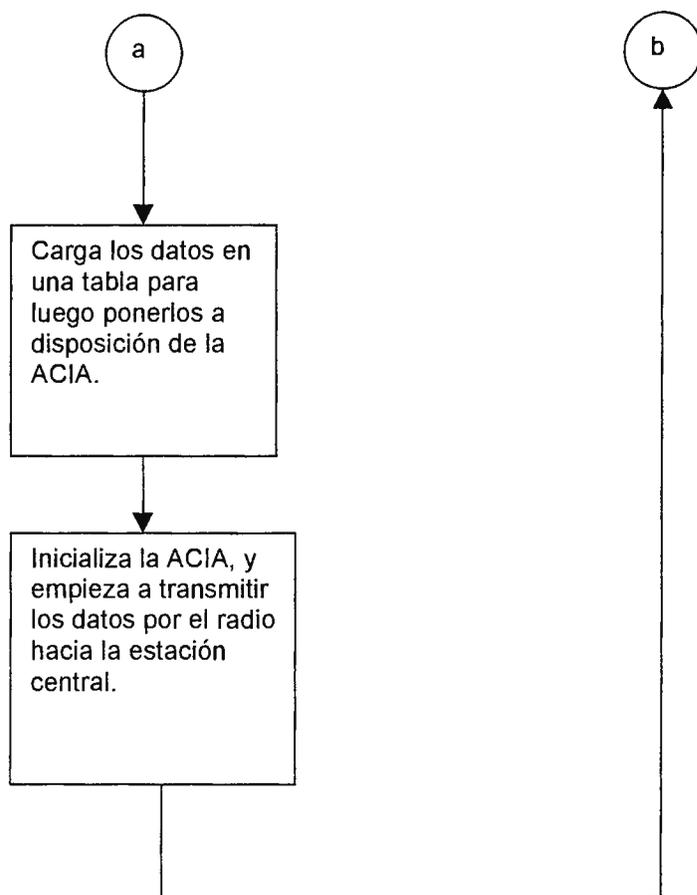
El programa se comporta de la siguiente forma: En primer lugar, presenta una pantalla de presentación que versa "Sistema de Monitoreo Remoto (S.M.R.)", luego espera que sea presionada la tecla "ESCAPE" para continuar con el programa. Luego, aparece la pantalla de selección del usuario, donde el mismo elige la estación que desea monitorear, si se presionara "ESCAPE", se iría al inicio del programa. El programa asigna el código de identificación de estación e inicializa una barra de actividad (de 0 a 100%), inicializa el puerto serial COM1, luego transmite alineamiento e identificación. Luego, se dimensionan dos variables para recibir datos (uno de ruido y el otro de smoke), posteriormente se queda esperando el envío de datos por parte de la estación remota y la barra de actividad se pone en movimiento (hasta

que llega al 100%), luego se grafican ambos parámetros y regresa al inicio del programa.

5.2 EL PROGRAMA DE LA ESTACION TERMINAL

El programa de la estación terminal está hecho en Assembler del microprocesador 6502 y se desarrolla como sigue.





En primer lugar, el microprocesador inicializa algunos registros indispensables para el correcto funcionamiento de las interrupciones y del BREAK. Luego, se coloca en recepción con la ACIA y espera a que la computadora central le envíe el código de estación, lo compara y cuando determina que lo tiene, configura el ADC para empezar a leer los datos. Lee información de los dos sensores, de smoke y de ruido, los mete en una tabla ubicada en la RAM del microprocesador. Todo esto lo hace durante un minuto para cada variable, luego configura la ACIA para transmitir y la controla para que envíe la tabla hacia la estación central, luego que finaliza esta actividad, se va al inicio del programa.

A continuación presentamos el programa en Assembler.

ETIQUETA	DIRECCION	INSTRUCCION	
	'0200	LDA#\$FF STA\$03FD	OPERACION: RETARDO
SALTO2		NOP LDA#\$FF STA\$03FE	
SALTO1		NOP LDA#\$FF STA\$03FF NOP DEC\$03FF BNE SALTO1 DEC\$03FE BNE SALTO2 DEC\$03FD BNE SALTO3 RTS	
	023E	LDA # \$00 STA\$0071 TAX SEI LDA#\$05 STA\$0401 LDA#\$8D STA\$00DD LDA#\$02 STA\$00DE LDA#\$00 STA\$EF00 CLI JMP\$0257	RUTINA DE INICIALIZACION DEL ADC
	028D	LDA\$EF00 STA\$0300 JSR\$F179 LDA\$EF00 JSR\$F198 LDA#\$20 STA\$0070 JSR\$F022: SCAN DEC\$0070 BNE SCAN JSR RETARDO INC\$0071 LDA\$0071 TAX CPX#3C BNE INICIAL.ADC	RUTINA DE INTERRUPCION

INIC.ADC

```

LDA#$57
STA$00DD
LDA#$F3
STA$00DE
BRK
LDA#$00
STA$EF00
JMP RUTIN.ADC

```

02C6

```

LDA#$02
STA$0404
LDX#$00
JMP$033B

```

LEE TABLA Y TRANSMITE

033B

```

LDA#$36
STA$E702
LDA#$16
STA$E703
LDA#$0300,X
STA$E700
INX
CPX#3C
BEQ FINTX
LDA#$10:FULLTX
BIT$E701
BEQ FULLTX
JSR RETARDO
JMP $0345
LDA #$00
STA$0404
JMP$0200

```

5.3 OPERACION DEL PROTOTIPO.

El Sistema de Monitoreo Remoto además de contener etapas como lo son el modulador FSK, Demodulador FSK, con sus diferentes acoples; así como también los sensores y otros dispositivos que ya fueron desarrollados en capítulos previos posee otros circuitos y también se debe desarrollar más a profundidad algunas etapas que ya fueron parcialmente desarrolladas.

A continuación se desarrollan dichas etapas para la mejor comprensión de la operatividad del sistema.

5.3.1 ETAPA DE LA INTERFAZ ADAPTADORA DE COMUNICACIONES ASINCRONICA (ACIA).

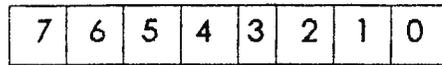
En esta interfaz asincrónica el Microprocesador tiene la capacidad de escribir datos en forma paralela y dicha interfaz convierte los datos para la transmisión en serie.

Esta interfaz utiliza un generador de velocidad de baudios interno para fijar la velocidad a que se transmiten los bits la cual es de 300 baudios. Este dispositivo de interfase posee diferentes registros como el de control, estado y de salida – entrada. A continuación se presentan dichos registros:

Registro de datos de transmisión / Recepción. (E700):

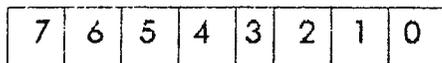
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----	----

Registro de estado. (E701):



	Significado:	estado activo:
0 =	Error Paridad.	Para todos es " Alto ".
1 =	Error Framing.	
2 =	Error Overrun.	
3 =	Receptor Lleno.	
4 =	Transmisor Vacío.	
5 =	/DCD.	
6 =	/DSR.	
7 =	IRQ.	

Registro de Mando. (E702):



BIT:	Significado:
7 6 5	
X X 0	Paridad Inhabilitada.
0 0 1	Recepción y transmisión de paridad.
0 1 1	Recep: Impar. Transm: Par.
1 0 1	Paridad de marca transmitido. Verificación inhabilitada.
1 1 1	Paridad de espacio transmitido. Verificación inhabilitada.

BIT:	Interrup. Transmisor:	Nivel de /RTS:	Transmisor:
3 2			
0 0	Inhabilitado.	Alto.	Apagado.
0 1	Habilitado.	Bajo.	Encendido.
1 0	Inhabilitado.	Bajo.	Encendido.
1 1	Inhabilitado.	Bajo.	Transm. BRK.

BIT:	Significado:
4	Modo normal/Eco.
1	Habilitador de IRQ.
0	Terminal de datos lista. DTR.

Registro de Control. (E703):

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

BIT de parada:

7 Si es 0 es 1 BIT de parada, si es 1 es 2 BITS de parada.

Longitud de palabra:

BIT 6 5:	Datos:
0 0	8
0 1	7
1 0	6
1 1	5

Reloj Receptor:

BIT 4 : Si es 0 es reloj externo, si es 1 es generador de velocidad de Baudios.

Generador de Velocidad de Baudios:(Velocidades más usadas):

BITS	3	2	1	0	
0	0	0	0	0	Reloj externo 16X.
0	0	1	1		109.92 Baudios.
0	1	1	0		300 Baudios.
1	0	0	0		1200 Baudios.
1	0	1	0		2400 Baudios.
1	1	1	0		9600 Baudios.
1	1	1	1		19600 Baudios.

La tarjeta de la ACIA implementada en el prototipo del sistema de monitoreo es de 300 Baudios al igual que en el lado de la computadora.

Estos registros de la ACIA son programados al inicio y/o estan siendo verificados en el desarrollo del programa en lenguaje de máquina presentada en la sección previa.

La tarjeta de la ACIA es direccionada en su chip select a través de la dirección E700 la cuál al ser solicitada a través del bus de direcciones de Microprocesador es habilitada desde la salida de su decodificador.

La ACIA esta siendo controlada por el microprocesador por los pines de lectura - escritura, Reset, BIRQ, AB1 y AB0, para el control de datos desde el microprocesador y la habilitación de datos en forma serial por sus pines de transmisión y recepción.

La figura 5.1 muestra el diagrama completo de la etapa de la ACIA y las conexiones que esta requiere.

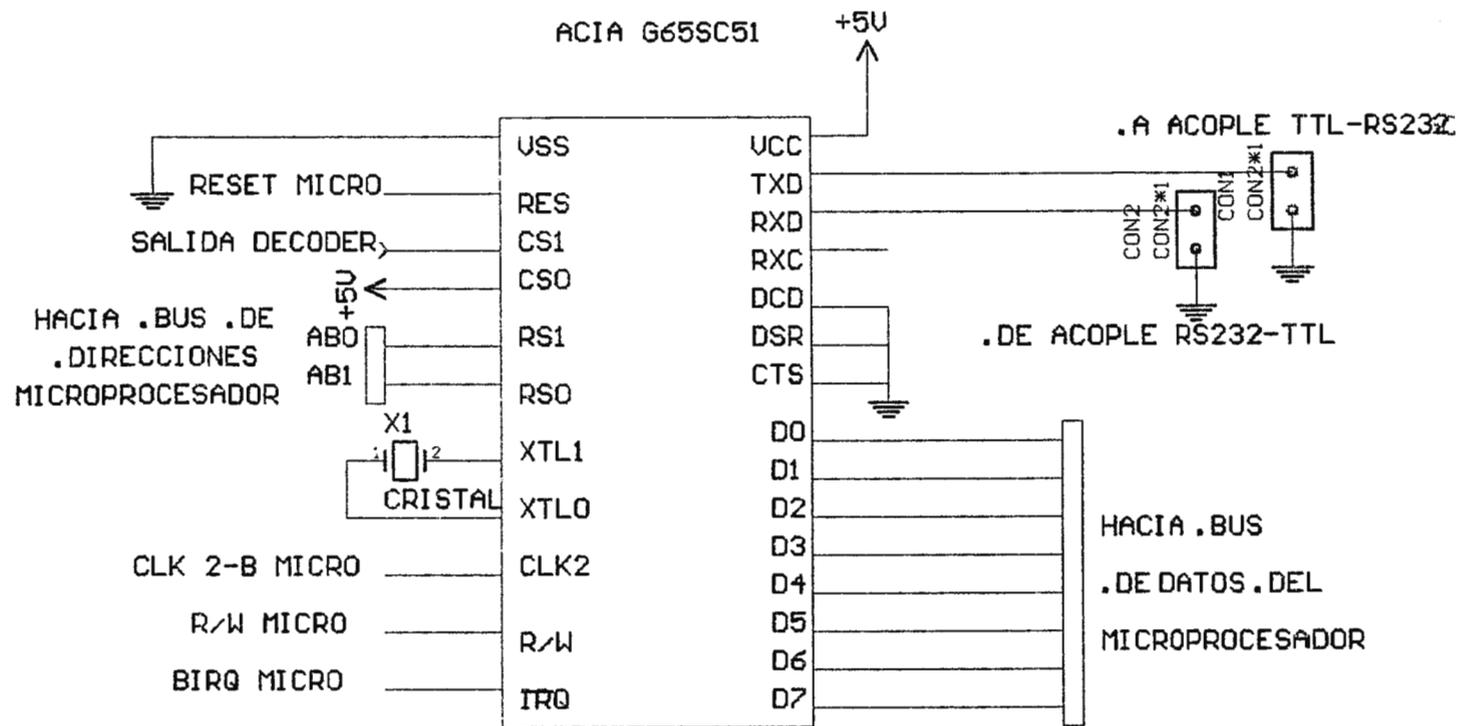


FIGURA 5.1 ETAPA INTERFAZ ADAPTADORA DE COMUNICACION ASINCRONICA.

5.3.2 CONVERTIDOR ANALÓGICO A DIGITAL.

Como ya se describió antes el ADC convierte la entrada analógica a digital en forma paralela hacia el bus de datos del microprocesador para luego ser leídos y transmitidos por la ACIA.

El ADC utilizado es el ADC0804 el cual posee compatibilidad con los microprocesadores de 8 bits ya que su salida del bus de datos es de tres estados lo que es necesario en todos los dispositivos que hacen interfase con un sistema de microcomputadora.

El tiempo de conversión es de 100 microsegundos por lo que el Microprocesador es mucho más veloz, para ella en el programa de la terminal se tiene una rutina para que el Microprocesador espere el resultado de la conversión. Para esto el ADC tiene una entrada de inicio de cuenta y una salida de fin de conversión (INTR).

Esta salida de fin de conversión produce un bajo el cual es utilizado como solicitud de Interrupción del microprocesador y la cual regresa a alto en el momento en que el microprocesador lee los datos del ADC.

Para colocar el ADC en una localidad de memoria esta siendo utilizado el sector de memoria (EF00) por su disponibilidad a usuario.

Para habilitar el ADC se utiliza la salida del decodificador que le ha sido asignado el cual esta siendo controlada desde el bus de direcciones del Microprocesador y es efectivo para la dirección EF00, el decodificador presentará un cero al ser accesada dicha localidad y habilitar así el ADC en su pin /CS. Para este circuito la línea /IRQ es controlada por la interfase adaptadora de periféricos, por lo que la

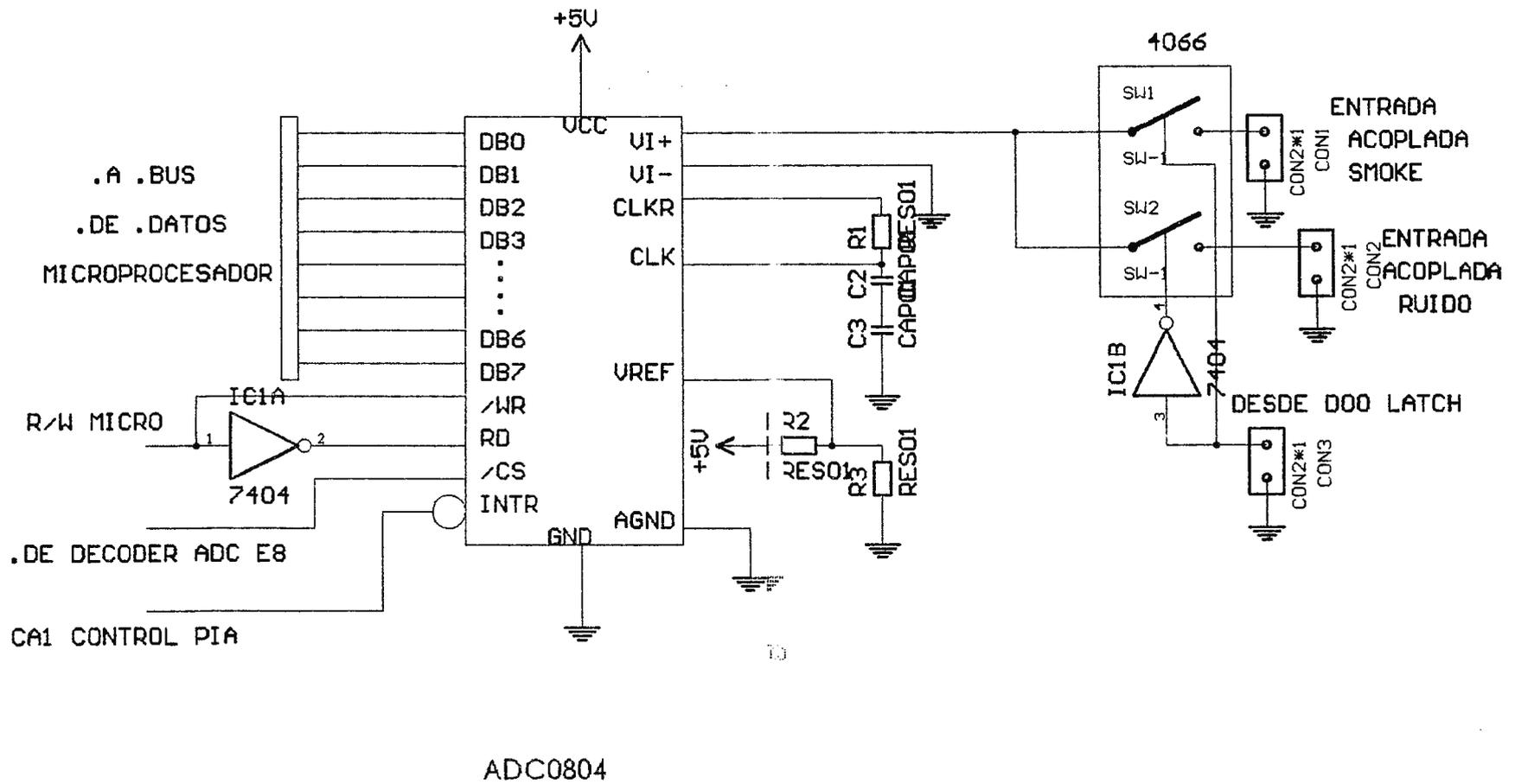


FIGURA 5.2 ETAPA DE CONVERSION ANALOGICA A DIGITAL.

solicitud de interrupciones es canalizada por las líneas de control de la PIA (CA1).

Los pines de lectura y escritura son controlados por el pin de R/W del Microprocesador.

La entrada analógica del convertidor analógico a digital es controlada por un interruptor analógico (4066) el cual a su vez es controlado por una de las salidas del Latch del sistema Microprocesador (DO0). Cuando DO0 es uno lo cual es ordenado en el programa en ensamblador de la estación remota se habilita al ADC para lectura de SMOKE y cuando es cero se habilita la entrada de Ruido.

La figura 5.2 muestra la conexión que es realizada para el ADC con el Microprocesador y las entradas analógicas de los sensores.

5.3.3 ETAPA DE HABILITACION DEL PTT DEL RADIO.

La figura 5.3 muestra el circuito de control para el PTT del radio para la transmisión de información. El sistema Microprocesado activa una salida del Latch de salida de datos (D01) el cual activa un transistor el cual alimenta a la bobina de un relé quien al cerrar su contacto deja pasar el tierra hacia el circuito de transmisión del radio. El diodo conectada en la bobina del relé es para proteger al transistor de las corrientes inversas. El diodo led se activa al conectarsele el tierra del radio cuando se cierra el contacto del relé.

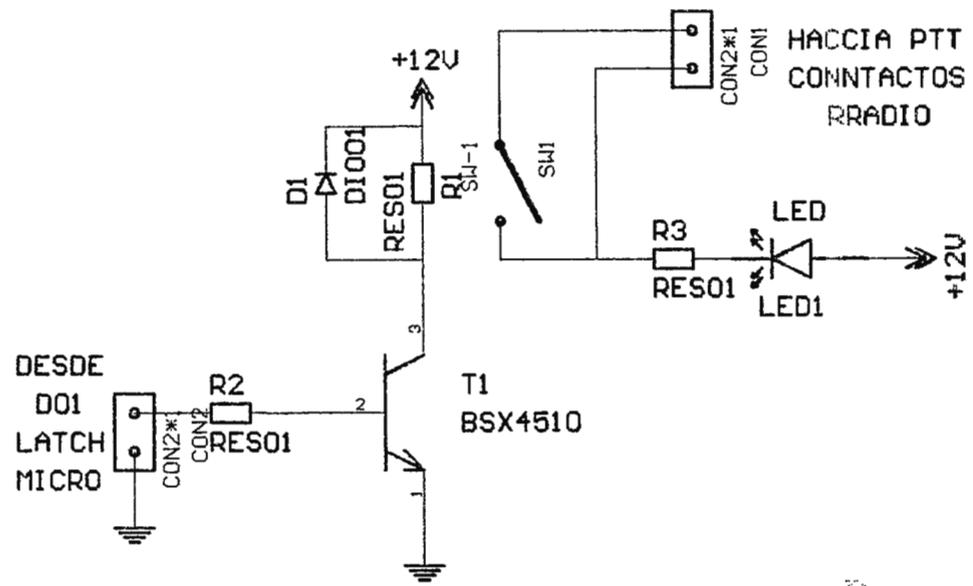


FIGURA 5.3 ETAPA DE HABILITACION PTT DEL RADIO.

5.3.3 CIRCUITO DE ACOPLA DEL SENSOR DE SMOKE.

La figura 5.4 muestra el circuito que es necesario para adaptar la salida del circuito detector de SMOG desde 6.2 Voltios (máximo voltaje del sensor de smog que equivale a ausencia de este), a los 5 Voltios que corresponde al voltaje de referencia del ADC.

Para lograr esto se utiliza un amplificador con entrada JFET de bajo ruido en configuración seguidor de emisor para aislar la salida del sensor de lo demás de la circuitería por que de lo contrario cargaría el circuito, luego del seguidor existe un amplificador operacional en configuración de inversor para una ganancia de 0.806 para los fines antes descritos, luego esta conectado a la salida de este otro amplificador operacional también en configuración inversor pero con ganancia 1 para invertir la señal de salida del segundo OPAMP y obtener así una salida positiva de DC entre 5V y 0V esta salida es enviada hacia el Interruptor analógico que controla el cambio de sensor hacia la entrada del Convertidor Analógico a Digital.

5.3.4 ETAPA DECODIFICADORA DE ACIA Y ADC.

La figura 5.5 muestra la etapa de decodificación que se menciona en las secciones del ADC y la ACIA. Ambos decodificadores están conectados al bus de direcciones del microprocesador y consta de dos compuertas NAND de 8 entradas las que producen un bajo hacia los respectivos pines de selección de la ACIA y ADC al ser direccionadas adecuadamente.

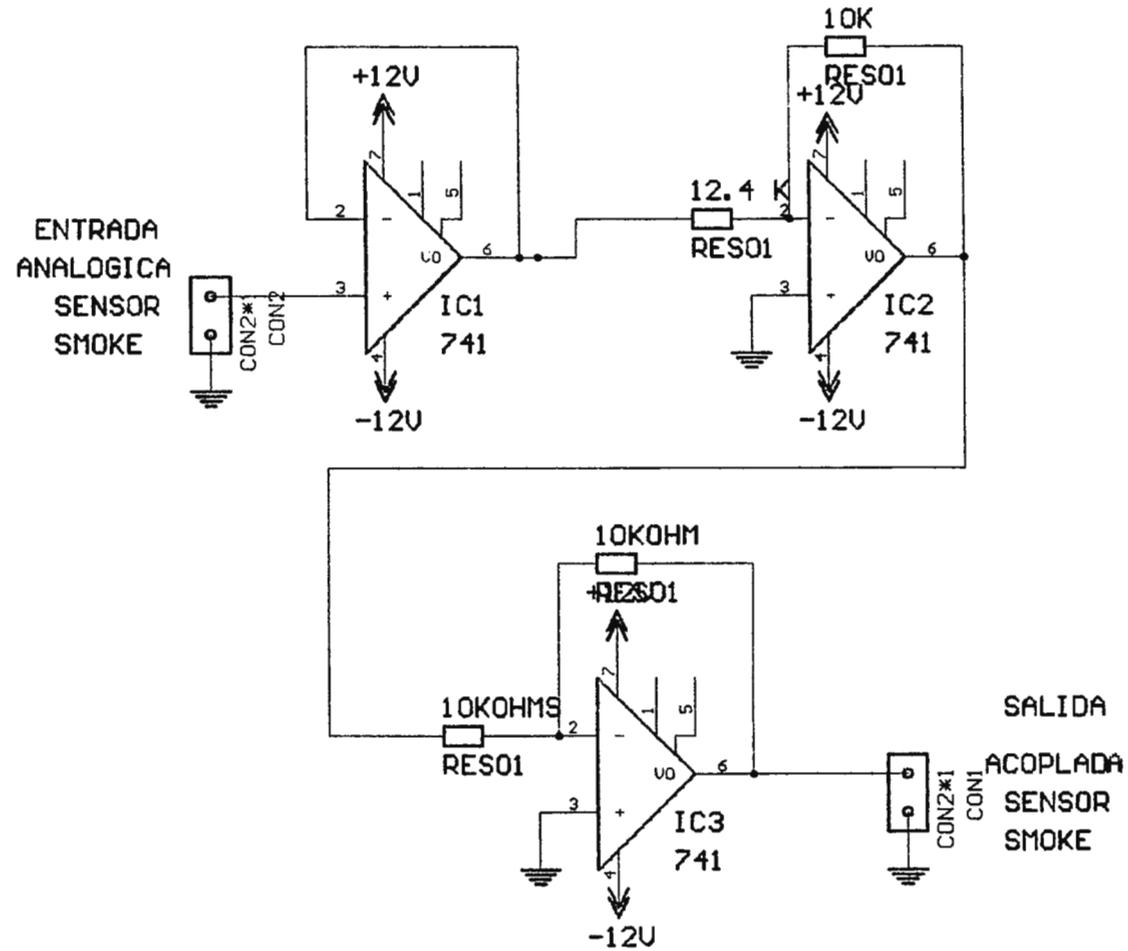


FIGURA 5.4 CIRCUITO DE ACOPLE DEL SENSOR DE SMOG.

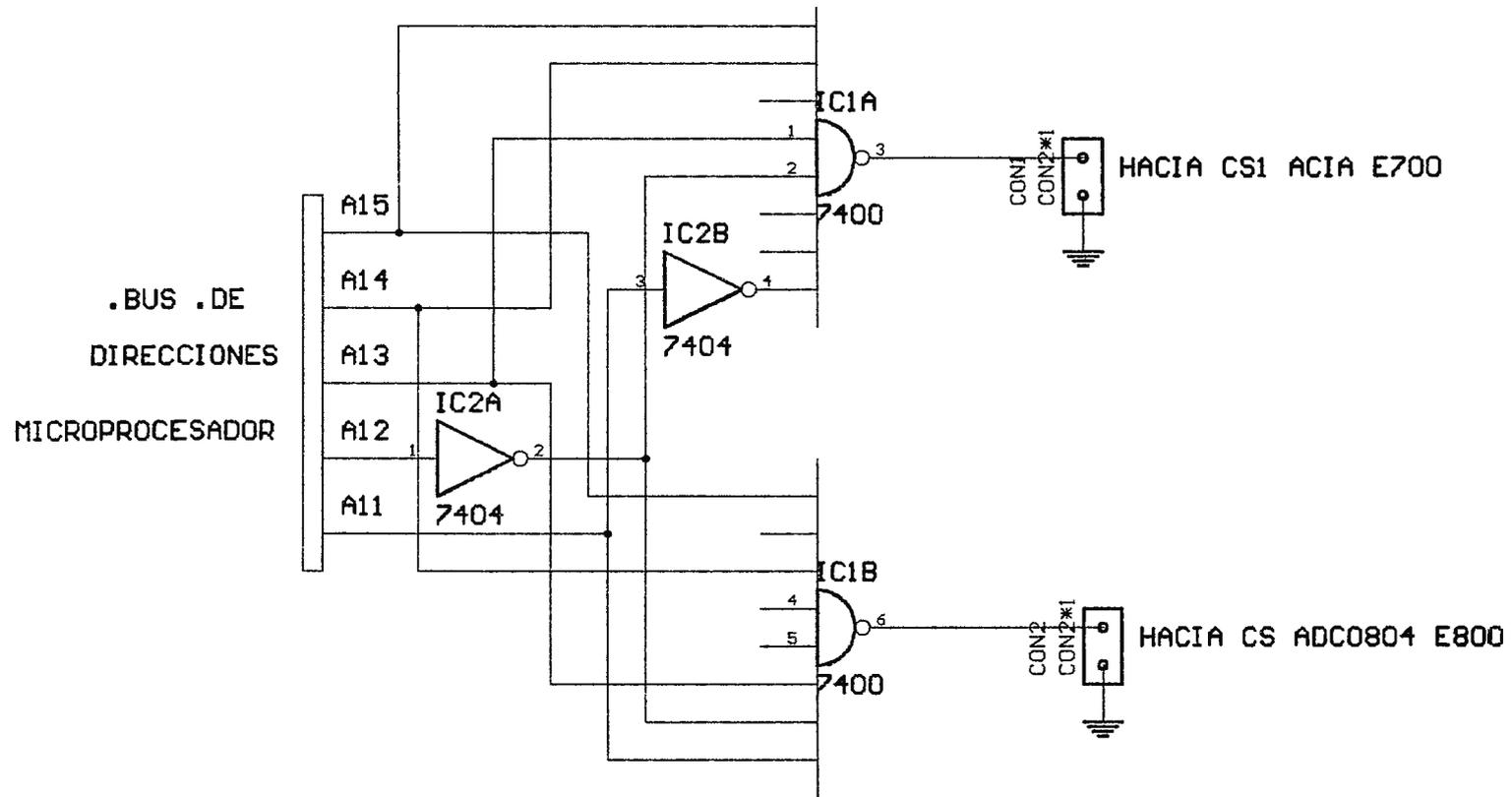


FIGURA 5.5 ETAPA DECODIFICADORA DE LA ACIA Y EL ADC.

El decodificador del ADC es puesto en bajo al existir solamente la dirección E800 en los pines A15 a A11 del bus de direcciones (esta dirección puede ser expandida por ejemplo desde A15 a A8 a través de la dirección EF00), al darse esa dirección se coloca un bajo en el pin de selección del ADC (/CS).

5.3.5 CIRCUITO SENSOR DE RUIDO.

Este circuito consta de un circuito amplificador de audio que obtiene la señal de salida de un micrófono y amplifica la débil señal de este hasta un valor máximo de 1.4 voltios, esta señal ya puede ser convenientemente interpretada y ser enviada hacia el circuito selector de sensor en la etapa del ADC.

La figura 5.6 muestra el diagrama de dicho amplificador.

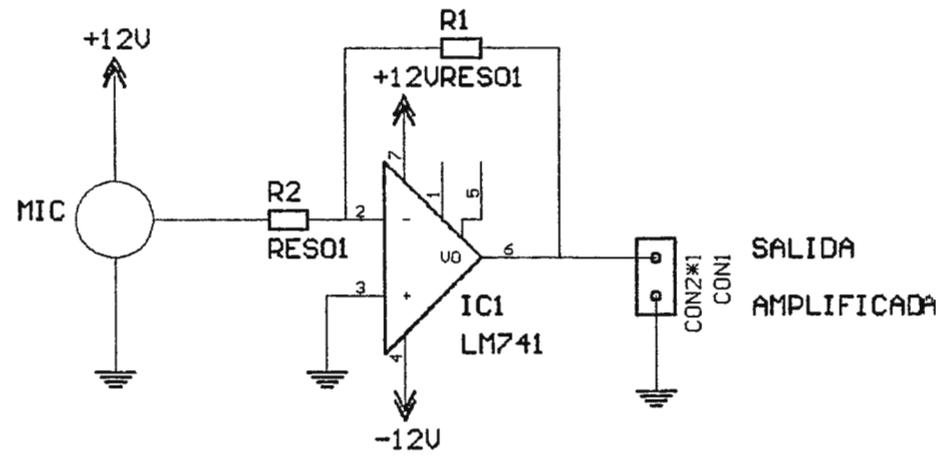


FIGURA 5.6 CIRCUITO SENSOR DE RUIDO.

HOJA DE COSTOS

Esta hoja incluye los costos necesarios para la implementación del sistema

Nota: no se incluyen los siguientes datos: infraestructura, trámite de asignación de frecuencias
costo de repetidora y su montaje, calibración de sensores.

Estación terminal

No.	Item	Precio Unitario	Cantidad	Total
1	RADIO PORTATIL (PCS DE ERICSSON)	3000	1	3000
2	ACIA	70	1	70
3	ADC	100	1	100
4	MC1489	50	1	50
5	SENSOR DE HUMO	500	1	500
6	Relé (12 V, 2 A en la carga)	30	1	30
7	MC1488	50	1	50
8	XR-2206	60	1	60
9	XR-2211	45	1	45
10	SN7430	20	2	40
11	SN7404	8	1	8
12	4066	30	1	30
13	LF351 (OP-AMP)	15	2	30
14	741 (OP-AMP)	15	3	45
15	MICROFONO PIEZOELECTRICO	30	1	30
16	FUENTE DE ALIMENTACION	300	1	300
17	CRISTAL DE LA ACIA	50	1	50
18	TRANSISTORES 2N2222A	5	1	5
19	TABLETA PARA IMPRESO	50	3	150
20	PLUMONES PERMANENTES	12	2	24
21	PERCLORURO DE HIERRO	10	8	80
22	RESISTENCIAS (VARIAS)	15	1	15
23	CONDENSADORES (VARIOS)	30	1	30
24	ESTAÑO	15	1	15
25	CONECTORES RCA	3	2	6
26	CONECTORES VARIOS (FUENTE)	10	6	60
T O T A L				4823

Costo por estación terminal

Estación central

No.	Item	Precio Unitario	Cantidad	Total
27	COMPUTADORA PERSONAL	8000	1	8000
28	RADIO PORTATIL (PCS DE ERICSSON)	3000	1	3000
29	MC1489	50	1	50
30	RELE	30	1	30
31	MC1488	50	1	50
32	XR 2206	60	1	60
33	XR 2211	45	1	45
34	CABLES IDE	40	2	80
35	TRANSISTOR 2N2222A	5	1	5
36	CONECTOR DB9	15	1	15
37	CONECTORES RCA	3	2	6
38	CONECTORES VARIOS	10	3	30
T O T A L				11371

Costo total:

5(costo de estación terminal) + coso de estación central = 5(4823) + 11371 = 35,486 colones

CONCLUSIONES

La problemática ambiental que impera en El Salvador, en lo que al aire se refiere, es de tal magnitud que exige la utilización de nuevos métodos, donde la tecnología moderna pueda ofrecer una alternativa para el control de los contaminantes que a diario generamos. Es así, que la electrónica aporta la posibilidad de la transmisión de datos y el concepto nuevo de teleacción para crear un red que permita tener conocimiento oportuno de las condiciones ambientales de una determinada área, permitiendo a los conocedores tomar una acción orientada a la prevención de consecuencias serias.

La teleacción es un concepto relativamente nuevo en las telecomunicaciones, que implica la medición, control y supervisión de alarmas a distancia; telemetría, telecontrol y telesupervisión respectivamente. La teleacción conlleva a un ahorro de operatividad, ya que implica el uso de muy poco personal técnico, facilidad en la reubicación y confianza en la medición.

Una red de teleacción cumple con los conceptos básicos de una red de transmisión de datos, ya que posee todos los elementos característicos de la misma, convirtiéndose en una gran ventaja, ya que

permite utilizar equipos fabricados con la finalidad de transmisión de datos.

Es importante el desarrollo de proyectos como éste, ya que además de proveer una solución al problema del control ambiental, permite la aplicación de tecnologías propias para la solución de problemas locales.

Existen barreras que evitan que un trabajo así pueda llegar a ser implementado, tales como la falta de una verdadera conciencia ambientalista, la incredulidad de que profesionales salvadoreños puedan ejecutar un trabajo duradero y eficaz, y la falta de presupuesto para esta área.

Los principios básicos que demuestran que el sistema puede funcionar al ser implementado, son comprobados por medio del prototipo, el cual experimenta con la transmisión de datos por radio entre la computadora y la terminal, lectura de ambos sensores, de smoke y ruido, graficar los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

¹ Fuente de información: CONTAMINACION DEL AREA METROPOLITANA DE S.S. PRO – ECO.

² Tesis UAE: Metodología para la preparación de reportes de evaluación de impacto ambiental. 1994.

³ Fuente de información: CESTA.

⁴ Tesis: "Contaminación Ambiental de San Salvador". Causas y propuestas de posibles soluciones. Julio 1989.

⁵ Fuente de información: PRISMA #5, 1994.

⁶ Datos extraídos de estudios realizados por SWISSCONTACT – PROECO.

BIBLIOGRAFIA

A continuación se presenta la bibliografía consultada para los capítulos I y II:

- Niveles de contaminación en El Salvador de los años '30 a los '90.
García, Aldo Humberto, Ramirez P., Edgar Benjamín.
94/07.
- Contaminación del aire en El Salvador.
Ohoa, Carlos Roberto.
90/10
- El Salvador environmental contamination diagnostic and strategy.
Worden, Richard Carlos, AID.
95/11.
- Metodología para la evaluación de la contaminación del aire.
M. del R. Alfaro – Néstor Moreno, Thelma de Gallardo.
Programa ecológico en Centro América, PROECO.
- Informe anual de la calidad del aire en El Salvador.
Lic. Regina del Carmen Cortéz.
FUSADES – PROECO, Antiguo Cuscatlán.
Febrero de 1997.

- Contaminación ambiental de la ciudad de San Salvador, causas y propuestas de posibles soluciones.

Universidad de El Salvador. Julio de 1989.

- Libro verde.

FUSADES.

1997.

- Contaminación atmosférica.

Luis Roberto Acosta.

México, SIMA.

1996.

- Anteproyecto: ley de protección del medio ambiente

Marco Antonio Gonzales Pastora. Consultor internacional.

Rafael Antonio Serrano. Consultor Nacional.

- Documentación sobre Telemetría y contaminación ambiental.

INTERNET.

- Electronic Communications Systems. Fundamentals through Advanced.

Wayne Tomasi. Prentice Hall.

1988.

A continuación se presenta la bibliografía para los capítulos III, IV y V:

- Electronic Communications systems.

Wayne Tomasi

Prentice Hall

1988.

- Sistemas digitales. Principios y aplicaciones.

Ronald J. Tocci.

Prentice Hall

1987, Tercera edición.

- Internetworking. LANS

Operation, design and management

Robert P. Davidson

Nathon j Muller

Artech House, Boston – London

1992

- RS-232 Simplified

Byson W. Putman.

Prentice Hall

1987

- Boletín de Ingeniería Eléctrica y ciencias de la computación.

UCA, Depto de Ingeniería Eléctrica, Mecánica y química.

Volumen 3, Número 1

Enero – Marzo 1993.

- Understanding Data Communications

Fourth Edition

Gilbert Held.

SAMS PUBLISHING

1994

- Hojas Técnicas MOTOROLA MC14468 (Smoke detector)

Motorola Company

- Hojas Técnicas EXAR XR2206

Monolithic Function Generator

EXAR Corporation.

July 1996.

- Hojas Técnicas EXAR XR2211

FSK Demodulator/ Tone Decoder

EXAR Corporation

April 1997

- Hojas Técnicas repetidora Ericsson

Mastr II, 138 – 174 MHz, 110Watts

Ericsson GE Mobile Communications Inc.

Octubre 1987

- Hojas Técnicas Radio Ericsson

PCS 136 – 174 Mhz, Systhesized, 16 channel

Scan personal radio

Ericsson GE Mobile Communications Inc.

Marzo 1991

- Hojas Técnicas Convertidor ADC 0804LCN (ECG2053)

ECG Semiconductor.

- TTI logic data book.

Texas Instrument.

1988.

- Hojas Técnicas EPROM 2516

National Semiconductors.

- Hojas Técnicas de INTEL, Microcontrolador MC8051

- Hojas Técnicas de Motorola Drivers MC1489 y MC1488

- Metodología para la evaluación de la contaminación del aire.

M. del R. Alfaro , Nestor Moreno y Thelma de Gallardo.

Programa Ecológico en Centro América, PROECO.

- Informe annual de la calidad del aire en El Salvador.

Lic. Regina del Carmen Cortéz.

FUSADES – PROECO, Antiguo Cuscatlán, Febrero de 1997.

- Contaminación ambiental de la ciudad de San Salvador, causas y propuestas de posibles soluciones.

Universidad de El Salvador, Julio de 1989.

ANEXO A

ASIGNACION DE FRECUENCIAS DE LA FCC

FCC Frequency Allocations

A summary of the FCC Table of Frequency Allocations, based on
the Oct '93 Code of Federal Regulations - 47 CFR 2.106

30 - 50 MHz: FM @ 20 kHz steps

30.000 - 30.560	US Government	
30.560 - 31.980	Business / Industry / Forestry	
31.990 - 32.000	Public Safety	
32.000 - 33.000	US Government	
33.000 - 33.100	Public Safety	
33.120 - 33.400	Business / Petroleum	
33.420 - 34.000	Fire	
34.000 - 35.000	US Government	
35.020 - 36.000	Business / Paging	
36.000 - 37.000	US Government	
37.020 - 37.420	Police / Local Govt	
37.460 - 37.860	Power, Water, Pipeline	
37.900 - 38.000	Highway Maint / Special Emergency	
38.000 - 39.000	US Government	
39.020 - 40.000	Police / Local Govt	
40.000 - 42.000	US Government	
42.020 - 42.940	State Police	
42.960 - 43.680	Business / Paging	
43.700 - 44.600	Transportation - bus, truck	
44.620 - 45.060	State Police / Forestry Conservation	
45.080 - 45.860	Police / Local Govt / Highway Maint	
45.900 - 46.040	Police / Emergency	
46.060 - 46.500	Fire	
46.520 - 46.580	Local Govt	
46.610 - 46.970	Cordless Phones - base	(20/40 kHz steps)
47.020 - 47.400	Highway Maint	
47.440 - 47.680	Industry / Emergency	
47.700 - 49.580	Industry	
49.670 - 49.990	Cordless Phones - handset	(irregular steps)

50 - 150 MHz

50.000 - 54.000	Amateur (6-meter)	
54.000 - 72.000	Broadcast TV chs 2-4	(6 MHz steps - FMw)
72.000 - 76.000	(various)	
76.000 - 88.000	Broadcast TV chs 5-6	(6 MHz steps - FMw)
88.000 - 108.000	FM Broadcast	(200 kHz steps - FMw)
108.000 - 118.000	Aero - navigation	
118.000 - 136.000	Aero - communications	(25 kHz steps - AM)
136.000 - 138.000	Satellite	
138.000 - 144.000	US Government	
144.000 - 148.000	Amateur (2-meter)	
148.000 - 150.800	US Government	

150 - 162 MHz: FM @ 15 kHz steps

150.815 - 150.965	Auto Emergency	
150.995 - 151.595	Highway / Forestry / Industry	
151.625 - 151.955	Business	(30 kHz steps)
152.030 - 152.240	Mobile phone (Base) / Page	(30 kHz steps)
152.270 - 152.450	Taxi (Base)	
152.510 - 152.840	Mobile phone (Base) / Page	(30 kHz steps)
152.870 - 153.725	Industry	
153.740 - 154.445	Fire / Govt (mobile)	
154.452 - 154.482	Industry (telemetry)	(7.5 kHz steps)

154.490 - 154.625 Industry
 154.650 - 156.240 Police / Govt / Emrgncy / Hwy
 156.025 - 157.425 Maritime (ship) (25 kHz steps)
 157.470 - 157.515 Auto Emergency
 157.530 - 157.710 Taxi (mobile) / Business
 157.770 - 158.100 Mobile phone (mobile) / Page (30 kHz steps)
 158.130 - 158.460 Industry
 158.490 - 158.700 Mobile phone (mobile) / Page (30 kHz steps)
 158.730 - 159.210 Police / Govt / Highway
 159.225 - 159.465 Forestry Conservation
 159.495 - 160.200 Transportation - bus, truck
 160.215 - 161.610 Railroad
 160.625 - 160.950 Maritime - Coast (25 kHz steps)
 161.640 - 161.760 {Broadcast Pickups
 161.500 - 162.025 {Maritime - Coast (25 kHz steps)

162 - 450 MHz

162.025 - 174.000 (various, mainly US Government)
 174.000 - 216.000 Broadcast TV chs 7-13 (6 MHz steps - FMw)
 216.000 - 218.000 Maritime - AMTS, coast (25 kHz steps)
 218.000 - 219.000 IVDS - Interactive Video & Data
 219.000 - 220.000 Maritime - AMTS, ship (25 kHz steps)
 220.000 - 221.000 (Private land Mobile) - base (5 kHz steps)
 221.000 - 222.000 (Private land Mobile) - mobile(" " ")
 222.000 - 225.000 Amateur (1.25-meter)
 225.000 - 400.000 US Government - Aero (AM)
 400.000 - 406.000 US Govt - Meteorological / Space
 406.000 - 420.000 US Government
 420.000 - 450.000 Amateur (70cm) / military radar / radiolocation

450 - 460 MHz: FM @ 25 kHz steps (450-455 base, 455-460 mobile)

450.050 - 450.925 Auxiliary Broadcasting
 451.025 - 452.025 Industry
 452.050 - 452.500 Taxi / Industry / Transport
 452.525 - 452.600 Automobile Emergency
 452.625 - 452.950 Transportation - Trucks / Railroad
 452.975 - 453.000 Relay Press
 453.025 - 453.975 Local Govt / Public Safety
 454.025 - 454.650 Mobile Telephone
 454.675 - 454.975 Mobile Telephone Air (ground)
 455.050 - 455.925 Auxiliary Broadcasting
 456.025 - 457.025 Industry
 457.050 - 457.500 Taxi / Industry / Transport
 457.525 - 457.600 {Maritime - shipboard repeater (mobiles @ 467.xxx)
 {Business - low power
 457.625 - 457.950 Transportation - Trucks / Railroad
 457.975 - 458.000 Relay Press
 458.025 - 458.975 Public Safety / Local Govt
 459.025 - 459.650 Mobile Telephone
 459.675 - 459.975 Mobile Telephone Air (airborne)

460 - 470 MHz: FM @ 25 kHz steps (460-465 base, 465-470 mobile)

460.025 - 460.550 Police / Public Safety
 460.575 - 460.625 Fire
 460.650 - 460.875 Business - Airport use
 460.900 - 461.000 Business - Central Alarms
 461.025 - 462.175 Business
 462.200 - 462.525 Manufacturers / Industry
 462.550 - 462.725 GMRS (12.5 kHz steps)
 462.750 - 462.925 Business (paging)
 462.950 - 463.175 MED (Ambulance/Hospital)
 463.200 - 465.000 Business

465.025 - 465.550 Police / Public Safety
 465.575 - 465.625 Fire
 465.650 - 465.875 Business - Airport use
 465.900 - 466.000 Business - Central Alarms
 466.025 - 467.175 Business
 467.200 - 467.525 Manufacturers / Industry
 467.550 - 467.725 GMRS (25 kHz steps)
 467.750 - 467.925 {Business (2w, telemetry)
 467.750 - 467.825 {Maritime - shipboard (rptr at 457.xxx)
 467.950 - 468.175 MED (Ambulance/Hospital)
 468.200 - 469.975 Business

470 - 806 MHz: 6 MHz per channel, wide FM audio

470.000 - 512.000 {Broadcast TV, chs 14-20
 {Large Metro Public Safety (25 kHz steps - FM) |
 512.000 - 806.000 Broadcast TV, Chs 21-69

806 - 896 MHz: FM @ 25 kHz steps (mobile 806-851, base 851-896)

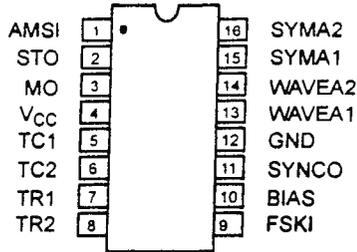
806.0125- 809.7375 General - conventional |
 809.7625- 810.9875 General - single channels |
 811.0125- 815.9875 General - trunked |
 816.0125- 820.9875 SMR - trunked |
 821.0125- 823.9875 Public Safety - trunked (12.5 kHz steps) |
 824.040 - 834.360 Cellular Telephone (30 kHz steps) |
 834.390 - 835.620 Cellular Telephone (data) (30 kHz steps) |
 835.650 - 848.970 Cellular Telephone (30 kHz steps) |
 849.000 - 851.000 Aircraft Telephone (6 kHz steps - AM) |
 851.0125- 854.7375 General - conventional | ←
 854.7625- 855.9875 General - single channels |
 856.0125- 860.9875 General - trunked |
 861.0125- 865.9875 SMR - trunked |
 866.0125- 868.9875 Public Safety - trunked (12.5 kHz steps) |
 869.040 - 879.360 Cellular Telephone (30 kHz steps) |
 879.390 - 880.620 Cellular Telephone (data) (30 kHz steps) |
 880.650 - 893.970 Cellular Telephone (30 kHz steps) |
 894.000 - 896.000 Aircraft Telephone (6 kHz steps - AM) |

896 - 1300 MHz:

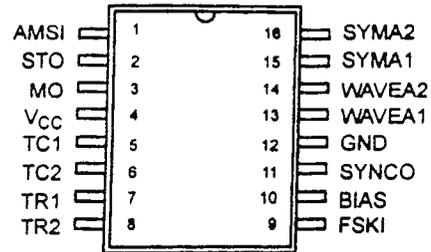
896.000 - 901.000 SMR/Business/Industry - mobile (12.5 kHz steps)
 901.000 - 902.000 Personal Communications Services
 902.000 - 928.000 Amateur (33cm) / various secondary
 928.000 - 929.000 (
 929.000 - 930.000 paging
 930.000 - 931.000 Personal Communications Services - base
 931.000 - 935.000 (
 935.000 - 940.000 SMR/Business/Industry - base (12.5 kHz steps)
 940.000 - 941.000 Personal Communications Services - base
 941.000 - 960.000 (
 960.000 -1215.000 Aeronautical navigation
 1215.000 -1240.000 US Govt - Radiolocation / Space
 1240.000 -1300.000 Amateur (23cm)

ANEXO B

HOJAS DE DATOS DEL XR-2206



16 Pin PDIP, CDIP



16 Pin SOIC (JEDEC)

PIN DESCRIPTION

Pin #	Symbol	Type	Description
1	AMSI	I	Amplitude Modulating Signal Input.
2	STO	O	Sine or Triangle Wave Output.
3	MO	O	Multiplier Output.
4	V _{CC}	-	Positive Power Supply.
5	TC1	I	Timing Capacitor Input.
6	TC2	I	Timing Capacitor Input.
7	TR1	O	Timing Resistor 1 Output.
8	TR2	O	Timing Resistor 2 Output.
9	FSKI	I	Frequency Shift Keying Input.
10	BIAS	O	Internal Voltage Reference.
11	SYNCO	O	Sync Output. This output is a open collector and needs a pull up resistor to V _{CC} .
12	GND	-	Ground pin.
13	WAVEA1	I	Wave Form Adjust Input 1.
14	WAVEA2	I	Wave Form Adjust Input 2.
15	SYMA1	I	Wave Symetry Adjust 1.
16	SYMA2	I	Wave Symetry Adjust 2.

With External Adjustment:

The harmonic content of sinusoidal output can be reduced to -0.5% by additional adjustments as shown in *Figure 12*. The potentiometer, R_A , adjusts the sine-shaping resistor, and R_B provides the fine adjustment for the waveform symmetry. The adjustment procedure is as follows:

1. Set R_B at midpoint and adjust R_A for minimum distortion.
2. With R_A set as above, adjust R_B to further reduce distortion.

Triangle Wave Generation

The circuits of *Figure 11*, and *Figure 12*, can be converted to triangle wave generation, by simply open-circuiting Pin 13 and 14 (i.e., S_1 open). Amplitude of the triangle is approximately twice the sine wave output.

FSK Generation

Figure 13, shows the circuit connection for sinusoidal FSK signal operation. Mark and space frequencies can be independently adjusted by the choice of timing resistors, R_1 and R_2 ; the output is phase-continuous during transitions. The keying signal is applied to Pin 9. The circuit can be converted to split-supply operation by simply replacing ground with V^- .

Pulse and Ramp Generation

NO TAG shows the circuit for pulse and ramp waveform generation. In this mode of operation, the FSK keying terminal (Pin 9) is shorted to the square-wave output (Pin 11), and the circuit automatically frequency-shift keys itself between two separate frequencies during the positive-going and negative-going output waveforms. The pulse width and duty cycle can be adjusted from 1% to 99% by the choice of R_1 and R_2 . The values of R_1 and R_2 should be in the range of $1k\Omega$ to $2M\Omega$.

PRINCIPLES OF OPERATION**Description of Controls****Frequency of Operation:**

The frequency of oscillation, f_o , is determined by the external timing capacitor, C , across Pin 5 and 6, and by the timing resistor, R , connected to either Pin 7 or 8. The frequency is given as:

$$f_o = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

and can be adjusted by varying either R or C . The recommended values of R , for a given frequency range, as shown in *Figure 5*. Temperature stability is optimum for $4k\Omega < R < 200k\Omega$. Recommended values of C are from $1000pF$ to $100\mu F$.

Frequency Sweep and Modulation:

Frequency of oscillation is proportional to the total timing current, I_T , drawn from Pin 7 or 8:

$$f = \frac{320I_T(\text{mA})}{C(\mu F)} \text{ Hz}$$

Timing terminals (Pin 7 or 8) are low-impedance points, and are internally biased at $+3V$, with respect to Pin 12. Frequency varies linearly with I_T , over a wide range of current values, from $1\mu A$ to $3mA$. The frequency can be controlled by applying a control voltage, V_C , to the activated timing pin as shown in *Figure 10*. The frequency of oscillation is related to V_C as:

$$f = \frac{1}{RC} \left(1 + \frac{R}{R_c} \left(1 - \frac{V_C}{3} \right) \right) \text{ Hz}$$

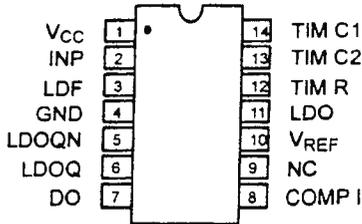
where V_C is in volts. The voltage-to-frequency conversion gain, K , is given as:

$$K = \partial f / \partial V_C = -\frac{0.32}{R_c C} \text{ Hz/V}$$

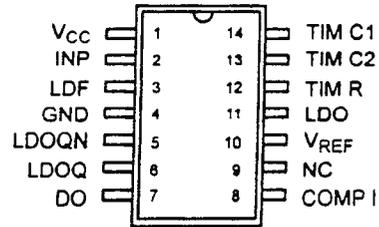
CAUTION: For safety operation of the circuit, I_T should be limited to $\leq 3mA$.

ANEXO C
HOJAS DE DATOS DEL XR-2211

PIN CONFIGURATION



14 Lead CDIP, PDIP (0.300")



14 Lead SOIC (Jedec, 0.150")

PIN DESCRIPTION

Pin #	Symbol	Type	Description
1	V _{CC}	-	Positive Power Supply.
2	INP	I	Receive Analog Input.
3	LDF	O	Lock Detect Filter.
4	GND	-	Ground Pin.
5	LDOQN	O	Lock Detect Output Not. This output will be low if the VCO is in the capture range.
6	LDOQ	O	Lock Detect Output. This output will be high if the VCO is in the capture range.
7	DO	O	Data Output. Decoded FSK output.
8	COMP I	I	FSK Comparator Input.
9	NC	-	Not Connected.
10	V _{REF}	O	Internal Voltage Reference. The value of V _{REF} is V _{CC} /2 - 650mV.
11	LDO	O	Loop Detect Output. This output provides the result of the quadrature phase detection.
12	TIM R	I	Timing Resistor Input. This pin connects to the timing resistor of the VCO.
13	TIM C2	I	Timing Capacitor Input. The timing capacitor connects between this pin and pin 14.
14	TIM C1	I	Timing Capacitor Input. The timing capacitor connects between this pin and pin 13.

DESIGN EQUATIONS

(All resistance in Ω , all frequency in Hz and all capacitance in farads, unless otherwise specified)

(See *Figure 3.* for definition of components)

1. VCO Center Frequency, f_o :

$$f_o = \frac{1}{R_o \cdot C_o}$$

2. Internal Reference Voltage, V_{REF} (measured at pin 10):

$$V_{REF} = \left(\frac{V_{CC}}{2} \right) - 650mV \text{ in volts}$$

3. Loop Low-Pass Filter Time Constant, τ :

$$\tau = C_1 \cdot R_{PP} \text{ (seconds)}$$

where:

$$R_{PP} = \left(\frac{R_1 \cdot R_F}{R_1 + R_F} \right)$$

if R_F is ∞ or C_F reactance is ∞ , then $R_{PP} = R_1$

4. Loop Damping, ζ :

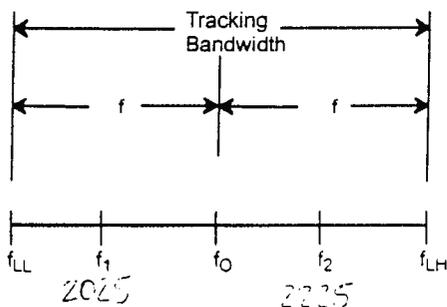
$$\zeta = \sqrt{\left(\frac{1250 \cdot C_o}{R_1 \cdot C_1} \right)}$$

Note: For derivation/explanation of this equation, please see TAN-011.

5. Loop-tracking

bandwidth, $\pm = \frac{\Delta f}{f_o}$

$$\frac{\Delta f}{f_o} = \frac{R_o}{R_1}$$



6. FSK Data filter time constant, t_F :

$$\tau_F = \frac{R_B \cdot R_F}{(R_B + R_F)} \cdot C_F \text{ (seconds)}$$

7. Loop phase detector conversion gain, K_d : (K_d is the differential DC voltage across pin 10 and pin11, per unit of phase error at phase detector input):

$$K_d = \frac{V_{REF} \cdot R_1}{10,000 \cdot \pi} \left[\frac{\text{volt}}{\text{radian}} \right]$$

Note: For derivation/explanation of this equation, please see TAN-011.

8. VCO conversion gain, K_o : (K_o is the amount of change in VCO frequency, per unit of DC voltage change at pin 11):

$$K_o = \frac{-2\pi}{V_{REF} \cdot C_o \cdot R_1} = \left(\frac{\text{radian/second}}{\text{volt}} \right)$$

9. The filter transfer function:

$$F(s) = \frac{1}{1 + sR_1 \cdot C_1} \text{ at } 0 \text{ Hz.} \quad S = j\omega \text{ and } \omega = 0$$

10. Total loop gain, K_T :

$$K_T = K_o \cdot K_d \cdot F(s) = \left(\frac{R_F}{5,000 \cdot C_o \cdot (R_1 + R_F)} \right) \left[\frac{1}{\text{seconds}} \right]$$

11. Peak detector current I_A :

$$I_A = \frac{V_{REF}}{20,000} \text{ (} V_{REF} \text{ in volts and } I_A \text{ in amps)}$$

Note: For derivation/explanation of this equation, please see TAN-011.

ANEXO D
HOJAS DE DATOS DEL MC14468

MC14468

CMOS MSI

(LOW POWER COMPLEMENTARY MOS)
**IONIZATION SMOKE DETECTOR
 WITH INTERCONNECT**

IONIZATION SMOKE DETECTOR WITH INTERCONNECT

The MC14468, when used with an ionization chamber and a small number of external components, will detect smoke. When smoke is sensed, an alarm is sounded via an external piezoelectric transducer and internal drivers. This circuit is designed to comply with the UL217 and UL268 specifications.

- Ionization Type with On-Chip FET Input Comparator
- Piezoelectric Horn Driver
- Guard Outputs on Both Sides of Detect Input
- Input-Protection Diodes on the Detect Input
- Low-Battery Trip Point, Internally Set, Can Be Altered Via External Resistor
- Detect Threshold, Internally Set, Can Be Altered Via External Resistor
- Pulse Testing for Low Battery Uses LED for Battery Loading
- Comparator Output for Detect
- Internal Reverse Battery Protection
- Strobe Output for External Trim Resistors
- I/O Pin Allows Up to 40 Units to be Connected for Common Signaling
- Power-On Reset Prevents False Alarms on Battery Change

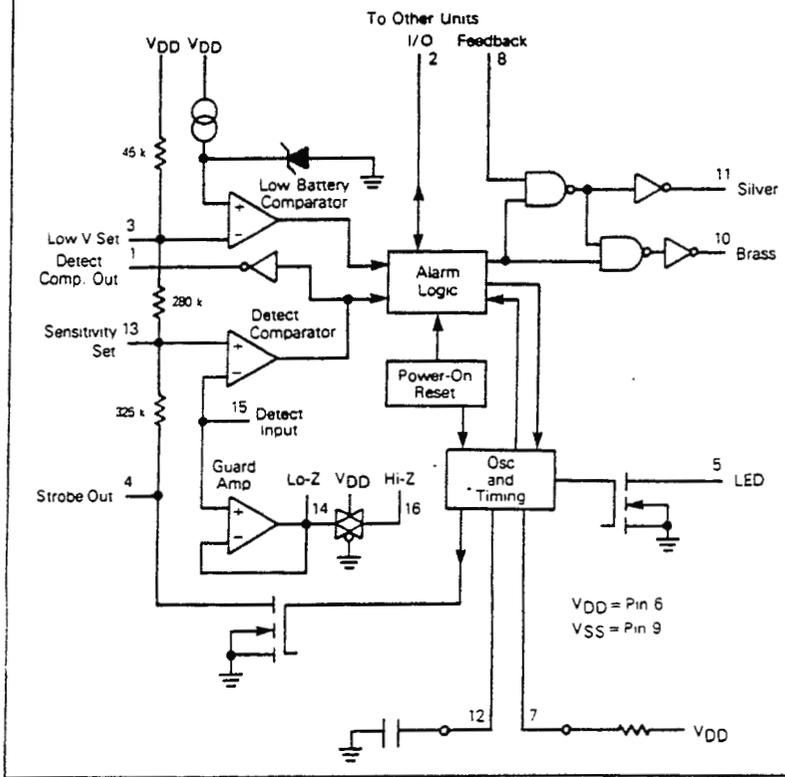


P SUFFIX
 PLASTIC DIP
 CASE 648

ORDERING INFORMATION

MC14468P Plastic DIP

BLOCK DIAGRAM



PIN ASSIGNMENT

Detect Comp. Out	1	16	Guard Hi-Z
I/O	2	15	Detect Input
Low V Set	3	14	Guard Lo-Z
Strobe Out	4	13	Sensitivity Set
LED	5	12	Osc Capacitor
VDD	6	11	Silver
Timing Resistor	7	10	Brass
Feedback	8	9	VSS

MAXIMUM RATINGS* (Voltages referenced to V_{SS})

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V _{DD}	-0.5 to +15	V
Input Voltage, All Inputs Except Pin 8	V _{in}	-0.25 to V _{DD} + 0.25	V
DC Current Drain per Input Pin, Except Pin 15 = 1 mA	I	10	mA
DC Current Drain per Output Pin	I	30	mA
Operating Temperature Range	T _A	-10 to +60	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-55 to +125	°C
Reverse Battery Time	t _{RB}	5.0	s

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (Voltages referenced to V_{SS})

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V _{DD}	9.0	V
Timing Capacitor	-	0.1	μF
Timing Resistor	-	8.2	MΩ
Battery Load (Resistor or LED)	-	10	mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Characteristic	Symbol	V _{DD} V _{dc}	Min	Typ [#]	Max	Unit
Operating Voltage	V _{DD}	-	6.0	-	12	V
Output Voltage	V _{OH}	7.2	6.3	-	-	V
Piezoelectric Horn Drivers (I _{OH} = -16 mA)		9.0	8.5	8.8	-	
Comparators (I _{OH} = -30 μA)						
Piezoelectric Horn Drivers (I _{OL} = +16 mA)	V _{OL}	7.2	-	-	0.9	V
Comparators (I _{OL} = +30 μA)		9.0	-	0.1	0.5	
Output Voltage - LED Driver, I _{OL} = 10 mA	V _{OL}	7.2	-	-	3.0	V
Output Impedance, Active Guard	Lo-Z Hi-Z	9.0 9.0	- -	- -	10 1000	kΩ
	Pin 14 Pin 16					
Operating Current (R _{bias} = 8.2 MΩ)	I _{DD}	9.0 12.0	- -	5.0 -	9.0 12.0	μA
Input Current - Detect (40% R.H.)	I _{in}	9.0	-	-	±1.0	pA
Input Current, Pin 8	I _{in}	9.0	-	-	±0.1	μA
Input Current @ 50°C, Pin 15	I _{in}	-	-	-	±6.0	pA
Internal Set Voltage						
Low Battery	V _{low}	9.0	7.2	-	7.8	V
Sensitivity	V _{set}	-	47	50	53	% V _{DD}
Hysteresis	V _{hys}	9.0	75	100	150	mV
Offset Voltage (measured at V _{in} = V _{DD} /2)	V _{OS}					mV
Active Guard		9.0	-	-	±100	
Detect Comparator		9.0	-	-	±50	
Input Voltage Range, Pin 8	V _{in}	-	-10	-	V _{DD} + 10	V
Input Capacitance	C _{in}	-	-	5.0	-	pF
Common Mode Voltage Range, Pin 15	V _{cm}	-	0.6	-	V _{DD} - 2	V
I/O Current, Pin 2						
Input, V _{IH} = V _{DD} - 2	I _{IH}	-	25	-	100	μA
Output, V _{OH} = V _{DD} - 2	I _{OH}	-	-4.0	-	-16	mA

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range V_{SS} ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{DD}.