

300617

13
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

"INSTALACION DE UNA RED LOCAL
PARA UN SISTEMA DE
INSTRUMENTACION DE ESTRUCTURAS"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
MARCO ULISES MORALES ARROYO

DIRECTOR DE TESIS: ING. EDUARDO RUIZ RIVERA

MEXICO D.F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Gracias...

A mis padres:

*El dolor que me puede causar una derrota,
desaparece al pensar que ustedes pueden sufrir;
La emoción que me causa un triunfo,
se multiplica al saber que ustedes lo pueden gozar.*

*Este trabajo es dedicado para:
mi orgullo, mi cariño, mi alegría, mi sonrisa, MIS PADRES*

A mis hermanas:

*No le tengan miedo al fracaso,
ténganle pavor y prepárense para enfrentarlo y doblegarlo;
No le tengan miedo al éxito,
ténganle ansiedad y prepárense para conquistarlo y retenerlo.
Si crees en ti, no necesitas convencer a otros
Si estas contenta contigo, no necesitas la aprobación de otros
Si entiendes a los demás, ellos te comprenderán.*

A mi Mami y mis tías:

*Gracias por el regalo mas presumible, el cariño
que siempre he recibido de mi familia*

A mis amigos (César, Omar, Roberto, Sherlock):

*Gracias por los momentos de emoción,
desesperación y meditación que hemos compartido,
y aunque la vida nos lleve por caminos diferentes,
el espíritu se ha fortalecido con el poder de nuestra
hermandad.*

Gracias a todos aquellos que me acompañaron en la culminación de este trabajo:

Al Ing. Juan Manuel Espinoza

Por ser un ejemplo a seguir en todo momento de mi vida profesional.

A los Ing. Alejandro Jiménez y Michel Inostroza

Por haber compartido conmigo sus conocimientos, y amistad en los inicios de mi carrera como ingeniero.

Al Ing. Eduardo Ruiz

Por su confianza depositada en una joven generación que trabaja en el desarrollo de un mejor país.

Al Ing. Eduardo Otero

Por haber compartido conmigo sus conocimientos, experiencia y optimismo, dignas características de una persona exitosa.

A los Ing. Hugo Ríos y Guillermo Rivera

Por haber contado con su apoyo y amistad en hasta ahora, uno de los momentos más duros de mi vida profesional.

INSTALACION DE UNA RED LOCAL PARA UN SISTEMA DE INSTRUMENTACION DE ESTRUCTURAS

INDICE

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	1
CAPITULO 1 -- REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA --	3
Requerimientos del sistema acelerométrico.	4
Características Generales.	
Requerimientos de la red.	8
Características Funcionales.	
Características de Interconexión o Topología.	
Características de Formato o Protocolo.	
CAPITULO 2 -- REDES LOCALES --	11
1 CARACTERÍSTICAS DE UNA RED	14
Características	
Medios de Transmisión	
Par Trenzado	
Cable Coaxial	
Fibra Optica	
2 ETHERNET	29
3 TOKEN RING	33
4 FDDI	36
CAPITULO 3 -- SISTEMA DE COMUNICACIONES DEL SISTEMA ACCELEROMETRICO DE ESTRUCTURAS (SADE) --	39
DESCRIPCION DEL SISTEMA	40
1 OPERACIÓN	45
COMPONENTES BÁSICOS	46
Central de Registro (CEN-REG)	46
Programacion de la CEN-REG	
Estación Sensora (EST-SEN)	53
Programación de la Estación Sensora	
Interfaz Serial	56
Comunicaciones en el Multiprocesador	
Velocidad de Transmisión	
Interfaz Estación-Medio de Transmisión	61
2 CONSIDERACIONES PRELIMINARES DE DISEÑO	62
SISTEMA FUNDAMENTAL	
I Transmisores	63
II Receptores	65
III Cable de Fibra	66
Fibra Unimodo vs Multimodo	
A) Parámetros de multimodo	
a) Tamaño 62.5/125	
b) Tamaño 50/125	
c) Tamaño 100/140	
B) Parámetros de unimodo	

SELECCION DE COMPONENTES	71
I Cable de Fibra	71
A) Especificaciones del Cable	72
I) Ruteo	
II) Radio Mínimo de Curvatura	
III) Rango Máximo de Tensión	
IV) Máximo Levantamiento vertical	
B) Tipos de cable	74
I) Cable aereo	
II) Cable terrestre	
III) Cables Internos	
II Conectores	76
A) Conectores Bicnicos	
B) Conectores St	
C) Conectores SMA	
3 TOPOLOGÍA Y PROTOCOLO	78
CAPITULO 4 -- PRUEBAS E INSTALACION --	84
1 SELECCION DEL SISTEMA	
Componentes	
2 INSTALACION	90
3 PRUEBAS	95
CONCLUSIONES	102
BIBLIOGRAFIA	104
APENDICE A	105
Especificaciones de Fabricantes	
APENDICE B	107
Tipos de Conectores	
APENDICE C	109
Construcción de Conectores	
APENDICE D	114
Costos	
APENDICE E	116
Listado de la programación de las estaciones.	
GLOSARIO	132

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Ante la existencia de una creciente urbanización en el área metropolitana del Distrito Federal y siendo ésta una zona densamente poblada y de riesgo sísmico, donde se esperan sismos tan intensos como el acontecido en 1985, se ha hecho urgente analizar la respuesta dinámica de edificios para la evaluación del riesgo sísmico, así como para la formulación de reglamentos de construcción de obras civiles seguras. Asimismo, es necesario determinar la respuesta sísmica de un gran número de edificios en el D.F., reparados después de septiembre de ese mismo año.

Sin embargo, para el estudio del comportamiento dinámico de estructuras, todavía no se tiene un conocimiento completo debido a que en este momento existen pocas construcciones instrumentadas y por otro lado, la ocurrencia de temblores importantes es escasa.

Hasta ahora, muchos de los proyectos de instrumentación sísmica desarrollados en México han requerido de la importación de equipos de medición y registro, lo cual resulta ser muy costoso y dadas las condiciones económicas del país, cada vez más difícil de adquirir. Esta realidad limita la obtención de acelerogramas, indispensables para la evaluación de la respuesta dinámica de edificios.

Así, con la finalidad de contribuir al estudio del comportamiento dinámico de estructuras y al desarrollo tecnológico en el campo de la instrumentación sísmica, el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES), auspiciado por el Departamento del Distrito Federal (DDF), tiene a su cargo el desarrollo del Sistema Acelerométrico Digital para la Instrumentación de Estructuras (SADE).

El objetivo principal de esta tesis, consiste en mostrar el resultado del desarrollo y establecimiento de un sistema de comunicaciones tipo Red Local, para un sistema de medición de aceleraciones en estructuras de edificios, con el fin de evaluar la respuesta dinámica de estas.

El capítulo uno, es una descripción del Sistema Acelerométrico de Estructuras (SADE), y sus necesidades, para el que se seleccionará la red de comunicaciones idónea.

En el capítulo segundo, se realiza un estudio de Redes Locales, necesario como antecedente para el diseño de la red propia. En este estudio se seleccionaron tres de las más comunes: Ethernet, Token-Ring y FDDI.

En el tercer capítulo se presenta el diseño y desarrollo del Sistema de Comunicaciones, partiendo de la operación del SADE. Se establece el medio de comunicación idóneo, para posteriormente establecer el protocolo de comunicaciones.

En el último capítulo, se presenta la construcción del sistema, con pruebas y resultados.

Finalmente, se exponen las conclusiones y algunas recomendaciones pertinentes para la operación y mantenimiento; la bibliografía consultada para la realización de este trabajo además de incluir un apéndice, donde se muestran las notas técnicas de los fabricantes de los dispositivos electrónicos empleados.

CAPITULO 1

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

En este capítulo se analizan de forma general las posibles necesidades del sistema, tanto físicas como de funcionalidad; tales como: tamaño, velocidad de transmisión, etc.

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA ACELEROMETRICO

El Sistema Acelerométrico Digital (SADE) para la Instrumentación de Estructuras, tiene la finalidad de medir la respuesta dinámica de estas sujetas a la acción de sismos, entendiendo por respuesta dinámica a la forma como estos se mueven y deforman durante un sismo. De esta manera para obtener un registro completo, confiable y útil del movimiento de una estructura, desde el punto de vista de la ingeniería civil, es necesario colocar acelerómetros en diferentes puntos de la misma, elegidos previamente por un especialista, el cual, realiza una serie de pruebas que ayudan a conocer el estado de la construcción y sus características dinámicas, para posteriormente, seleccionar los lugares más idóneos dentro de la estructura. Estas pruebas se hacen mediante un método llamado "vibración ambiental".

Además, para la adecuada interpretación de los mismos, se requiere que los registros obtenidos por cada uno de los sensores, estén sincronizados en el tiempo.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

El sistema debe medir simultáneamente el movimiento en diferentes puntos de una estructura o edificio durante un sismo, obteniendo un registro completo y confiable. El número de puntos de medición, aunque depende de la complejidad de la estructura y de las limitaciones que imponga el sistema, es típicamente de 10.

El almacenamiento de las mediciones obtenidas por los diferentes sensores se efectúa en una memoria central de alta capacidad, del tipo tarjeta de crédito, con batería interna de respaldo, para facilitar la transferencia de los registros obtenidos a una computadora personal para su procesamiento posterior.

El SADE podrá ser habilitado por medio de una señal externa proporcionada por el Sistema de Alerta Sísmica (SAS), con el fin de sincronizar los registros con los de la Red de Acelerógrafos del Distrito Federal (RADF). De igual manera, el SADE tomará esta señal para iniciar el registro de un sismo poco antes de su presencia en el Valle de México.

El sistema debe de ser técnica y económicamente competitivo con los diferentes sistemas de registro sísmico existentes.

El SAS emite una señal de radio que cubre todo el Valle de México cuando detecta un movimiento sísmico fuerte en la costa de Guerrero. Tanto el SAS como el RADF, son sistemas a cargo del Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES).

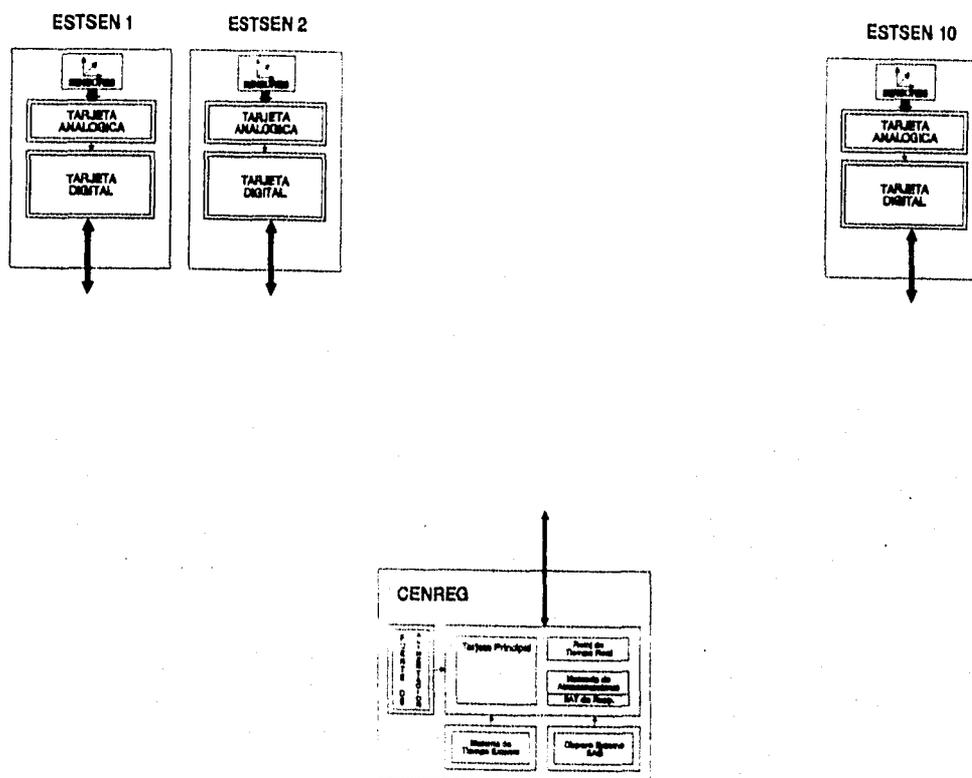
La configuración general del Sistema Acelerométrico Digital para Estructuras (SADE), consta de un conjunto de módulos sensores convertidores, denominadas Estaciones Sensoras (EstSen), distribuidos en un edificio o estructura, los cuales son conectados por medio de una red digital de datos a una memoria Central de Registro (CenReg). Fig. 1.1

La CenReg se encarga de controlar la operación general del sistema. Los datos obtenidos por cada EstSen se envían, como ya se ha dicho, en tiempo real a la CenReg donde quedan almacenados de manera permanente. Este envío de datos se puede iniciar de dos formas: al ocurrir un sismo, o al recibir la señal de disparo externa mencionada.

Para que la EstSen pueda entregar datos válidos a la CenReg, es necesario acoplar los niveles de la señal entregada por los sensores. Este acoplamiento se hace de la siguiente manera:

En cada punto de registro (EstSen) se tiene un conjunto de tres transductores acelerométricos colocados en forma ortogonal para cubrir los tres ejes espaciales. La salida de voltaje que proporcionan estos sensores se ajusta para su conversión a formato binario, mediante filtros, amplificadores y sumadores analógicos.

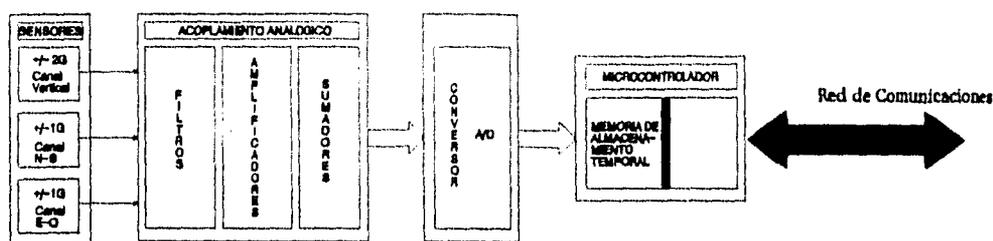
Figura 1.1 Diagrama Esquemático de SADE



La medición de la aceleración se efectúa mediante transductores tipo piezo-resistivo que generan una señal eléctrica cuya característica de voltaje es proporcional a la aceleración a la cual se someten. Estos sensores pueden ser reemplazados por cualquier otro tipo de transductor si las características de un ambiente dado lo requieren.

Estos sensores presentan múltiples ventajas, como son: bajo costo, alta sensibilidad, exactitud; cuentan además con un circuito de amplificación y compensación de temperatura; por otro lado, son muy sencillos de instalar y manejar. En el Apéndice A se muestran las características técnicas que proporciona el fabricante.

Figura 1.2 Diagrama Esquemático de la Est-Sen



El sensor entrega una señal eléctrica en un intervalo de 0.5 a 4.5 V para 1g, teniéndose para 0g un valor de 2.5 V. Por otro lado, una de las salidas del sensor es un voltaje de referencia de 2.5 V que se utiliza para comparar la lectura de aceleración.

El módulo de acoplamiento analógico, permite igualar los niveles de sensibilidad de los tres sensores ortogonales, limita la frecuencia de la señal de aceleración a la banda propuesta y por último entrega la señal dentro de un rango de voltaje adecuado para la conversión A/D. En la fig. 1.4 se presenta el diagrama de bloques y gráficas de como se transforma la señal sísmica después de pasar por cada bloque.

La CenReg así como cada EstSen, cuentan con su propia fuente independiente de energía que proporciona los niveles de voltaje necesarios para la operación de las tarjetas. Estas se alimentan mediante una batería de 6 volts recargada por un regulador AC/DC conectado al suministro comercial de energía.

En caso de falla en la alimentación comercial, las baterías permiten que el sistema completo opere durante 5 días. tiempo suficiente para reportar y corregir la anomalía.

REQUERIMIENTOS DE LA RED DEL SADE

CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

Las estaciones basan su funcionamiento en el microprocesador 80C552, los cuales permiten almacenar muestras en un buffer cíclico. Estas muestras son enviadas a una memoria central en forma constante.

El microprocesador tiene como salida un puerto serial trabajando a niveles de voltaje TTL.

El numero de estaciones es en promedio de 10, determinado este por especialistas en el área de instrumentación, con posibilidad de crecimiento hasta 16

El volumen de datos, depende del tamaño del buffer; en este caso se tiene un buffer con capacidad de 25 muestras, de 5 Bytes por muestra. Se cuenta con una velocidad de muestreo variable: 20, 50 100 y 200 muestras por segundo. De esta manera, la velocidad máxima a la que el sistema puede trabajar, se obtiene tomando en cuenta la máxima velocidad de muestreo con el máximo número de estaciones. Ver tabla 1.1

$$25 \text{ muestras} = 125 \text{ Bytes} + 3 \text{ Bytes de control} = 128 \text{ Bytes}$$

Tabla 1.1 Velocidad requerida para el sistema

Velocidad de muestreo (muest/seg)	Tiempo de llenado del buffer (segundos)	Velocidad requerida para 10 Estaciones y 16 Estaciones (bauds)	
20	1.25	9,216	14,745
50	0.5	23,040	36,864
100	0.25	46,080	73,728
200	0.125	92,160	147,456

CARACTERÍSTICAS DE INTERCONEXIÓN O TOPOLOGÍA

Debido a que el SADE está pensado para que la mayoría de sus estaciones sensoras permanezcan distribuidas a través de todo un edificio, se debe de seleccionar una topología cómoda y económica tanto para la instalación como para el mantenimiento de la red. Las mas comunes son Bus, Anillo y Estrella.

El rango de frecuencias de interés en edificios con excitación sísmica es de 0 a 6 Hz. Por lo tanto, el ancho de banda de la etapa de filtrado deberá de ser de 0 a 20 Hz. Para cumplir este ancho de banda, se tomará el estándar de 50 muestras por segundo.

Para el valor de sensibilidad establecido se requiere una resolución de 10 bits como mínimo en el convertidor analógico/digital.

La velocidad de transmisión debe permitir la transmisión de datos en tiempo real a la memoria central. La confiabilidad en la transmisión de datos deberá ser superior al 95%, requiriendo para ello códigos y protocolos de detección y corrección de errores.

CARACTERÍSTICAS DE FORMATO O PROTOCOLO DE LA SEÑAL

Para lograr una adecuada comunicación entre los dispositivos de la red, es necesario cumplir con los siguientes requerimientos:

- Distancia de separación geográfica para permanecer dentro de un edificio.

Esta distancia es altamente variable, ya que depende del tipo de estructura para el cual sea requerido el sistema; por lo que se debe de diseñar un sistema que soporte tanto distancias relativamente pequeñas como puede ser un edificio tipo

habitación de escasos tres o cuatro pisos, o una gran estructura de varias decenas de pisos.

- Relativa alta velocidad de datos.

Se dice relativa, porque se busca una comunicación rápida, cumpliendo con las necesidades de comunicación del microcontrolador, en el cual está basado el sistema.

- Capacidad de soportar como mínimo 10 estaciones sensoras.

La selección de los puntos de medición del Sistema Acelerométrico de Estructuras, es establecida por un especialista, el cual también ha determinado el número típico de estaciones sensoras con que debe de contar este.

- Alta confiabilidad.
- Fácil instalación en un sistema pequeño con posibilidad de crecimiento.
- Fácil configuración para mantenimiento.

El hecho de diseñar una red de comunicaciones propia y no utilizar cualquiera de las redes comerciales disponibles, es debido a que de esta forma se reduce considerablemente el costo del sistema.

Se debe de pensar en componentes fácilmente disponibles con posibilidad de substitución, así como simplicidad en el mantenimiento.

En cuanto a la instalación, ya que los dispositivos del sistema son planeados para interiores, hay que tomar en cuenta una gran protección contra todo tipo de interferencia o ruido externo, tanto en los dispositivos como en el medio de transmisión

habitación de escasos tres o cuatro pisos, o una gran estructura de varias decenas de pisos.

- Relativa alta velocidad de datos.

Se dice relativa, porque se busca una comunicación rápida, cumpliendo con las necesidades de comunicación del microcontrolador, en el cual está basado el sistema.

- Capacidad de soportar como mínimo 10 estaciones sensoras.

La selección de los puntos de medición del Sistema Acelerométrico de Estructuras, es establecida por un especialista, el cual también ha determinado el número típico de estaciones sensoras con que debe de contar este.

- Alta confiabilidad.
- Fácil instalación en un sistema pequeño con posibilidad de crecimiento.
- Fácil configuración para mantenimiento.

El hecho de diseñar una red de comunicaciones propia y no utilizar cualquiera de las redes comerciales disponibles, es debido a que de esta forma se reduce considerablemente el costo del sistema.

Se debe de pensar en componentes fácilmente disponibles con posibilidad de sustitución, así como simplicidad en el mantenimiento.

En cuanto a la instalación, ya que los dispositivos del sistema son planeados para interiores, hay que tomar en cuenta una gran protección contra todo tipo de interferencia o ruido externo, tanto en los dispositivos como en el medio de transmisión

CAPITULO 2

REDES LOCALES

En este capítulo se presenta una descripción generalizada del concepto de una red local de datos, tocando puntos como: características, medios de transmisión, topologías, así como una breve descripción de las redes locales mas comunes como son: Ethernet, Token-Ring y FDDI. Esto es con el propósito de tener un mejor entendimiento de la configuración de la red de datos a instalar para el Sistema Acelerométrico de Estructuras

INTRODUCCION

Una Red Local es una red de comunicaciones que provee interconexión entre varios dispositivos de procesamientos de datos dentro de una área pequeña, entendiéndose como área pequeña a un edificio o a un conjunto de edificios. Algunos características de Redes Locales son:

- Transparencia a usuarios.
- Alta velocidad de datos.
- Bajo rango de error.
- Corta distancia.

COMPONENTES DE UNA RED

Los componentes básicos de una red incluyen:

- Servidores,
- Estaciones de trabajo,
- Tarjetas de Interfaz de Red,
- Cableado,
- Hubs,
- Software.

En adición a estos componentes básicos, existen redes mas complejas las cuales pueden incluir dispositivos de interconexión tales como:

- Puentes,
- Ruteadores,
- Compuertas.

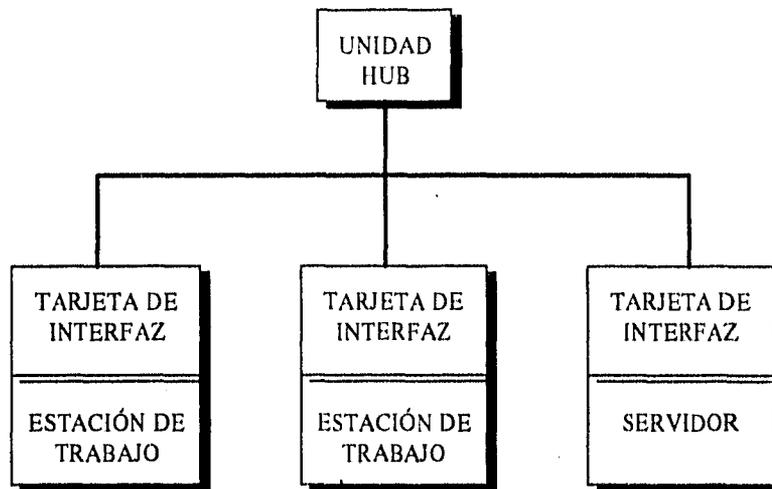


Figura 2.1 Componentes básicos de una Red Local.

Servidor

Un servidor es una PC, o cualquier computadora equipada especialmente con programación de Red Local y a la cual le son conectados periféricos tales como impresoras, modems, discos de interfaz para la red. Provee servicios a los usuarios de las estaciones de trabajo de la Red Local.

Estación de trabajo

Esta es una computadora equipada con una tarjeta interfaz de red, así como el programa de esta interfaz. La tarjeta de interfaz es conectada al cableado de la Red.

Tarjeta de Interfaz de Red

Esta tarjeta conocida como NIC (Network Interface Card) procesa y dirige el flujo de datos entre la computadora y la red. El tipo de conector que utiliza, varía dependiendo de los estándares de la red con la que se trabaje.

HUB's

El término HUB, se usa generalmente para definir cualquier caja localizada en un closet de cableado y se usa para interconectar cables de las estaciones de la Red Local. Algunos de estos HUB's incluyen dispositivos electrónicos activos que funcionan como repetidores, y otros son estrictamente pasivos.

Cableado

El cableado de una Red Local, puede ser: par trenzado con o sin blindaje, cable coaxial, fibra óptica, o combinación de cualquiera de estos.

CARACTERÍSTICAS DE UNA RED

La comunicación entre varias estaciones en redes locales, es soportada por la topología y el medio de transmisión. El medio de transmisión son los canales físicos para interconectar nodos en una red.

La determinación de cuál es el mejor medio de comunicación para una aplicación particular, depende del medio ambiente y de los requerimientos de comunicación. No existe un método especial para la selección del medio de comunicación; únicamente se requiere seleccionar el mejor medio basado en las necesidades actuales y las planeadas para futuro, basados en la información disponible.

Es necesaria una arquitectura abierta que otorgue una simbiosis entre medio de transmisión, topología y tecnologías de comunicación para acomodar el costo y el desempeño requerido para aplicaciones particulares.

El diseño de redes locales no es un proceso simple, ya que se requiere una correcta selección de medios de transmisión, esquemas de acceso, topologías y otros elementos.

El diseño de los elementos de un sistema de Red Local, debe de ser cuidadosamente seleccionado para poder proveer los niveles requeridos en cuanto a la capacidad de comunicación de datos y desempeño de la red. La elección de estos elementos, determinan la naturaleza de la red. El diseño de los elementos de una Red Local se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- 1) Topología;
- 2) Control y acceso del canal;
- 3) Técnicas de switcheo;
- 4) Medio de transmisión.

TOPOLOGÍA

El término topología en el contexto de una Red Local, se refiere a la forma en la cual el servidor y las estaciones de trabajo son interconectadas. A estos puntos de interconexión se les denomina nodos.

TOPOLOGÍA TIPO BUS

En esta topología el cable es guiado pasando por cada estación y una terminación resistiva se coloca al final de cada cable. Cada estación se conecta al cable a través de un transductor. Esta topología se utiliza con la mayoría de las redes con cable coaxial del tipo Ethernet.



Figura 2.2 Topología tipo Bus

Tabla 2.1 TOPOLOGÍA DE REDES LOCALES	
TIPO DE RED	TOPOLOGÍA
Ethernet Coaxial	Bus
Ethernet UTP	Bus
Token Ring	Anillo
FDDI	Anillo

TOPOLOGÍA TIPO ANILLO

En esta topología, el transmisor de una estación, se conecta al receptor de la estación siguiente, continuando este proceso hasta que todas las estaciones sean conectadas.

El problema con este tipo de topologías es que cuando alguna estación se apaga o se desconecta, el anillo queda abierto. Para poder implementar una topología tipo anillo, se deben de emplear mecanismos de recuperación complejos y regiones alternativas de transmisión.

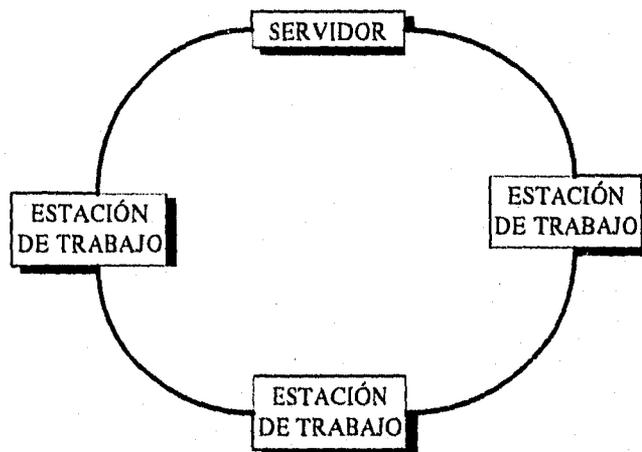


Figura 2.3 Topología tipo anillo.

La siguiente sección, describe un criterio útil en la comparación relativa de varios tipos de medios de transmisión.

1) **CAPACIDAD.** Describe el ancho de banda disponible y la facilidad de establecer canales lógicos independientes para cada tipo de servicio de red. El ancho de banda es una medida conveniente para la velocidad de señal. Similarmente, el rango en el cual un sistema puede cambiar energía acumulada, se refleja por su respuesta de frecuencia medida en términos de ancho de banda.

Varios medios de transmisión, son capaces de manejar diferentes velocidades de dato. Pero transmitir grandes cantidades de información, en pequeños espacios de tiempo, requiere señales de banda ancha para representar la información, y sistemas de banda ancha para acomodar las señales; por lo que se dice que el ancho de banda es una limitación fundamental. Generalmente a mayor ancho de banda en la red, mayor la tecnología en la transmisión, más costoso el medio de transmisión, y mayores restricciones en que la red puede ser configurada.

2) **REGIÓN GEOGRÁFICA.** Se refiere a la distancia máxima existente entre los puntos de la red. La potencia se atenúa, debido a los efectos radioactivos o disipativos mientras se aleja de la fuente. Con mayor potencia, se puede transmitir información a mayores distancias. La región geográfica es entonces afectada por la potencia de transmisión y por el total de atenuación del medio de comunicación.

3) **EXTENDIBILIDAD.** Mide la capacidad de la red para expandirse geográficamente con un mínimo impacto sobre una configuración existente.

4) **CONECTIVIDAD.** Es la capacidad que tienen los dispositivos de la red, para acceder otros dispositivos de manera sencilla.

5) **CONFIGURACIÓN.** Incluye la habilidad del medio para asegurar el servicio de comunicación de cada punto de acceso del usuario. Esta consideración, envuelve la relación en la red entre el medio y la topología.

6) **MANTENIMIENTO.** La capacidad de mantener un sistema es de extrema importancia. Un punto crucial es la capacidad de soportar un mantenimiento en campo, a través de programas de mantenimiento y manuales.

La mantenibilidad del medio debe de ser considerada en el diseño. Mientras se desee un mayor nivel de sofisticación, debe de considerarse que este incremento, resulta también en problemas de mantenimiento y costo.

7) **CONFIABILIDAD.** Se relaciona a, qué tan bueno es el desempeño del sistema. Si el medio de transmisión es objeto de frecuentes rompimientos, tiene un bajo nivel de confiabilidad.

Otros factores relacionados con la confiabilidad incluyen:

- El tiempo promedio entre fallas.
- El tiempo promedio que el sistema se encuentra fuera de funcionamiento.
- El origen de los problemas experimentados.

8) **RUIDO.** Es una contaminación en la red, la cual altera la forma de la onda, causando una perturbación no deseada.

En una clasificación amplia, se incluyen tres efectos: Distorsión, interferencia y ruido puro. La distorsión es una alteración de la señal, causada por una respuesta imperfecta de la señal deseada hacia el sistema. Esta desaparece cuando el sistema es apagado. Interferencia es una contaminación por señales externas, usualmente hechas por el hombre, de una forma similar a la señal deseada. Ruido puro son señales eléctricas aleatorias, causadas por efectos naturales. Cuando estas variaciones aleatorias se suman a una señal de información, esta puede ser parcial o totalmente alterada. El ruido puro no se puede eliminar completamente, aún en teoría.

Diferentes medios de transmisión tienen diferentes cantidades de inmunidad al ruido, debido a su construcción y a su operación. También varían en costo, debido al equipo requerido para la transmisión de la información, transporte e instalación, mantenimiento y costo de ciclo de vida.

TIPOS DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN

CABLE DE PAR TRENZADO

Un par trenzado consiste en dos conductores de cobre sólidos trenzados uno sobre otro a intervalos regulares. El par de cables es trenzado para mejorar el balance eléctrico de los dos cables de forma que no sean susceptibles al ruido. En arreglos de varios pares, cada par tiene diferentes longitudes de trenzado para minimizar el "Cross Talk"

La transmisión sobre el cable de par trenzado puede ser analógica o digital, usando diferentes formas de señalización.

El par trenzado puede ser usado en enlaces punto-a-punto y en aplicaciones múltiples: La pérdida de energía es un parámetro importante a considerar cuando se refiere a región geográfica y seguridad de la red. Mientras la distancia de comunicación entre los dispositivos se incrementa, las pérdidas en la energía se incrementarán debido a los tiempos de propagación. Las aplicaciones punto-a-punto, son más comunes y se acoplan para la mayoría de las aplicaciones generales.

Existen dos formas en que la energía en la línea de transmisión, se pueda disipar antes de alcanzar su destino: radiación y calor. Las pérdidas de radiación se presentan porque la línea de transmisión puede actuar como una antena. El calor es proporcional a la corriente y a la impedancia, y se incrementa con la frecuencia.

Se puede encontrar una gran variedad de cables de par trenzado, con diferencias en propiedades y costo, en general se presenta una buena inmunidad al ruido. En sistemas de baja frecuencia, la inmunidad al ruido puede ser tan

grande como la del cable coaxial, pero a frecuencias arriba de los 100 KHz, el cable coaxial es típicamente superior.

Existen dos tipos de cables par trenzado, con o sin blindaje (UTP- Unshielded Twisted Pair y STP- Shielded Twisted Pair)

Frecuencia (MHz)	Atenuación (dB/1000FT)	Impedancia (Ohms±15%)
0.064	2.8	120
0.128	4.1	110
0.256	5.6	105
0.772	6.7	102
1.0	7.6	100
4.0	15.4	100
8.0	22.3	100
10.0	25.0	100
16.0	32.0	100

El cable de par trenzado se divide en categorías de la siguiente forma.

- Categoría 1 y 2.- Estos cables son usados generalmente para servicio de voz.
- Categoría 3.- Esta designación se aplica para cables con capacidad hasta 16 MHz y son usados generalmente para transmisión de voz y datos hasta velocidades de 10 Mbps.
- Categoría 4.- Estos cables son utilizados hasta 20 MHz y se utilizan para transmisión de voz y datos hasta 16 Mbps.
- Categoría 5.- Las características de estos cables se especifican hasta 16 MHz y se pretenden ser utilizados para velocidades de transmisión de hasta 100Mbps.

Tabla 2.3 ESPECIFICACIONES DE ATENUACION PARA CABLES UTP			
Atenuación máxima en dB para 305 Mts (1000 ft) a 20°C.			
Frecuencia MHz	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
0.064	2.8	2.3	2.2
0.256	4.0	3.4	3.2
512	5.6	4.6	4.5
0.772	6.8	5.7	5.5
1.0	7.8	6.5	6.3
4.0	17	13	13
8.0	26	19	18
10.0	30	22	20
16.0	40	27	25
20.0	-	31	28
25	-	-	32
31.25	-	-	36
62.5	-	-	52
100	-	-	67

PROS Y CONTRAS DE LOS CABLES UTP

VENTAJAS:

- Alternativas más económicas para todos los cables.
- Su diámetro pequeño permite varios cables en instalaciones tipo conduit.
- Desempeño y confiabilidad probados por varios años.
- Simple y económico de instalar.
- No es susceptible a niveles normales de interferencia electromagnética.

DESVENTAJAS:

- No puede ser utilizado en áreas con interferencia electromagnéticas extremas.
- Límites de distancia menores que otros tipos de cables para algunas aplicaciones.
- Menor velocidad de transmisión que otros tipos de cables.

PAR TRENZADO BLINDADO (SHIELDED TWISTED PAIR)

Este tipo de cable consiste en uno o varios pares trenzados con cada par cubierto por un blindaje. El blindaje es generalmente de una lámina de aluminio. Se coloca un pequeño cable de drenaje (26-30 AWG) dentro de la lámina de blindaje durante la fabricación para permitir un punto de contacto confiable para la tierra eléctrica del blindaje.

Las características de transmisión dominantes son:

- Resistencia en DC.
- Resistencia no balanceada en DC.
- Capacitancia mutua.
- Capacitancia no balanceada a tierra
- Atenuación.
- Características de impedancia.

PROS Y CONTRAS DEL PAR TRENZADO BLINDADO.

VENTAJAS:

- Puede ser usados en áreas donde exista interferencia electromagnética extrema.

DESVENTAJAS:

- Mayor costo que el cable UTP o el cable coaxial.
- Diámetro mayor lo cual reduce el número de cables en instalaciones tipo conduit.
- Mayor tiempo y costo de instalación.

CABLE COAXIAL

En concepto, el cable coaxial es muy similar al par trenzado, pero con modificaciones en la construcción para proveer diferentes características de operación. El cable coaxial es el medio más comúnmente usado como medio de transmisión.

El cable coaxial comúnmente usado para redes locales, generalmente se clasifica de dos formas de acuerdo a la técnica de modulación empleada. Banda base y banda ancha.

El cable coaxial típico usado en redes locales es de 3/8 y 1/2 de pulgada, la diferencia substancial entre los dos es la forma de uso. El cable coaxial de banda base, se usa primordialmente para transmitir señales a velocidades muy altas, del orden de 12 Mb/s. En las redes de banda ancha, la capacidad es usada para crear un gran número de frecuencias de subcanales.

La gran aceptación del uso del cable coaxial, se debe a su costo moderado y gran disponibilidad, en suma a la facilidad de instalación. El cable coaxial ha tenido gran aceptación en cuanto a redes locales, debido a su gran capacidad, bajo rango de error y flexibilidad de configuración.

El cable tipo banda base comúnmente trabaja con una impedancia de 50 ohms, mientras que el cable tipo banda ancha, trabaja con una impedancia de 75 ohm.

La transmisión tipo banda base no implica una modulación de la señal digital transmitida; la transmisión se realiza usando una gran variedad de técnicas de codificación como la del tipo Manchester. La información se transmite en forma serial.

Las redes que utilizan el cable tipo banda ancha, generalmente emplean técnicas de modulación de fase y de frecuencia, transmitiendo señales analógicas por el cable.

El ancho de banda difiere significativamente, entre un modo de transmisión y el otro. Las redes en tipo banda base, se limitan a una señal simple a una velocidad de datos entre 3 y 10 Mb/s. El cable coaxial tipo banda ancha, tiene una capacidad de transmisión que permite una velocidad de aproximadamente 150 M b/s en transmisión bidireccional.

El cable coaxial puede ser aplicable en transmisión punto-a-punto y en topologías multipunto. Se pueden implementar topologías convencionales como son: bus, anillo y estrella.

El coaxial tipo banda ancha presenta una mayor inmunidad a interferencia que el cable tipo banda base. Dependiendo de retrasos tolerables, la distancia típica máxima en redes con cable tipo banda base, se limitan de 1 a 3 km; por otro lado, las redes utilizando cable tipo banda ancha, tienen una limitante hasta de 50 km.

La diferencia básica entre las dos distancias, radica en las consideraciones técnicas basadas en el mecanismo de transmisión de la información (digital o analógica), técnicas de modulación, frecuencias de transmisión y propiedades de atenuación de los dos tipos de cable. Los tipos de ruido electromagnético usualmente encontrados en industrias y áreas urbanas son de relativa baja frecuencia. Por lo tanto, la información transmitida en banda base en forma digital, puede ser altamente susceptible a este tipo de ruido. Información analógica modulada sobre una portadora es menos susceptible a los tipos de ruido frecuentemente encontrados.

El costo por metro del cable coaxial no es alto. Es menos económico que el par trenzado, pero es más barato que la fibra óptica. Debido a las diferentes propiedades y capacidades, el costo del cable tipo banda ancha, es aproximadamente 1 1/2 veces el del banda base.

PROS Y CONTRAS DE CABLE COAXIAL.

VENTAJAS:

- Ancho de banda relativamente alto.
- Atenuación relativamente alta en bajas frecuencias.
- Desempeño y confiabilidad probado por varios años.
- Cross talk relativamente pequeño entre cables.
- Resistencia para interferencia electromagnética.

DESVENTAJAS:

- Se requiere un tipo de cable diferente para cada aplicación.
- Diámetro mayor que otros tipos de cables alternativos.
- Menos económico que otros cables.
- Dificultad de mantenimiento para topologías tipo Bus o Árbol.

FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es más comúnmente usada como medio de alto desempeño en conexiones punto-a-punto unidireccionales. Conexiones bidireccionales o multipunto, son muy raras, debido a que la tecnología de la fibra se encuentra en desarrollo.

El uso de acopladores se emplea para combinar energía de una guía de onda hacia otras dos o más. Comunicaciones bidireccionales, como es el caso de la topología tipo bus, requieren el uso de dos fibras; por otro lado, arquitecturas tipo anillo, únicamente necesitan una sola fibra.

La composición de la fibra determina la atenuación en la transmisión, la cual es causada por impurezas presentes o absorción del material presentado en el núcleo.

Prácticamente se pueden lograr velocidades de datos entre 1 y 50 Mb/s. Utilizando equipo sofisticado de transmisión y recepción, es posible operar a velocidades de hasta 140 Mb/s sobre una distancia de 6-8 km. sin necesidad de repetidores. La pérdida en los cables es independiente de la frecuencia de transmisión.

Basándose en los costos, la fibra óptica se presenta más comúnmente para aplicaciones tipo banda base, alta velocidad, alta capacidad en enlaces punto-a-punto.

Las implementaciones de fibra óptica son más caras que las del par trenzado y el cable coaxial, en términos de costo por metro y en equipo requerido como son los transmisores, receptores y conectores. Sin embargo, los costos han ido bajando mientras que la ingeniería y las técnicas de manufactura han ido mejorando. Consecuentemente, la fibra óptica se convierte en una alternativa para las topologías de redes locales.

La configuración física que mejor acomoda a la fibra óptica es la de estrella. Esto es, debido a que es la que cuenta con un menor costo de mantenimiento y menor problema de rompimiento de la red.

El costo total de un sistema de fibra óptica depende altamente del costo de instalación y del número de repetidores requeridos.

a) Ventajas.

Existe una gran variedad de ventajas y desventajas en relación a los requerimientos de transmisión de redes locales. La siguiente lista comienza con las ventajas mas aparentes.

1. Gran ancho de banda de la señal.

La fibra óptica ofrece un muy alto potencial para el rango de velocidades o su equivalente en ancho de banda, ofreciendo:

- Flexibilidad en la capacidad del sistema sin necesidad de agregar nuevos cables.

2. Completo aislamiento eléctrico.

- Aislamiento completo hacia interferencia electromagnética y de radiofrecuencia,

- Inmunidad hacia problemas de CROSS TALK. Sin problemas de corto-circuito entre conductores ó peligro de incendio.

3. Seguridad inherente.

- La fibra óptica no emite señal, por lo tanto está asegurada contra cualquier tipo de violación o monitoreo.

4. Confiabilidad.

- Cable de relativo tamaño pequeño, ligero y de gran flexibilidad.

- Inmune a severos cambios de temperatura, lluvia o tormentas de nieve.
- El rango de error es muy bajo (1 bit de error por 10^9 bits).

5. Reglamentos.

- Menores reglamentos gubernamentales debido a la eliminación de derecho de frecuencias comerciales

6. Baja pérdida de transmisión.

- 4.4 dB/km. y menos de 1 dB/km. entre repetidores separados 4 km. de distancia
- Las pérdidas lineales son independientes de la frecuencia.

b) Desventajas

Existen algunas limitantes que normalmente impiden el uso inmediato de la fibra óptica:

1. Integridad mecánica;
2. Tiempo de respuesta de los dispositivos ópticos;
3. Reciclamiento y reparación del cable;
4. Absorción de humedad;
5. Transmisión unidireccional;
6. Costo;
7. Carencia de componentes.

La selección para las terminaciones de fibra óptica son limitadas. Existe una carencia de instaladores apropiados y personal de mantenimiento familiarizados con este medio. La fibra óptica debe de ser cuidadosamente instalada y no debe de doblarse hasta ciertos ángulos.

REDES DE AREA LOCAL

ETHERNET

En términos generales, el sistema Ethernet, es un sistema de comunicación multiacceso para datos digitales, entre sistemas locales distribuidos. El canal de comunicación compartido, es un medio de comunicación pasivo sin control central; se usa un paquete de reconocimiento de dirección en cada estación para tener acceso al canal y poder transmitir coordinadamente en un ambiente disturbio.

La estrategia Ethernet, puede ser usada en muchos medios de comunicación diferentes, pero, se ha enfocado en el uso de cable coaxial como el medio de comunicación compartido.

Descripción general de los sistemas Ethernet.

Teoría de operación.

El sistema Ethernet utiliza un canal de comunicación compartido, manejado por un control distribuido conocido como Acceso múltiple con sensor de portadora con detección de colisión, o CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Cuando una estación desea transmitir usando el canal de comunicación común, espera a que el Ethernet le de acceso, una vez que el canal adquiere el acceso, la estación podrá transmitir el paquete.

Para hacer uso del canal, una estación verifica si la red esta ocupada (esto es el uso de sensor de portadora) y detiene la transmisión del paquete hasta que el Ethernet se encuentra en calma (ninguna otra transmisión ocurre), cuando se detecta la calma, dicha estación inmediatamente comienza a transmitir. Durante la transmisión, la estación transmisora escucha si hay colisiones (otras estaciones intentan hacer uso del canal simultáneamente). Si una estación detecta colisión, la transmisión del resto del paquete es inmediatamente abortada. Para asegurar que todas las estaciones han detectado la colisión, cualquier estación que halla detectado una colisión, invoca un procedimiento de colisión, el cual obstruye el canal. Cada transmisor envuelto en una colisión, programa a su paquete para retransmisiones posteriores.

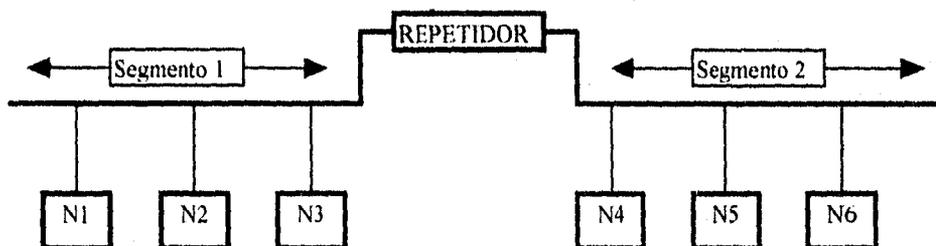


Figura 2.3 Transmisión en Ethernet

Componentes Básicos

Estación. Una estación hace uso del sistema de comunicación y es el dispositivo básico direccionable conectado al Ethernet.

Controlador. Para una estación un controlador es un grupo de funciones y algoritmos necesarios para manejar el acceso al canal. Esto incluye señalizaciones, codificación y decodificaciones, conversión serial-paralelo, reconocimiento de dirección, conversión paralelo-serial, detección de error, un arreglo básico de CSMA/CD, y paquetización.

Sistema de transmisión. El sistema de transmisión incluye todos los componentes usados para establecer una región de comunicación a lo largo de los controladores. Estos son un medio de transmisión y dispositivos apropiados para la transmisión y recepción, opcionalmente repetidores para extender el rango del medio.

Cable. El sistema Ethernet, usa un cable de 50 ohms, conductor de centro sólido, doble blindaje, y cable de espuma dieléctrica para reducir la magnitud de reflexiones debidas a capacitancias y así proveer mejor inmunidad contra ruido electromagnético.

Terminales y Conectores. Se coloca una pequeña terminal al final de cada cable para igualación de impedancias.

Longitud de segmentos. En el sistema Ethernet, dependiendo del medio de transmisión, puede llegar a tener una longitud de segmento máxima de 2000m.

Transductores. El transductor acopla la estación al cable y es la parte más importante en el sistema de transmisión.

La interfaz controlador-sistema de transmisión es muy simple. Esta realiza cuatro funciones:

- (1) transfiere el dato a transmitir desde el controlador al sistema de transmisión,
- (2) transfiere el dato recibido desde el sistema de transmisión al controlador,
- (3) indica al controlador que está ocurriendo una colisión,
- (4) provee potencia al sistema de transmisión.

CONECTORES Y TERMINALES

Los cables coaxiales deben de ser terminados con conectores machos de serie N, y las secciones de cables deben de ser juntadas con adaptadores hembra-hembra. El caparazón del conector deberá de ser aislado para que el blindaje del coaxial esté protegido de cualquier contacto con tierras de estructuras. Los segmentos de cables deberán de ser terminados con conectores hembras de serie N

MEDIOS DE COMUNICACION

La tabla 2.4 hace una comparación general de los diferentes medios como son: par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. Dependiendo de como se construye un segmento se determinarán las características máximas de la red.

CONEXION Y CONFIGURACION

El estándar IEEE 802.3 establece una guía técnica para limitar el tamaño de cada grupo de trabajo Ethernet, para asegurar la operación óptima con un protocolo CSMA/CD en la red. Cada uno de los siguientes límites deben de cumplirse al mismo tiempo:

1.- Número de DTE (no mayor de 1024)

Las especificaciones generales de Ethernet no permiten mas de 1024 estaciones en una red, sin incluir repetidores.

2.- Retorno por colisión en Viaje redondo (No mayor de 575 tiempos de bit)

Un paquete requiere determinado tiempo para cruzar la red, dependiendo de las propiedades físicas del medio de enlace de esta (longitud y velocidad).

Si un paquete tarda demasiado, es posible terminar la transmisión antes de recibir la noticia que el paquete ha entrado en colisión. Este valor de retraso no debe exceder de 575 tiempos de bit.

TAMAÑO MAXIMO DE LA RED

Para poder cumplir con los estándares de la IEEE en una red Ethernet, se debe cumplir con lo siguiente:

- Ningún segmento de la red debe de tener mas de 5 repetidores.
- No debe de haber mas de 1024 estaciones conectadas (sin contar repetidores).
- Los enlaces no deben ser mayores de acuerdo a la siguiente tabla, dictada por la IEEE.

TIPO DE SEGMENTO	LONGITUD MAXIMA DEL SEGMENTO	NÚMERO MÁXIMO DE ESTACIONES	CABLE	COMENTARIOS
10BASE2	185m sin repetidores	30	Coaxial RG 58 con conectores BNC-T	No se puede tener mas de 60 conexiones por segmento. No exceder el limite de la distancia sin repetidores.
10BASE5	500m sin repetidores	1024	10BASE5 con N conectores	No exceder un máximo de 100 conectores por segmento. No exceder el limite de la distancia sin repetidores
10BASE-T	100m en par trenzado sin repetidores	1024	Par trenzado de grado datos	Ser conservador en las especificaciones de las distancias. No combinar voz y datos dentro del mismo cable.
FOIRL	1000 m	1024	Fibra Optica	
10BASE-FB	2000 m	1024	Fibra Optica	
10BASE-FL	2000 m	1024	Fibra Optica	

Tabla Número 2.4 Especificaciones de los medios de transmisión de Ethernet.

TOKEN RING

La red de comunicaciones tipo Token Ring, utiliza una topología de anillo, cuyas dimensiones físicas son limitadas por el total de atenuación causada en los cables, conectores y unidades de acceso al medio (MAU's). La función de los MAU's es aislar los dispositivos adheridos de la región central del anillo, de tal forma que el problema que ocurra del lado de los dispositivos del MAU no afecten a la operación del anillo interno. En el caso que la atenuación sea demasiado grande, se utilizan repetidores de señal para reformar y retransmitir la señal.

Una estación Token Ring consiste en una tarjeta de interfaz a la red (NIC - Network Interface Card), instalada en una computadora y conectada a una computadora tipo mainframe.

En esta topología la señal únicamente viaja en una sola dirección. Cada estación del anillo recibe el dato de su vecino anterior, copia el dato y lo retransmite hacia su vecino siguiente.

El estándar para redes locales tipo Token Ring de IBM, opera a 4 o 16 Mbps para cables de par trenzado con o sin blindaje.

Receptores y Retransmisores

Cada estación activa participa en el proceso de recibir y regenerar la señal de retransmisión en el anillo, no importando si la estación esta usando la información que es retransmitida.

Mientras que la señal es regenerada en cada estación activa, los requerimientos de transmisión del anillo son que: la señal siempre debe de ser capaz de alcanzar la próxima estación activa sin atenuación excesiva. Los diseños de transmisión, por lo tanto, deben de asegurar que la distancia entre las estaciones transmisoras y receptoras siempre estén dentro de los límites permisibles, no importando cuales estaciones son activas y cuales no.

Topología y Componentes de la Red

Concentradores de cableado

Los concentradores de cableado, los cuales contienen series de relevadores electrónicos, son los elementos centrales de estructuras de anillo. Los lóbulos de cable, consisten de dos pares de conductores para regiones separadas de envío y recepción. Los lóbulos son físicamente conectados a los concentradores para formar enlaces seriales con los concentradores de cableado y así ser interconectados de una forma serial para completar el anillo.

Puente

Se pueden requerir anillos múltiples en una red local cuando los requerimientos de transferencia excedan la capacidad de anillos simples. De esta forma, las redes tendrán típicamente varios anillos de 100 a 200 nodos por anillo. Dos anillos pueden ser enlazados juntos por un dispositivo de switcheo de alta velocidad conocido como puente.

Compuerta

Una compuerta provee una interfaz entre una red local y una red de área amplia para establecer comunicaciones a larga distancia entre nodos dentro de redes de un tipo y nodos que están dentro de otro tipo de redes diferentes.

Protocolo de control de acceso de token

El mecanismo de control de acceso al token para el flujo de regulación de datos en una topología de anillo es basado en el principio de que el permiso de uso del enlace de comunicación en la forma de token libre, es pasado secuencialmente de un nodo a otro a lo largo de todo el anillo. Con el esquema de control de acceso de token, un token libre simple circula por el anillo, dando a cada nodo en turno una oportunidad para transmitir el dato cuando recibe el token. Cada nodo introduce dentro del anillo aproximadamente un retraso de 1 bit, el cual es el tiempo para examinar, copiar, o cambiar un bit si es necesario.

Direccionamiento

Existen tres tipos de dirección los cuales se pueden utilizar para identificar un nodo en particular.

Ciertas direcciones pueden ser definidas para ser "a todas las estaciones" o "todos los anillos", las cuales pueden ser usadas cuando un marco se tiene que enviar a todos los nodos dentro de la red o a un anillo en particular. De igual forma el transmisor debe determinar la única porción la cual debe de ser llevada para el receptor antes de que sea enviado el primer mensaje.

INSTALACION

La planeación de las redes de Token Ring, requieren mayor cuidado en el cálculo del cableado que para las redes Ethernet.

Cuando se combina en una red 2 anillos, hay que asegurarse que cada uno tiene un modulo controlador separado. Los dos anillos pueden correr a diferentes velocidades, pero pueden comunicarse a través de un puente.

Se deben de mantener los anillos dentro de los límites razonables, en cuanto a número de estaciones activas.

La configuración de los dispositivos dentro del mismo anillo, debe de ser a la misma velocidad. de otra forma causará mal funcionamientos.

La siguiente tabla. muestra las distancias máximas para las diferentes velocidades.

VELOCIDAD	DISTANCIA	No. MAX. de ESTACIONES
4 Mb/s	600 m.	132 Host activos 250 Host pasivos
16 Mb/s	300 m.	132 Host activos 250 Host pasivos

Tabla 2.5 Distancia máxima en redes tipo Token Ring

FDDI

La interfaz de dato distribuido en fibra (*Fiber Distributed Data Interfaz FDDI*) es una interfaz estándar la cual ha sido diseñada para proveer soluciones en redes locales de alto desempeño para aquellas aplicaciones que lo requieran, con el uso de la Fibra Óptica como medio de transmisión.

Las metas de desempeño del enlace de datos en FDDI, son transmisiones de 100Mb/s sin rango de errores ó menores que 1 en 2.5×10^{10} bits transmitidos. Esta velocidad permite que estaciones con protocolo de alto nivel puedan ser operadas.

Los estándares para FDDI fueron calculados para acoplar anillos de hasta 1,000 conexiones físicas y una longitud de fibra total de hasta 200 kilómetros. Debido a que cada estación tiene dos conexiones físicas, el estándar asume un máximo de 500 estaciones en un anillo tipo FDDI.

El uso de la fibra óptica se utiliza como medio de transmisión gracias a sus principales características, las cuales son:

- Ancho de banda.
- Atenuación.
- Susceptibilidad al ruido.
- Seguridad.

FDDI utiliza un cable de fibra dúplex para proveer de esta forma un mayor nivel de tolerancia de falla.

En el pasado el costo de diodos Laser o foto diodos avalancha para la interfaz de fibra eran altos. Ahora, los avances tecnológicos han logrado construir led's y diodos de bajo costo. los cuales pueden operar a velocidades de 100Mb/s requeridos por FDDI.

Topología y Protocolo de FDDI

FDDI trabaja con una topología conocida como de doble anillo, con la cual provee una flexibilidad considerable en la configuración de un protocolo ajustable para varias aplicaciones.

Limites en la Configuración. Las especificaciones de FDDI no tienen límites inferiores ni superiores para el número de nodos y la distancia entre ellos.

Acceso de doble anillo. El anillo de FDDI es una combinación de dos anillos independientes, cada uno corriendo a una velocidad de 100 Mb/s. También es posible tener configuraciones en donde un anillo conecte todos los nodos y un

segundo anillo conecte solo algunos nodos seleccionados. La ventaja de tener dos anillos es que si un anillo falla, la red puede reconfigurarse usando el otro anillo y continuar operando.

Estaciones de clase A y clase B. Los nodos conectados a los anillos FDDI son divididos en dos categorías: Clase A y clase B. Las estaciones de clase A son conectadas a dos anillos simultáneamente y las estaciones de clase B únicamente son conectadas a uno de ellos.

Las dos clases ayudan a amplificar la complejidad de los sistemas para alcanzar los objetivos de costo. La desventaja de las estaciones de clase B es que quedan aisladas si su enlace falla. Por otro lado, las estaciones de clase A requieren circuitería adicional para ser conectadas a ambos anillos y ser protegidas contra fallas.

Concentrador de Cables. Un concentrador de cables, como su nombre lo indica, es un nodo central a través del cual varias estaciones pueden ser conectadas.

Tolerancia a Falla en FDDI. Varios niveles de tolerancia de fallas son posibles en FDDI. Algunos tipos de fallas de cable pueden causar la reconfiguración en el anillo. La pérdida de potencia en ciertos nodos, puede cambiar de lugar un relevador óptico.

Configuración de Anillo. La mayoría de las fallas en una red son causadas por fallas en los componentes o cables rotos. Aún en conexiones las cuales no están rotas existen degradaciones las cuales son mostradas como incrementos en el rango de error de bit. La estación sensa el daño y usa una región apropiada en el anillo secundario para mantener la red trabajando. En FDDI esta reconfiguración se hace automáticamente.

Anillo De Token-Passing

FDDI utiliza un anillo de Token-passing, el cual consiste en estaciones conectadas serialmente por el medio de transmisión para formar un lazo cerrado. Los paquetes son transmitidos secuencialmente de una estación a la siguiente, en donde son restablecidos en tiempo y regenerados antes de ser pasados a las siguientes estaciones. Las estaciones ociosas también pueden entrar en bypass o funcionar como repetidores activos. La estación direccionada copia el paquete mientras es bypassada. Finalmente, la estación transmisora desmonta el paquete del anillo.

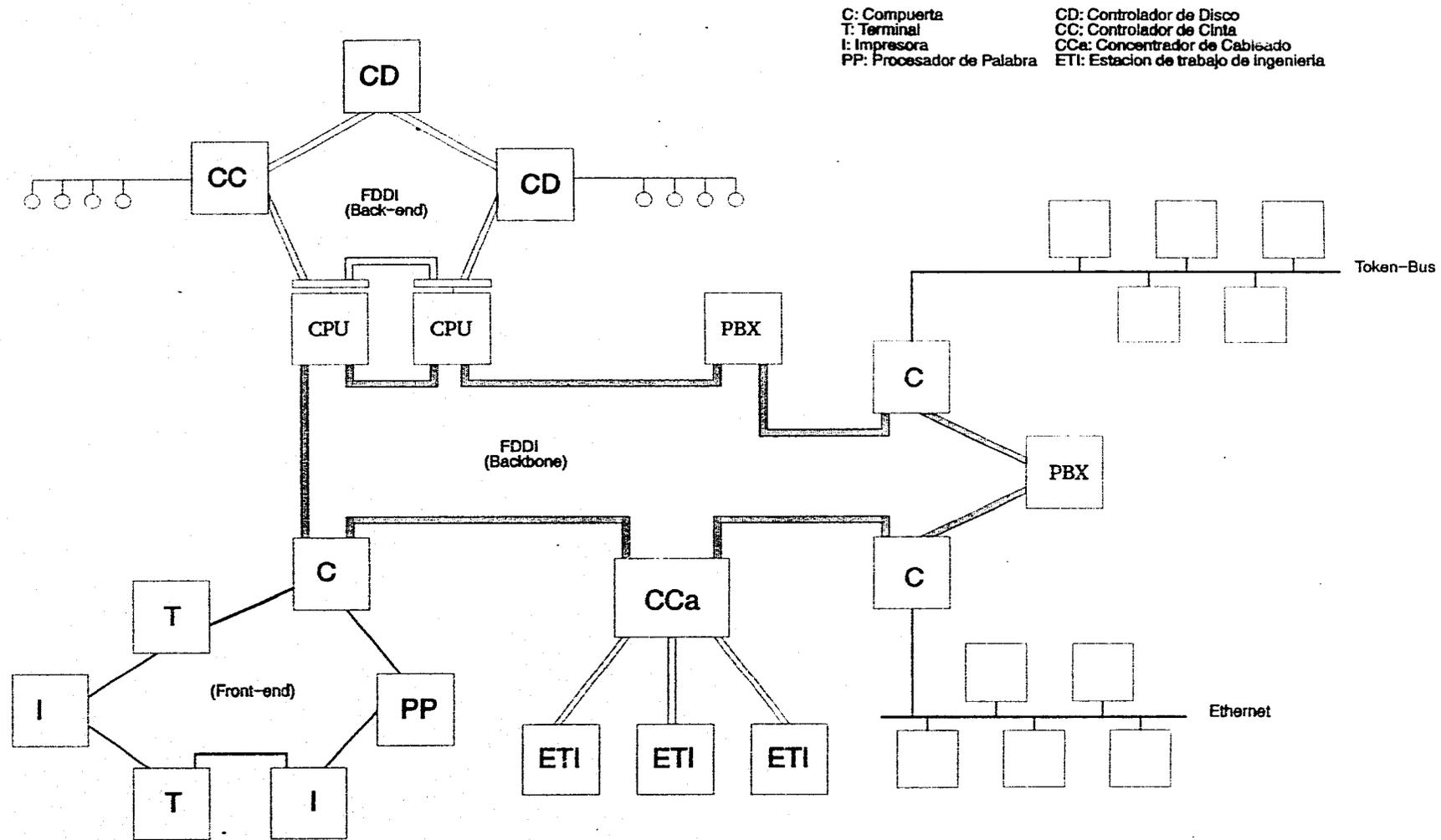


Figura 2.4.1 Red local FDDI

CAPITULO 3
SISTEMA DE COMUNICACIONES DEL "SADE"

Descripción del Sistema de Comunicaciones para el Sistema Acelerométrico de Estructuras

El Sistema de Comunicaciones para el Sistema Acelerométrico de Estructuras (SICSADE), es una red local privada diseñada para satisfacer las necesidades de comunicación entre los dispositivos activos del sistema de instrumentación de estructuras.

Teniendo en cuenta al Sistema Acelerométrico de Estructuras, como un sistema de proceso distribuido, en donde cada estación sensora realiza en forma independiente una conversión analógico-digital, para ser enviados posteriormente a través del medio de transmisión, el enlace de datos debe de cumplir con las siguientes características:

I - Se debe de contar con un enlace de datos de gran confiabilidad contra problemas de ruido.

II - La distancia entre nodos debe ser de al menos 200 metros, sin repetidor.

III - El ancho de banda del sistema de comunicaciones, debe de permitir una transmisión en tiempo real. Por lo que definiremos un ancho de banda mínimo de la siguiente forma:

Teniendo un sistema típico formado por 10 estaciones sensoras, las cuales toman muestras de la aceleración en cada eje espacial a una velocidad de 50 mps y suponiendo que cada muestreo de los tres canales se guarda en seis bytes, el sistema generará 3000 bytes por segundo, mismos que debe de transmitir a la central de registro cada segundo. Por lo tanto, la velocidad de transmisión es aproximadamente de 30,000 bits por segundo. De acuerdo que con la fórmula de Shannon de capacidad de canal ($C=W\log_2[1+P/N]$), el ancho de banda del canal de transmisión debe ser de al menos 12 KHz. Tomando un factor de seguridad de dos, el ancho de banda mínimo requerido es de 24 KHz.

Para ello se realizaron pruebas con distintos sistemas de comunicaciones con objeto de determinar el mas apropiado. Los enlaces probados, fueron: RS232C, I²C, RS485 y Fibra Óptica.

Como ya es sabido, tanto el RS232C y RS485, son desde hace ya varios años, sistemas de comunicación muy conocidos. En cambio el I²C es un bus de operación síncrona desarrollado recientemente para enlazar equipos dentro de un sistema de computo. Finalmente la Fibra Óptica es un medio de transmisión de datos el cual está revolucionando los sistemas de comunicaciones actuales.

El enlace a través del estándar RS232C fue rápidamente descartado por presentar características diferentes a las requeridas por el sistema. Operando de forma "single ended", es sumamente vulnerable a la interferencia electromagnética, además de recomendarse para distancias relativamente cortas (50 pies - 15.2 metros). Así mismo, su velocidad máxima de datos (data rate) es muy reducida para lograr la transmisión en tiempo real de la información acelerométrica.

El I²C, como ya se dijo, es un bus diseñado para comunicar dispositivos dentro de un equipo de computo, es decir, para operar a muy cortas distancias. Consientes de ello se trato de acoplar mediante circuitos lógicos para establecer enlaces de datos a distancias propias de una red local. Sin embargo, después de un largo periodo de pruebas se advirtió que la adaptación presentaba problemas lógicos que lo hacían prácticamente imposible.

Implementado el enlace a través del estándar RS-485, se obtuvieron resultados favorables al lograr la comunicación entre cuatro dispositivos conectados a la línea con una distancia de 350 metros. Este enlace, a diferencia del RS-232C, opera en modo diferencial, lo cual aumenta significativamente la inmunidad al ruido del enlace y permite trabajar a distancias y a velocidades de transmisión mucho mayores.

De acuerdo a la comparación hecha anteriormente, tanto en este como en el capítulo anterior, y contando con la muy favorable experiencia obtenida en el uso de Fibra Óptica en otros proyectos del CIREC, se deduce que la Fibra Óptica, gracias a su alta capacidad de inmunidad al ruido, es el medio de transmisión más

apropiado para permanecer dentro del ruidoso ambiente que puede existir dentro de un edificio; además de su muy baja pérdida en la transmisión y gran disponibilidad para comunicaciones tanto en alta como en baja distancia de separación geográfica.

Otras de las características que ayudaron a seleccionar el medio de fibra óptica son:

- Menor peso, menor diámetro; la fibra óptica es considerablemente menor que el cable coaxial o que el par trenzado blindado. Para establecer el cableado en edificios, las ventajas de tamaño son considerables.
- En cuanto al aislamiento electromagnético, los sistemas de fibra óptica, no son afectados por campos electromagnéticos externos, por lo tanto, el sistema no es vulnerable a interferencia o pulsos de ruido externo, por lo que es ideal en ambientes industriales. Por otro lado la fibra no radia energía que pueda causar interferencia con otros equipos y proveen un alto grado de seguridad.
- Cuenta también con un ancho de banda superior al requerido por el SADE

El receptor sensitivo a la luz usado con las transmisiones de fibra óptica, puede decodificar los pulsos de luz con mucho menor energía de la cual es requerida es los modems de las líneas telefónicas. Todos estos factores contribuyen a tener un ancho de banda mayor en la fibra óptica que en los cables normales de transmisión eléctrica.

Tabla 3.1 Características de los medios de transmisión

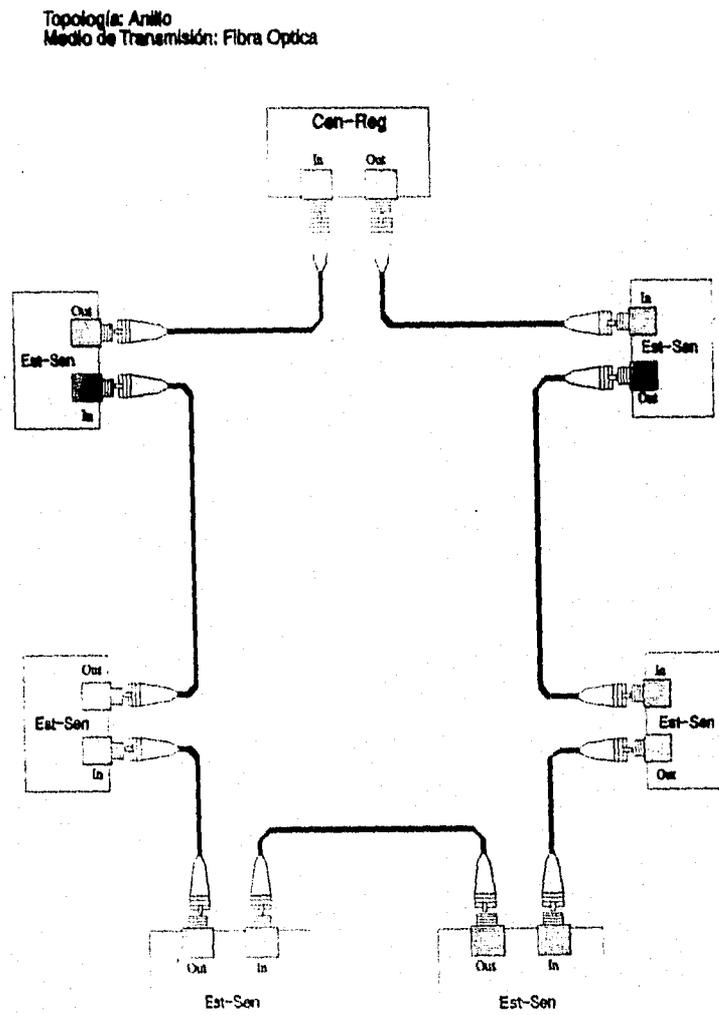
	PAR TRENZADO	CABLE COAXIAL	FIBRA ÓPTICA
Atenuación	40 a 60 dB/km	14.8 dB/km	3 a 4 dB/km
Ancho de Banda /km	max .16 MHz	max. 500 MHz	mas de 1400 MHz
Relación de bit erróneo	1 en 106	1 en 106	1en109
Facilidad de instalación	Fácil	Fácil	Difícil
Problemas de estática y tierra	Si	Si	No
Factor de costo medio por conexión	1	2	4
Costo medio por metro	0.2 dólares	2 dólares	9 dólares

De lo anterior, y debido a que es más sencillo trabajar un sistema de fibra óptica como medio unidireccional, la topología de anillo es la más apropiada para este sistema.

La topología de anillo consiste en un lazo cerrado, con cada nodo conectado a un elemento repetidor. El dato circula alrededor del anillo en series de enlaces punto-a-punto entre los repetidores. Una estación que desea transmitir espera hasta el siguiente turno y entonces envía el dato en forma de paquete, el cual contiene la dirección fuente y destino, así como el dato. Mientras el paquete circula, el nodo destino copia el dato dentro de un nodo local. El paquete continúa circulando hasta que regresa al nodo fuente, proveyéndole una forma de reconocimiento (acknowledge).

Por lo tanto, y siguiendo las características de una topología tipo anillo, el SICSADE se encuentra formado por un nodo principal o maestro, denominado CEN-REG, y varios nodos secundarios o esclavos llamados EST-SEN, los cuales se encuentran conectados secuencialmente dentro de la estructura

Figura 3.1 Método de conexión entre estaciones.



OPERACIÓN

Debido a su naturaleza de anillo, el sistema utiliza una política de Maestro-Esclavo, el cual es controlado por la estación central, permitiendo el acceso a la red únicamente cuando la CEN-REG lo requiera.

En general, el sistema trabaja en tres estados básicos de operación:

- Estado de espera: Mientras no ocurra un sismo o alguna perturbación anormal, el sistema permanecerá en este estado, monitoreando algunos puntos para detectar la presencia de un sismo (datos válidos), esperando alguna señal de disparo externo y actualizando una memoria de preevento. Mientras la estación central se encuentra monitoreando estos puntos, todas las estaciones sensoras se encuentran actualizando sus datos. Desde luego, la mayor parte del tiempo, el sistema se encontrará en este estado.

- Estado de registro: Se cambia a este estado, cuando se detecta la presencia de datos válidos, ya sea por el sistema mismo o mediante el Sistema de Alerta Sísmica (SAS). En este momento, se concentra la operación del sistema en la recolección y almacenamiento de las muestras tomadas por cada EST-SEN en la memoria de registro.

- Estado de atención al operador: Corresponde a la recuperación de datos al intercambiar el módulo de memoria o extraerlos por medio de un puerto paralelo, así como en la configuración de parámetros de operación del sistema. Es el único momento en que la comunicación en el anillo se interrumpe.

Los límites en cuanto al número de EST-SEN permitidas, están determinados por la capacidad de procesamiento de la CEN-REG, teniendo como mínimo 3 y 16 como máximo.

COMPONENTES BÁSICOS

El sistema de comunicaciones, para su operación, cuenta con tres componentes básicos, que son:

- Nodo ó Estación principal, llamado Central de Registro, CEN-REG;
- Nodos ó Estaciones secundarias, llamados Estaciones Sensoras, EST-SEN;
- Interfaz Nodo-Medio de transmisión.

CENTRAL DE REGISTRO

La central de registro, es el control maestro del sistema, que genera el token para hacer uso del canal. Tiene una unidad de procesamiento de señal construida con base en el microcontrolador 80C552 de Signetics, que cuenta con una memoria RAM externa no volátil de alta capacidad (2 MB). Esta memoria permite conservar la información en ausencia de alimentación externa. La recuperación de datos se puede realizar con cualquier computadora personal portátil que cuente con un puerto paralelo o retirando la tarjeta de memoria. fig. 3.2

Los datos se guardan en un buffer de memoria externa, el cual se actualiza cíclicamente. Estos datos se presentan en niveles TTL de voltaje.

Direccionamiento:

La CEN-REG direcciona a las EST-SEN una a la vez en forma secuencial, es decir, en primera instancia direccionará a la estación número 1, la cual responderá después de haber reconocido su dirección con el envío de la información contenida en el buffer en ese instante; a continuación la CEN-REG direcciona a la estación próxima siguiente y así sucesivamente. fig. 3.3

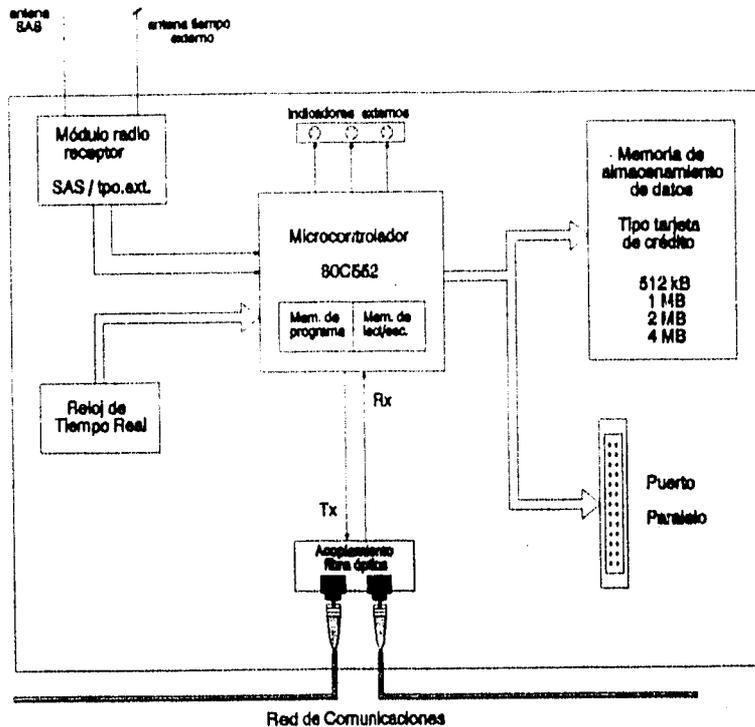


Figura 3.2 Diagrama de Bloques de una CEN-REG

Si alguna estación direccionada no responde, o tiene problemas con su envío de datos (errores en la transmisión), la CEN-REG vuelve a direccionarla, pero si el problema continúa, entonces será descartada para seguir con la siguiente estación.

Detección de Error:

El error por colisión en la línea es prácticamente imposible, ya que, con el modo de operación "Maestro-Eslavo", la CEN-REG utiliza direcciones únicas y ninguna EST-SEN es capaz de hacer uso del canal de comunicaciones a menos de que el maestro lo indique

Estaciones con fallas de otro tipo, como el hecho de que una estación pierda su enlace, ya sea por los dispositivos de transmisión o por fallas en la energía de las estaciones, serán dadas de baja hasta que el defecto sea reparado.

Topología: Anillo
Medio de Transmisión: Fibra Óptica

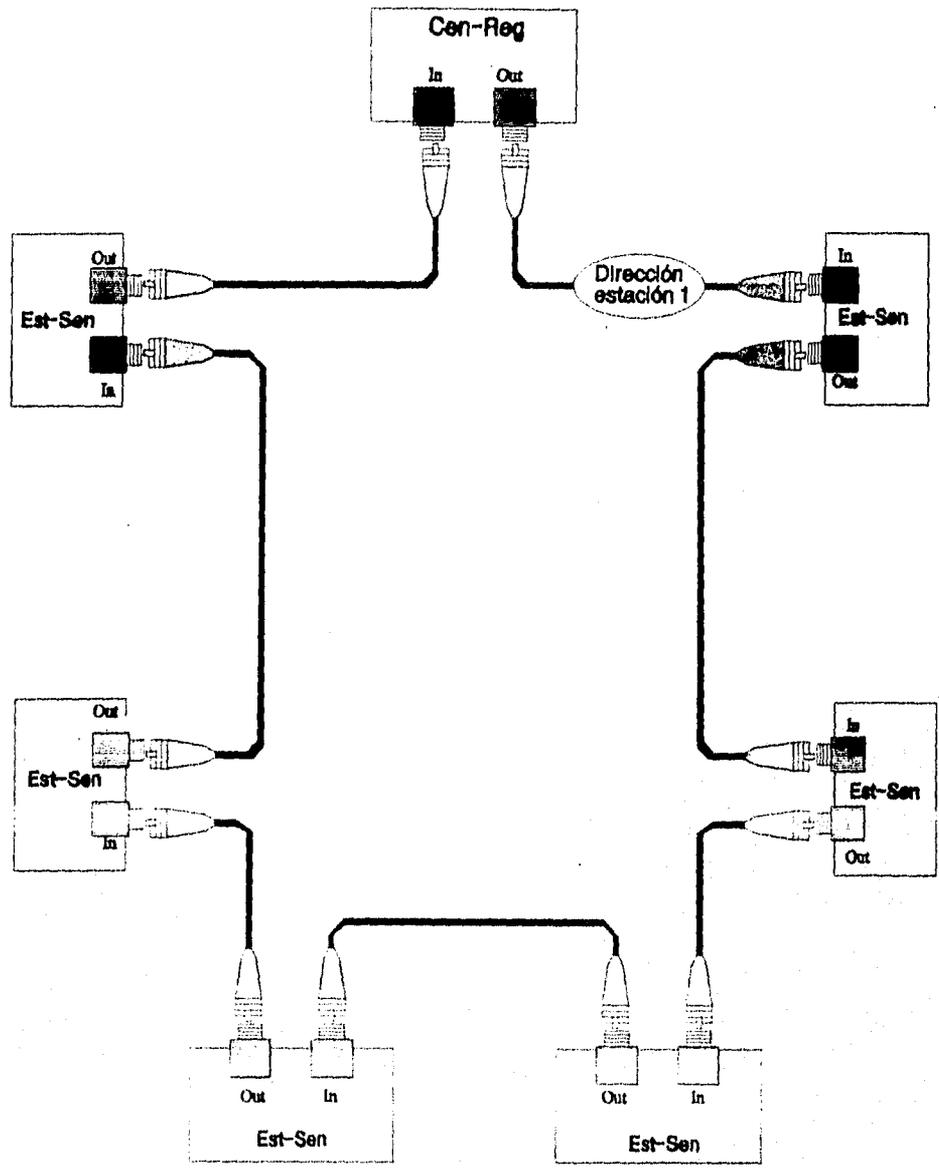


Figura 3.3 Direccionamiento de la EST-SEN. a)

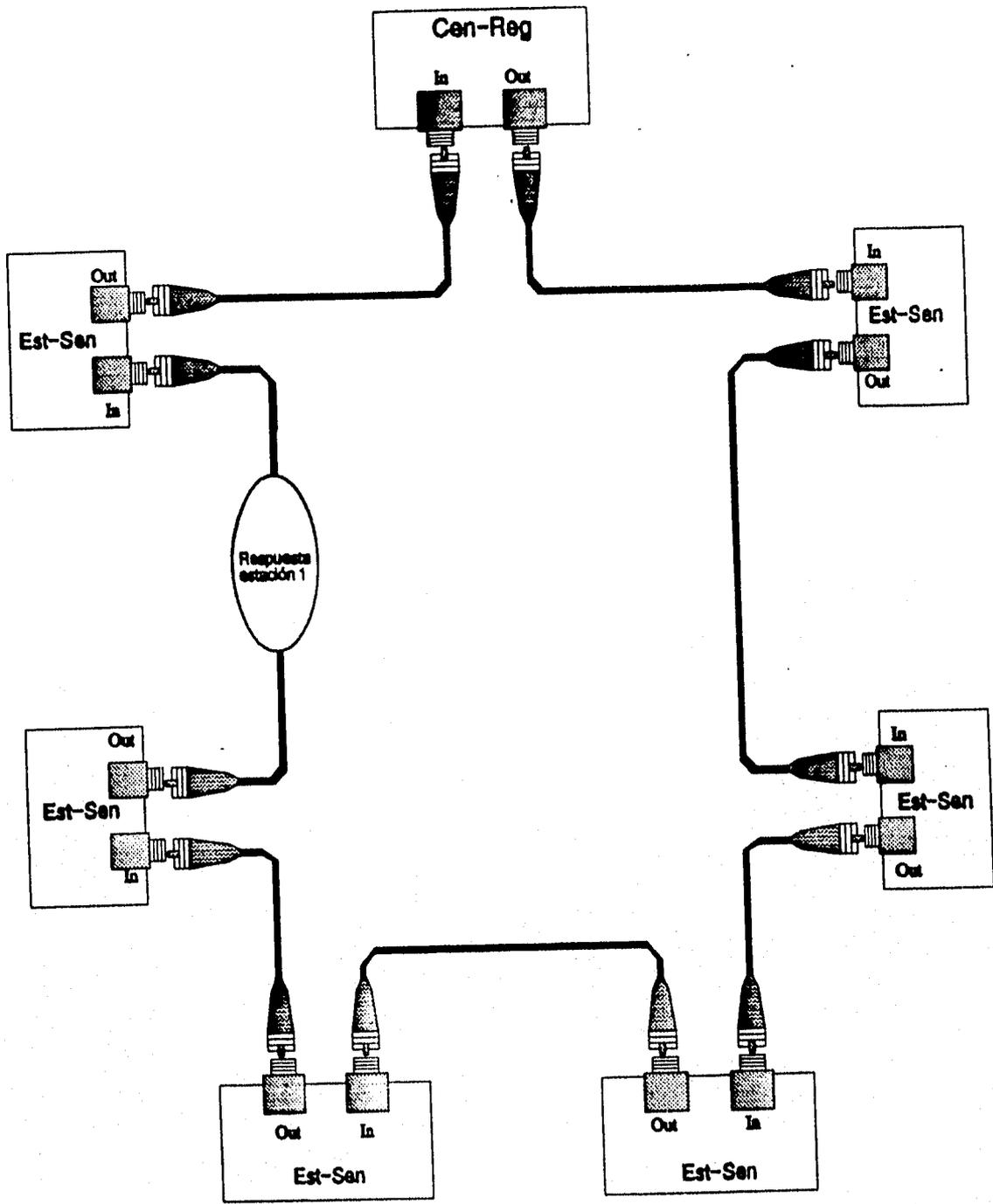


Figura 3.3 Direccionamiento de la EST-SEN. b)

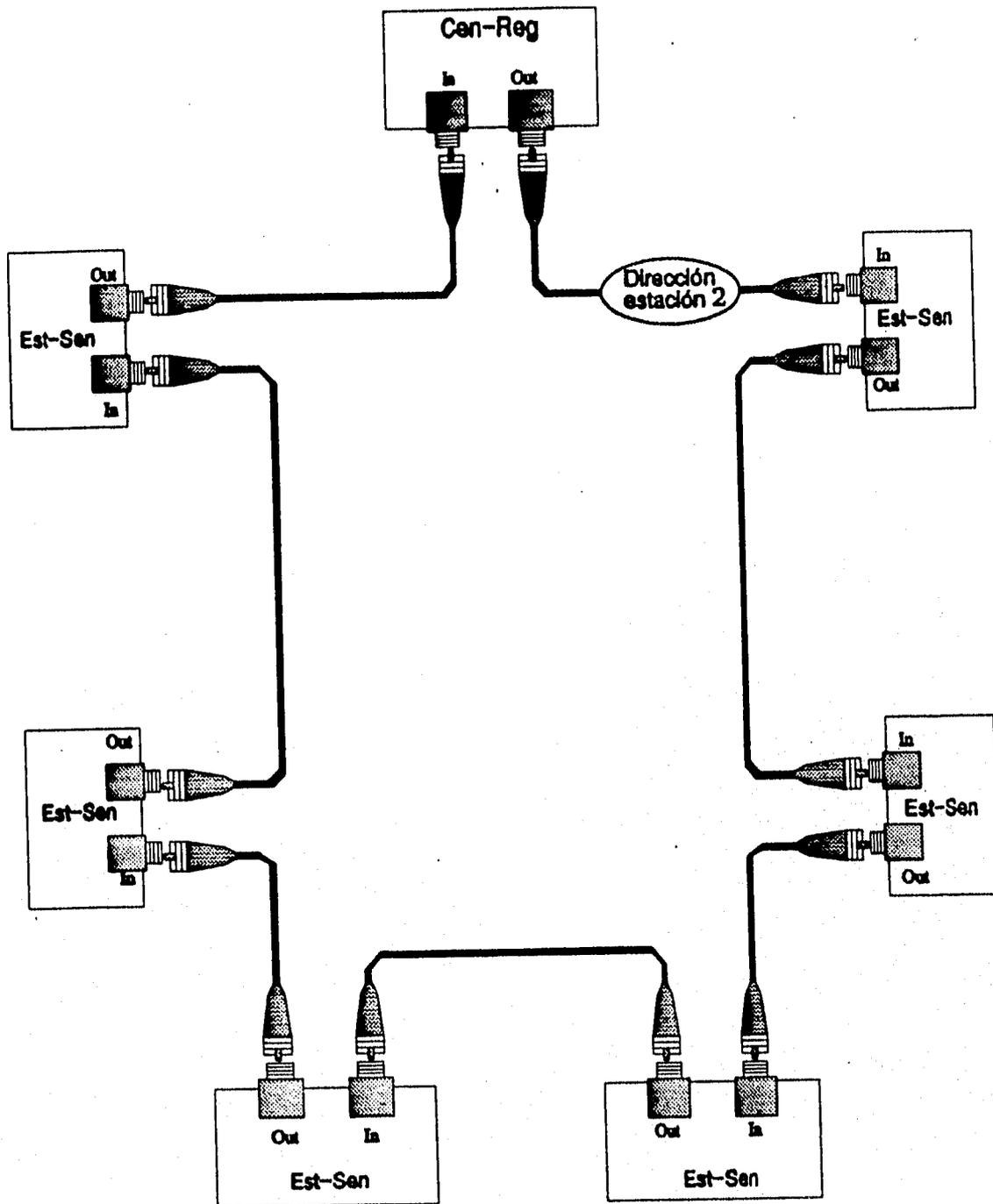


Figura 3.3 Direccionamiento de la EST-SEN. c)

Programación de la Central de Registro

El SADE está diseñado como un sistema de proceso distribuido para la adquisición de datos, en el que, el control global del sistema y de la transmisión de datos por la red, es controlado por la CenReg como estación maestra del sistema.

Las funciones que realiza el programa de operación de la CenReg son las siguientes:

- Recolección de las muestras tomadas por cada una de las estaciones sensoras conectadas a la red.

- Procesamiento de las muestras de aceleración para detección automática de sismos.

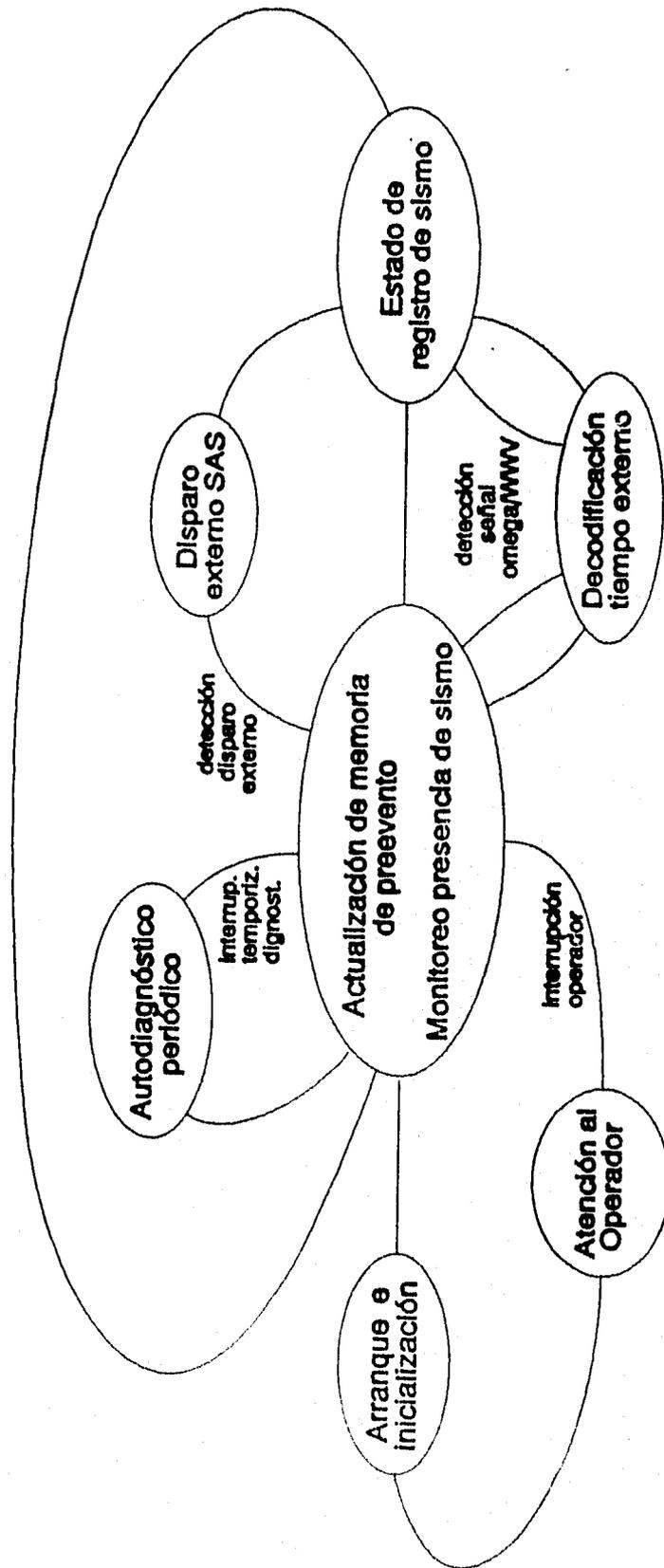
- Almacenamiento de las muestras en la memoria de registro en caso de que sea activado el estado de registro de sismo.

- Control de la red de comunicaciones del sistema, estableciendo el protocolo, el cual incluye la detección y corrección de errores en la transmisión.

- Ejecución de las rutinas de autodiagnóstico para la verificación interna de la operación de la CenReg.

- Comunicación con el operador a través del puerto paralelo.

Figura 3.4 Diagrama de estados del programa de la CEN-REG



ESTACION SENSORA

La EST-SEN como ya se mencionó, se basa, al igual que la CEN-REG, en el microcontrolador 80C552 para su comunicación.

Tanto el muestreo, la conversión A/D de la señal entregada por los sensores y el empaquetamiento de datos, son realizados en las Est-Sen por el microcontrolador 80C552 de Signetics, que posee internamente un convertidor analógico digital de ocho canales de entrada. En este caso, sólo son utilizados tres canales analógicos correspondientes a los tres ejes espaciales X, Y y Z.

En la etapa de conversión A/D, las señales de los tres sensores que entrega la interfaz analógica son convertidos a formato binario con una precisión de 10 bits, muestreados con una frecuencia seleccionable entre 20, 50, 100 ó 200 muestras por segundo. Con 10 bits, el convertidor permite una precisión de 0.1%, mayor a la que proporcionan los sensores (0.2 a 1% en el peor de los casos).

Cada conjunto de muestras (cinco bytes) se guarda en la memoria interna del 80C552 hasta que sea solicitada por la CenReg. Esta memoria tiene capacidad de almacenar hasta 25 conjuntos de muestras, de tal forma que si no son solicitadas antes de que se sature la memoria, las más antiguas se van eliminando.

En la figura 3.5 se muestra un diagrama a bloques de las EstSen con sus tres módulos básicos: sensor tridimensional, acoplamiento analógico y módulo digital.

Programación de la estaciones sensora

El programa que controla la operación de las estaciones sensoras se encarga de realizar las siguientes funciones:

- Muestreo y conversión A/D de los tres canales, a una frecuencia seleccionable por el operador desde la central de registro.

Tanto el muestreo como la conversión A/D y el empaquetamiento de datos, son realizados en la EST-SEN por el microcontrolador, que posee internamente un convertidor analógico digital de ocho canales de entrada multiplexados. En este caso, sólo son utilizados tres canales analógicos correspondientes a los tres ejes espaciales XYZ.

En la etapa de conversión A/D, las señales de los tres sensores que entrega la interfaz analógica son convertidos a formato binario con una precisión de 10 bits, muestreados con una frecuencia seleccionable entre 20, 50 ó 100 muestras por segundo.

- Procesamiento y almacenamiento temporal de las muestras, en una fila circular para su envío posterior a la CenReg.

En la figura 3.6 se muestra un diagrama de bloques de estados del programa de la EST-SEN.

- Ejecución de una rutina de autosupervisión.

Con objeto de restablecer la operación de la Est-Sen, en caso de quedar bloqueada por algún error no contemplado o alteración del sistema, se creó esta supervisión. Además cuenta con rutinas de autodiagnóstico para verificar el funcionamiento de la misma. Estas se ejecutan cuando la CenReg lo solicita, enviando posteriormente el resultado.

- Ejecución del protocolo para la transmisión de datos a través de la red digital.

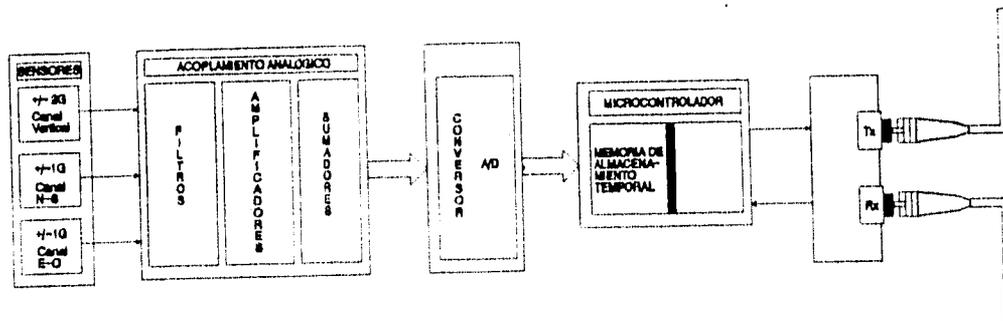


Figura 3.5 Diagrama de bloques de una EST-SEN

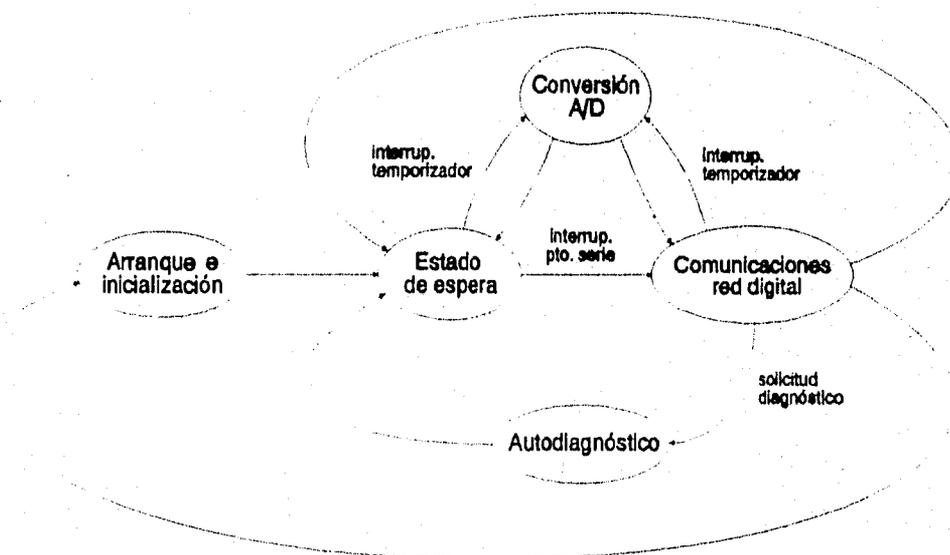


Figura 3.6 Diagrama de estados de la EST-SEN

INTERFAZ SERIAL

La comunicación en la red está basada en el puerto serial del microcontrolador. Este es un puerto conocido como Full Duplex, (puede transmitir y recibir simultáneamente). El tipo de recepción llamado recepción por buffer, permite la recepción de un segundo byte antes de que se halla completado la lectura del registro de recepción del byte anterior. Los registros de recepción y transmisión del puerto serial son accedidos a un registro de función especial SBUF.

El puerto serial puede operar de 4 modos diferentes:

- Modo 0: El dato serial entra y sale a través de RXD. Y por medio de TXD se tiene la señal de reloj. La transmisión y recepción se hace con 8 bits (LSB primero). La velocidad de transmisión se fija a 1/12 de la frecuencia de oscilación
- Modo 1: Se transmiten por medio de TXD y reciben por RXD 10 bits: 1 bit de inicio (0), 8 bits de datos (LSB primero) y 1 bit de paro. La velocidad de transmisión es variable.
- Modo 2: Se transmiten por medio de TXD y reciben por RXD 11 bits: 1 bit de inicio (0), 8 bits de datos (LSB primero), un noveno bit de dato programable y 1 bit de paro. En la transmisión, el noveno bit de dato puede tener asignado el valor de "0" o de "1". La velocidad de transmisión puede ser programada a 1/32 o 1/64 de la frecuencia de oscilación.
- Modo 3: Se transmiten por medio de TXD y reciben por RXD 11 bits: 1 bit de inicio (0), 8 bits de datos (LSB primero), un noveno bit de dato programable y 1 bit de paro. La diferencia de este modo con el modo 2 es la velocidad de transmisión, la cual ahora es variable.

Comunicaciones en el Multiprocesador

El control del puerto serial y el estado de registro, es una función especial de registro SCON, mostrada en la figura 3.8. Este registro no solo contiene la selección del modo, sino también el noveno bit de dato para transmisión y recepción (TB8 y RB8), y los bits de interrupción del puerto serial (TI y RI).

Los modos 2 y 3 tienen una característica especial en cuanto a comunicaciones del procesador. En estos modos son recibidos 9 bits de datos. El noveno va directamente a un RB8; y a continuación el bit de paro. El puerto puede ser programado, de tal manera que, cuando el bit de paro es recibido, la interrupción del puerto serial será activada únicamente si RB8=1.

Cuando el procesador maestro quiere transmitir un bloque de datos a alguno de sus esclavos, el primer paso es enviar un byte de dirección el cual identifica el esclavo en objetivo. Un byte de dirección difiere de un byte de dato en que, el noveno bit en el byte de dirección es un 1 y en el byte de dato es un 0. Con SM2=1, ningún esclavo será interrumpido por un byte de dato. Un byte de dirección, interrumpirá a todos los esclavos de tal forma que cada esclavo pueda examinar el byte recibido y verificar si está siendo direccionado.

El esclavo direccionado limpiará su bit SM2 y se prepara para recibir bytes de datos. Los esclavos que no están siendo direccionados dejan su MS2 y continúan con su trabajo ignorando la llegada de datos.

SM2 no tiene efecto en el modo 0, y en el modo 1 se puede usar para verificar la validez del bit de paro. En la recepción del modo 1, si SM2=1, la interrupción recibida no será activada a menos de que un bit de paro válido sea recibido.

(MSB)				(LSB)			
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

Donde SM0, SM1, especifica el puerto de modo serial de la sig. forma:

SM0	SM1	Modo	Descripción	Bauds	-TB8 Es el 9º bit de dato que será transmitido en los modos 2 y 3. Se establece y limpia por software cuando se desea.
0	0	0	Shift Regist	fosc./12	
0	1	1	Uart 8 bits	variable	
1	0	1	Uart 9 bits	fosc./64 o fosc./32	-RB8 En los modos 2 y 3, es el 9º bit de dato que fué recibido.
1	0	2	Uart 9 bits	variable	

-SM2 Habilita la característica de comunicaciones en el microcontrolador en los modos 2 y 3. Si SM2=1, no será activada si el 9º bit de dato es 0 (RB8=0)

-TI Es la bandera de interrupción transmitida. Se establece por hardware al principio del bit de stop en cualquier transmisión serial. Se debe limpiar por software.

-REN Habilita la recepción serial. Se establece y limpia por software para habilitar o no la recepción.

-RI Es la bandera de interrupción recibida. Se establece la mitad del tiempo de bit de stop en cualquier recepción serial.

Tabla 3.2 Registro de control del puerto serial.

Velocidad de Transmisión

El rango de velocidad en el modo 0 es fijo:

$$\text{Rango de velocidad en modo 0} = \frac{\text{Frecuencia de oscilación}}{12}$$

El rango de velocidad, o baudaje, en el modo 2 depende del valor del bit SMOD en un registro de función especial PCON. Si SMOD=0, (el cual es el valor en el reset), el baudaje será de 1/64 la frecuencia de oscilación. Si SMOD=1, el baudaje será de 1/32 la frecuencia de oscilación.

$$\text{Rango de velocidad} = \frac{(2^{\text{SMOD}}) \times (\text{Frecuencia de oscilación})}{12}$$

en modo 2

En el microprocesador, el baudaje en el modo 1 y 3 son determinados por un temporizador determinado.

Modo 2

El sistema de comunicaciones utilizado trabaja en el modo 2, el cual presenta el esquema de transmisión y recepción siguiente:

La transmisión se inicia por cualquier instrucción que use al SBUF como un registro de destino. La instrucción para escribir en el SBUF "write to SBUF", también llama a TB8 dentro de la posición del noveno bit del registro de transmisión y enciende la bandera de la unidad de control de TX para determinar que una transmisión es requerida.

La transmisión comienza activando el bit SEND, la cual pone el bit de inicio en TXD. Un tiempo de bit mas tarde es activado, el cual habilita la salida de bit del cambio de transmisión del registro de TXD. El primer cambio de pulso ocurre un tiempo de bit después de eso. El primer cambio es a 1 (en el bit de paro) dentro de la novena posición de bit del registro. Posteriormente, únicamente son colocados ceros dentro de esta posición. Entonces, mientras los bits de datos cambian hacia la derecha, son colocados ceros hacia la izquierda. Cuando TB8 se encuentra en la posición de salida del registro cambiante, entonces el bit de paro se encuentra justo a la izquierda de TB8, y todas las posiciones hacia la izquierda contienen ceros. Esta condición enciende la bandera de la unidad de control de TX para hacer un último cambio y entonces desactivar SEND para establecer T1.

La recepción se inicia por una detección de una transición de 1-a-0 en RXD. Por este propósito RXD es mostrado a un rango de 16 veces el baudaje establecido cualquiera que sea este. Cuando es detectada una transición, se restablece un contador y se escribe un 1FFH en la entrada del primer cambio en el registro.

En el séptimo, octavo y noveno estado del contador de cada tiempo de bit, el detector de bit muestrea el valor de RXD. El valor aceptado es aquel que ha sido visto en los últimos dos o tres muestreos. Si el valor aceptado durante el primer tiempo de bit no es 0, los circuitos receptores son reestablecidos y la unidad regresa a buscar algunas otras transiciones de 1-a-0. Si el bit de inicio prueba validez, es cambiada dentro del cambio de registro, y procederá la recepción en el resto del marco.

Mientras los bits de datos entran por la derecha, primero se cambian hacia la izquierda. Cuando el bit de inicio llega a la posición izquierda más lejana en el registro de cambio (el cual es un registro de 9 bits), enciende la bandera del control de bloqueo de RX, para hacer un último cambio, llamando a SBUF y a RB8 y estableciendo RI. La señal de SBUF y RB8 y el establecimiento de RI, será generado, solo si las siguientes condiciones se presentan mientras el último cambio de pulso es generado:

- 1) RI=0 y
- 2) SM2=0 ó el noveno bit del dato =1

Si cualquiera de estas dos condiciones no se presenta, el marco recibido se perderá y no podrá ser establecido RI. Si ambas condiciones se presentan, el noveno bit del dato recibido, va a RB8 y el octavo bit va a SBUF. Un tiempo de bit mas tarde, sean o no cumplidas las condiciones anteriores, la unidad regresa a buscar otras transiciones de 1-a-0 en la entrada de RXD.

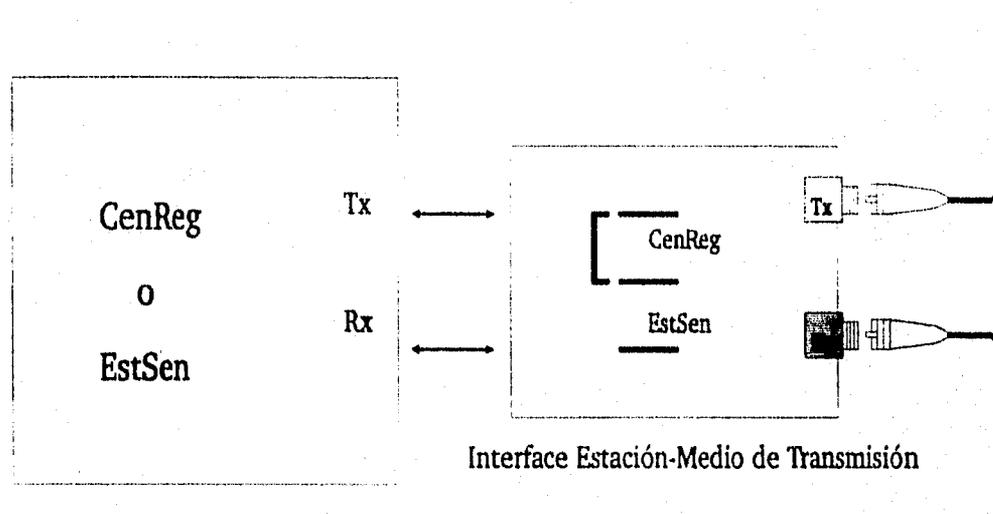
INTERFAZ ESTACIÓN - MEDIO DE TRANSMISIÓN

Este dispositivo, es por un lado, un repetidor, el cual permite que el token viaje a través de todo el anillo, no importando si la estación está usando la información que está siendo retransmitida; por otro lado, contiene los dispositivos emisores y receptores de fibra óptica. Fig. 3.7

La tarjeta IES-MT, cuenta con un jumper de selección, el cual se usa para trabajar en dos formas distintas: Para trabajar como CEN-REG ó como EST-SEN.

En el modo de EST-SEN, mientras la señal es recibida por el microcontrolador, es repetida hacia las otras estaciones a lo largo de todo el anillo, sin importar si la estación utiliza o no el dato.

Fig. 3.7 Interfaz Estación-Medio de transmisión



CONSIDERACIONES PRELIMINARES DE DISEÑO

Aplicaciones Punto-Punto.

La mayoría de los sistemas de comunicaciones a base de fibra óptica de hoy, son punto-punto. Esta consiste en dos nodos (o dispositivos de comunicación) comunicándose directa y exclusivamente uno con el otro.

Las aplicaciones punto-punto en fibra óptica, permiten explotar el ancho de banda de la fibra y la baja atenuación, permitiendo que la señal enviada pueda recorrer mayores distancias y a una mayor velocidad que lo permitido en el cable coaxial.

Otro tipo de beneficios en aplicaciones punto-a-punto, es la inmunidad con interferencias electromagnéticas. En eventos, donde es aceptada la velocidad de transmisión con cable coaxial o par trenzado, la fibra óptica es usada cuando el pequeño tamaño del cable ahorra significativamente los costos de instalación.

SISTEMA FUNDAMENTAL

Cualquier sistema óptico fundamental se puede separar en series de enlaces, cada una con tres partes esenciales:

- Transmisor óptico
- Medio de transmisión (fibra)
- Receptor óptico

Para poder seleccionar el medio apropiado, primero es necesario entender las características del transmisor y el receptor óptico.

I. TRANSMISORES

El transmisor es simplemente un dispositivo electrónico que recibe una señal eléctrica modulada y la convierte en señal de luz (usualmente digital), la cual es lanzada a través de la fibra. Las características de los pulsos de luz emitidos por el transmisor son de gran importancia para la selección del tipo de fibra a usar.

Características de la fuente de luz

Las características comunes de las fuentes de luz que influyen en la selección de la fibra son: longitud de onda central, ancho espectral, potencia promedio y frecuencia de modulación.

a. Longitud de Onda Central: Cualquier fuente de luz emite luz en un rango de colores particular o longitudes de onda. Los transmisores ópticos son diseñados para emitir luz normalmente cerca de alguna de estas tres longitudes de onda nominales, medidas en nanómetros (nm): 850, 1300 ó 1500 nm. Este valor nominal es llamado longitud de onda central.

b. Ancho Espectral: La potencia total emitida por un transmisor, no se concentra totalmente en el centro de la longitud de onda, sino que se distribuye sobre un rango de longitudes de onda extendidas sobre la longitud de onda central. Este rango es cuantificado como el ancho espectral, medido en nm.

El ancho espectral varía dependiendo de la fuente de luz usada. Un ancho de banda amplio tiende a incrementar la dispersión de los pulsos de luz en su propagación a través de la fibra.

c. Potencia Promedio: La potencia promedio transmitida es el nivel de la potencia de salida de una fuente durante la modulación.

El acoplar un transmisor y una fibra, los cuales tengan una apertura numérica o un diámetro del núcleo ya sea mayor o menor que los especificados para la potencia promedio dada, resulta en un nivel de potencia diferente al que debiera presentarse en la fibra.

d. *Frecuencia de Modulación:* La frecuencia de modulación de un transmisor, es el rango en el cual la transmisión cambia en intensidad, entre un 0 y un 1 lógicos. Los límites en la frecuencia de modulación máxima, resultan en límites en el máximo rango de datos transmitidos.

Existen dos tipos de fuentes de luz utilizables: Diodo Laser (LD) o Diodo emisor de luz (LED).

LED: El diodo emisor de luz es el transmisor relativamente económico comúnmente usado en sistemas de comunicación de fibra óptica del tipo multimodo. Las fuentes LED, tienen una longitud de onda central típica entre los 800 y 900 nm o entre los 1250 y 1350 nm.

Los LED operando cerca de los 850 nm, comúnmente son mas económicos y son los mas usados en los sistemas de comunicación actuales. La frecuencia de modulación puede ser menor de los 200 MHz hasta mayor de los 300 MHz.

Los LASER, tienen anchos espectrales muy angostos comparados con los de los LED's (usualmente de 1 a 6 nm). La potencia promedio transmitida del LASER es también mucho mayor que la de los LED's, son también mas rápidos y la frecuencia de modulación puede exceder de 1 GHz

LASER: Los diodos LASER son menos económicos y son usados típicamente en enlaces ópticos unimodales.

La longitud de onda mas predominante es de 1300 nm, sin embargo para comunicaciones a larga distancia se recomienda utilizar sistemas con longitud de onda operando cerca de los 1500 nm.

	LED	LASER
COSTO	económico	poco económico
TAMAÑO DEL NÚCLEO	multimodo	unimodo
LONGITUD DE ONDA CENTRAL	850 nm, 1300 nm	1300nm, 1550 nm
FRACUENCIAS DE MODULACION	Usualmente menor a 200 MHz	puede ser mayor de 1 GHz
NIVEL DE POTENCIA PROMEDIO	-10 dbm a -30dbm	-3.0 dbm a +1.0 dbm

Tabla 3.3 Diferencias entre LED y LASER

II. RECEPTORES

Los receptores ópticos, incorporan un fotodetector para convertir la señal óptica recibida en señal eléctrica. La longitud de onda del receptor se debe seleccionar para que concuerde con la del transmisor y la fibra. El rango de la longitud de onda sobre el cual el receptor mantiene su sensibilidad es muy reducido, por lo cual un receptor diseñado para operar a 1300 nm no debe de ser utilizado en un enlace operando a 850 nm.

Algunas de las características que deben de tomarse en consideración para la selección de los receptores ópticos son: Sensibilidad, Rango dinámico y Rango de error de bit (BER).

Sensibilidad y BER: Estas características están relacionadas una con otra. La sensibilidad de un receptor es el mínimo nivel de potencia que una señal recibida debe tener para ser leída con un limitado número de errores. El BER es un número fraccional de errores que puede ocurrir entre el transmisor y el receptor.

Rango Dinámico: Mientras que la sensibilidad define la potencia promedio mínima que se necesita para mantener un BER dado, el rango dinámico se usa para definir la máxima potencia promedio recibida para ese BER. Si se recibe demasiada potencia en el detector, el resultado es una distorsión en la señal.

III. CABLE DE FIBRA

La decisión de que fibra usar en una determinada aplicación se basa en dos factores:

a. *Distancia*: El factor de mayor influencia es la distancia sobre la cual la señal viajará. La consideración mayor para la selección del tamaño y tipo de fibra en un enlace óptico, radica en el enlace mas largo del sistema.

El incremento de la longitud de un enlace puede resultar en:

- Un incremento en la atenuación total de la señal de un extremo al otro.
- Un incremento en el numero de empalmes o conectores requeridos para el sistema, lo que finalmente contribuye a la atenuación de la señal.
- Reducción del ancho de banda debido a la dispersión.

b. *Ancho de Banda*: La segunda consideración importante es el total de información que el sistema será capaz de manejar. En la determinación del ancho de banda requerido, se deben de considerar necesidades y cambios futuros, así como nodos adicionales y mayores velocidades de datos.

III-1 FIBRAS UNIMODO VS MULTIMODO

En general las fibras multimodo son mayormente usadas en aplicaciones a cortas distancias (menores que 5 km), y con varios conectores.

Tienen una apertura numérica mayor, lo cual permite el uso de fuentes tipo LED, siendo estos una mejor opción para enlaces cortos. Las fibras unimodo son usadas para enlaces mayores y aquellos que requieren un mayor ancho de banda.

A. PARÁMETROS DE FIBRA MULTIMODO

1. Distancia: Las fibras multimodo son comúnmente usadas para enlaces de dato menores de 5 km.
2. Capacidad: Se utiliza para velocidades de dato menores de 100 Mbps.
3. Tipo de sistema: Son utilizables para sistemas ya sea de voz y de datos.
4. Costo: Los sistemas multimodo son mas económicos que los unimodales, debido al empleo de LED's
5. Tamaño de la fibra: Existen tres tamaños comunes en las fibras multimodales: 62.5/125 μm , 50/125 μm y 100/140 μm

	62.5/125 μm	50/125 μm	100/140 μm	unimodo
Atenuación	baja	muy baja	muy alta	la más baja
Ancho de banda	moderada	alta	baja	muy alta
Apertura numérica	media	pequeña	muy larga	muy pequeña
Diámetro exterior	125 μm	125 μm	140 μm	125 μm
Longitud de onda	850, 1300 nm	850, 1300 nm	850, 1300 nm	1300, 1550 nm

Tabla 3.4 Características de los diferentes tamaños de Fibra Optica.

a) Tamaño 62.5/125 μm

- *Atenuación:* Comparado con la fibra 50/125 μm , ofrece una ligera atenuación mayor. La atenuación es mayor que la fibra 100/140 μm .

- *Ancho de banda*: Posee un ancho de banda el cual se puede acomodar para la mayoría de las comunicaciones de datos. Tiene un ancho de banda mayor que el de la fibra 100/140 μm .

- *Apertura Numérica*: tiene una apertura numérica mayor que la fibra de 50/125 μm , lo cual permite acoplar mayor potencia hacia la fibra. Tiene un valor casi tan alto comparado con el de la fibra de 100/140 μm .

- *Compatibilidad*: La fibra 62/125 es compatible con la 50/125, debido al diámetro del revestimiento o cladding común.

b) Tamaño 50/125 μm

- *Atenuación*: Tiene una baja atenuación, en las regiones de longitud de onda de 850 y en 1300 nm.

- *Ancho de banda*: La fibra 50/125 μm , tiene el mayor ancho de banda disponible para las fibras multimodales, y por lo tanto, alcanza velocidades de dato mayores.

- *Apertura Numérica*: El tamaño del núcleo y la pequeña apertura numérica, resulta en el menor total de potencia de las tres fibras multimodales disponibles, sin embargo en largas longitudes, la baja atenuación balancea esta característica

c) Tamaño 100/140 μm

- *Atenuación*: La alta atenuación que tiene esta fibra la hace poco compatible con sistemas que incrementen su longitud y velocidades de transmisión.

- *Ancho de banda*: Tiene un ancho de banda muy reducido, lo cual lo hace aún menos compatible con las características anteriores.

- *Apertura Numérica:* Debido al gran tamaño del núcleo, tiene una apertura numérica alta, lo cual hace posible acoplar mayor potencia dentro de la fibra que en los otros tipos de fibras multimodales. Este tamaño de núcleo hace menos sensible las pérdidas debido a alineación entre conectores y empalmes.

- *Compatibilidad:* Debido al mayor diámetro de revestimiento o cladding comparado con el de las otras fibras, en ocasiones se requieren conectores y partes especiales.

- *Costo:* En la construcción de este tipo de fibras, se utilizan mayores cantidades de vidrio, por lo que resultan ser menos económicas que los otros tipos de fibras multimodales

TAMAÑO DE LA FIBRA (μm)	RANGO DE ATENUACIÓN	RANGO DE ANCHO DE BANDA
	850 nm (dB/km) 1300 nm (dB/km)	850 nm ((MHz-km) 1300 nm (MHz-km)
50/125	2.7 a 4.0	400 a 1000
	0.8 a 3.0	400 a 1500
62.5/125	3.3 a 5.0	100 a 200
	0.9 a 3.0	200 a 600
100/140	4.0 a 6.0	100 a 300
	2.0 a 5.0	100 a 500

Tabla 3.5 Características de los diferentes tamaños de Fibra Óptica.

Longitud de Onda

Las fibras ópticas no transmiten todas las longitudes de onda con la misma eficiencia. La atenuación de las señales de luz es mucho mayor para la luz visible (longitudes de onda entre 400 y 700 nm), que para la luz en la región cercana a infrarrojo (longitudes de onda entre 700 y 1600). Aún dentro de esta región, existen longitudes de onda con una eficiencia de transmisión baja, lo cual deja únicamente algunas longitudes de onda en donde las fibras pueden operar con

baja pérdida. Estas áreas de longitudes de onda, que son precisamente usadas en comunicación óptica se denominan ventanas. Las ventanas mas comúnmente usadas se encuentran cerca de a 850, 1300 y 1550 nm.

LONGITUD DE ONDA OPERACIONAL: Las fibras multimodo que son vendidas actualmente, están diseñadas para operar a una longitud de onda de 850 nm (primer ventana), o 1300 nm (segunda ventana), o ambos.

- Atenuación: La atenuación de una fibra de ventana doble, es menor a 1300 que 850 nm.

- Ancho de Banda: El ancho de banda puede ser igual en ambas ventanas, o mayor en la segunda.

- Desempeño: Es importante hacer notar que si una fibra ha sido especificada para una sola ventana, también podrá operar en la otra ventana. El desempeño de la ventana no especificada, será menor que el de la otra, pero para distancias cortas y velocidades de dato no muy rápidas, podrá trabajar satisfactoriamente.

B) PARÁMETROS DE FIBRA UNIMODO

DISTANCIA: Las fibras unimodales, se usan comúnmente usadas para interconectar líneas troncales en la industria telefónica. Se logran alcanzar distancias de hasta 80 km. sin repetidores.

CAPACIDAD: Hoy en día se pueden lograr velocidades de transmisión de hasta 1.13 Gps (Gigabits por segundo) utilizando la fibra unimodal.

TIPO DE SISTEMA: Debido a su muy amplio ancho de banda y a su muy baja atenuación, se hace ideal para aplicaciones de larga distancia telefónica y para enlaces locales de mas de 10 km. de longitud, así como para satisfacer necesidades de amplio ancho de banda.

COSTO: La fibra óptica unimodal es mas económica que la multimodal, pero desafortunadamente el equipo para este tipo de transmisión es de muy alto costo, lo cual eleva considerablemente el costo de un sistema completo.

TAMAÑO DE LA FIBRA: El diámetro típico del núcleo de esta fibra está entre 8 y 9 μm , y el revestimiento es de 125 μm .

--Atenuación: Típicamente es de 0.4 a 1 dB/km a 1300 nm.

--Ancho de Banda: Se encuentra alrededor de 20 GHz.

--NA: Muy pequeña (se necesita emisor laser).

LONGITUD DE ONDA OPERACIONAL: Las fibras unimodo, se diseñan generalmente para trabajar a longitudes de onda de 1300 nm, aunque las fibras de longitud de onda de 1550nm se está usando mucho en telefonía debido a su baja atenuación.

SELECCIÓN DE COMPONENTES

I - CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El núcleo de 62.5 micrones, del tipo de fibra 62.5/125, posee una apertura numérica suficientemente buena para acoplarse razonablemente a los dos diferentes tipos de transmisores. A mayor núcleo, mayor apertura numérica, es decir, mayor habilidad de la fibra de capturar la señal de luz y no perderla.

La fibra con núcleo de 100 micrones tiene una apertura numérica mejor, pero también produce mayor distorsión en el ancho de pulso, lo cual se presenta como factor para limitar la distancia que la fibra puede soportar en la transmisión.

La fibra del tipo 50/125, ha ofrecido por varios años un gran balance con las características de distancia y velocidad de datos. Esta fibra es capaz de manejar múltiples longitudes de onda, y se optimiza en un rango de longitudes de onda de 800nm a 1300 nm. Esto significa que puede trabajar con fuentes de LED o LASER, y de igual forma puede soportar distancias de transmisión de hasta 20 millas, dependiendo de la velocidad de datos. La máxima velocidad de datos que puede soportar esta fibra es de 274 Mbit/s.

El estándar 62.5/125, es óptimo para fuentes tipo LED a 1300 nm. Su capacidad típica en cuanto a velocidades de dato es menor a 180 Mbit/s.

A) ESPECIFICACIONES DEL CABLE

I.- Ruteo del Cable

1.- Cable existente. Cuando se diseña la ruta física de los cables, la ruta del cable existente, generalmente dicta la ruta del nuevo cable, debido a los costos de construcción.

2.- Nueva construcción. Cuando es requerida una nueva construcción, se debe tomar en consideración posibles crecimientos futuros. El costo incremental de la flexibilidad del diseño durante la construcción, es mucho menor que el costo de una nueva construcción en el futuro. La planeación para la flexibilidad en construcción incluye.

- Instalación de fibras de reserva.
- Construcción de ductos adicionales o espacios de conduit.
- Uso de interductos para facilitar futuros jalones del cable.
- Dejar cables libres en futuros puntos de fusión.

II.- Radio Mínimo de Curvatura

La instalación del cable de fibra óptica es simple, aún comparada con la del cable coaxial. Es de primordial importancia en las instalaciones del cable de fibra óptica el mantener el mínimo radio de curvatura del cable. El hecho de doblar el cable más allá de el radio permitido, puede causar gran aumento en las pérdidas del cable o peor aún, puede llegar a quebrar la fibra. Los fabricantes del cable, especifican el radio mínimo de curvatura bajo tensión, así como bajo largas temporadas de almacenamiento.

III.- Rango Máximo de Tensión

El rango máximo de tensión en el cable, no debe de excederse durante la transmisión. Este rango es especificado por el fabricante.

- 1.- Cables exteriores: Aproximadamente 250 kg.
- 2.- Cables Interiores: La tensión en estos cables, es mas afectada por el número de cambios en la dirección que por la longitud del jalón.

No deben de ocurrir más de 3 cambios de 90 grados para un cable sencillo.

Los circuitos de cableado se pueden ayudar con técnicas de jalones centrales colocados a cada tres cambios de 90 grados.

No debe de quedar tensión residual a lo largo del cable después de terminada la instalación, exceptuando aquellos que permanecen verticales.

La tensión en el cable durante la instalación, debe de ser monitoreada constantemente especialmente cuando se ayuda de una manivela. Los jalones manuales no necesitan de monitoreo.

IV.- Máximo Levantamiento Vertical

Todos los cables de fibra óptica, tienen un máximo levantamiento vertical especificado, el cual es función del peso y la fuerza de tensión del cable. Esta es la distancia máxima a la cual el cable puede ser elevado sin puntos intermedios de apoyo.

- Todos los cables verticales se deben de asegurar en el final del camino.

- El punto de aseguramiento debe de ser cuidadosamente seleccionado en conjunción con el radio mínimo de curvatura.

- Los cables verticales largos, se deben de asegurar cuando la distancia máxima se ha alcanzado.

La distancia máxima vertical, se encuentra alrededor de 90 metros; dependiendo del fabricante.

Es conveniente asegurar el cable, utilizando cables o ductos existentes.

Si existe la posibilidad de que existan futuros jalones dentro del mismo ducto o conduit, se recomienda el uso de ductos internos para seccionalizar el espacio disponible dentro del ducto principal.

B) TIPOS DE CABLE

1.- Cable aéreo

El cable aéreo está expuesto a diversas fuerzas externas. El viento y fuertes tormentas pueden dañar el cable, y los cambios de temperatura son más extremos que los otros tipos de instalaciones.

Consideraciones:

- La separación de los postes debe de ser menor de 90 metros.
- En la mayoría de los casos el cable de fibra óptica puede ser atado a los cables aéreos existentes.

II.- Cables terrestres

Los cables subterráneos experimentan menores cambios ambientales que los aéreos. Este cable generalmente se instala dentro de un ducto o se entierra directamente bajo la superficie. Los peligros principales se deben a excavaciones y daños causados por roedores. La instalación en ductos, ofrece una mayor resistencia contra este tipo de daños.

Consideraciones:

- Se recomienda enterrar los cables lo mas profundo posible, cuando menos 75 cm. bajo el nivel de la superficie
- Cuando se planea una instalación sin ducto, se debe localizar y evitar servicios existentes
- Ductos plásticos con un diámetro exterior mayor que 1.5 pulgadas ofrece una mayor resistencia contra roedores.

III.- Cables internos

Dentro de un edificio, la instalación de los cables está influenciada por los códigos de incendios.

Consideraciones:

- La instalación se debe de realizar dentro de ductos, ya sea plásticos o metálicos. La selección, depende de la longitud del enlace y del costo de la instalación

II - CONECTORES

Un conector de fibra óptica, así como un conector eléctrico, está condenado a ser conectado y desconectado varias veces; por otro lado, en una conexión eléctrica, mientras los conductores hagan un buen contacto, es más que suficiente para decir que la conexión es buena. Sin embargo, en una conexión de fibra óptica, se necesita un pulimento especial y un área completamente plana, además de una separación entre conectores de diezmilésimas de pulgada para poder lograr un alineamiento perfecto.

Existen únicamente tres tipos diferentes de conectores altamente probados los cuales son: SMA, ST y Bicónico, aunque día a día surgen nuevas y especializadas opciones, como es el conector especial para la red local FDDI.

A) CONECTOR BICONICO

La conexión de la fibra con el conector bicónico se puede finalizar en media hora. Después de que la fibra desnuda de su recubrimiento se inserta y se aplica epoxica, la parte final de la fibra se corta de tal forma que el corte sea perpendicular.

La meta es asegurar que la terminación de la fibra, una vez después que ha sido atornillado el conector no sea mayor de 0.0022 pulgadas. Existe una rondana, que es parte del conector, para asegurar que no se aplique un sobreesfuerzo en el atornillado del conector.

La ventaja de este conector, es que es económico y razonablemente fácil de instalar. Su cuerpo es de plástico. La desventaja con los otros dos, es que se incrementa considerablemente la pérdida después de varias desconexiones y reconexiones.

B) CONECTOR ST

Desarrollado por AT&T con el nombre de "STRAIGHT TIP", tiene como característica principal una punta de cerámica blanca. A diferencia de la terminación plástica cónica que presenta el conector bicónico para alineamiento de la superficie, los conectores ST se alinean por medio de sus puntas cerámicas, las cuales resbalan dentro de una manga plástica contenida dentro de una porción metálica.

Los conectores son empujados y sujetos por medio de una rondana de presión. Esta rondana sostiene las dos terminaciones de la fibra a una distancia específica (no mayor de 0.0006 pulgadas).

AT&T establece como máximo pérdidas de 2 dB por conexión, pero se obtienen resultados típicos de 0.5 dB por conexión. Otra de las características importantes es que debido a su corazón de cerámica y exterior metálico sufre tan solo una degradación de 0.3 dB después de 1000 conexiones.

C) CONECTOR SMA

Este surge como sucesor del tipo bicónico, y al igual que el, su conexión es de tipo rosca. Por otro lado tiene también una punta recta semejante a la del ST aunque aunque metálica. Los conectores SMA, tienen una pérdida típica de 2 dB, lo que es mayor que los conectores bicónicos.

TOPOLOGÍA Y PROTOCOLO

En su topología tipo Maestro-Esclavo, las estaciones secundarias funcionan como repetidores activos. De esta forma el Token circula libremente por toda la red para completar el lazo cerrado.

Recolección de Muestras.

La CenReg se encarga de recolectar muestras de cada estación sensora en forma secuencial, interrogándolas continuamente.

Mientras el sistema se encuentra en estado de espera, las muestras se almacenan en una memoria temporal tipo cola, llamada memoria de pre-evento. Esta memoria puede ser ajustada por el operador para almacenar las muestras de 1 a 20 segundos previos al evento con intervalos de 1 segundo. Mientras no se detecte la presencia de un sismo, las muestras más antiguas de la "cola" se irán eliminando.

Activación del Estado de Registro de Sismo.

Existen dos formas de activar el estado de registro de sismo:

- 1) Por medio de la señal de sincronización emitida por el CIRES.

Como ya se mencionó, el SADE toma la señal de sincronización generada por el SAS para sincronizar sus registros con la red de acelerógrafos del DF. En este caso, la memoria de pre-evento es ignorada, ya que dicha señal se genera al menos 50 segundos antes de que el sismo arribe al Valle de México.

2) Por medio del algoritmo de detección automática de sismo.

Para detectar la presencia de un sismo en la estructura, el programa obtiene el promedio de las magnitudes absolutas de aceleración en cada uno de los ejes espaciales, a partir de las muestras leídas en tres EstSen seleccionadas por el operador. Estos promedios se comparan continuamente con los umbrales de disparo, uno para los ejes horizontales y otro para el vertical, cuyos valores son definidos por el operador según las características del suelo y el nivel de ruido ambiental local. El estado de registro de sismo se activa automáticamente si se llega a superar el umbral de disparo.

Cuando se toman promedios de un mismo sensor, este método tiene la desventaja de que posiblemente registre disparos falsos generados por ruido ambiental (por ejemplo, el paso de camiones o detonaciones cercanas), por lo que dichos promedios se calculan con las lecturas de aceleración de dos o tres puntos distintos de la estructura, que se recomienda que estén ubicados en la base de la misma (estaciones base), para evitar la amplificación de las ondas por la elasticidad propia del edificio o estructura. De esta manera se logra disminuir significativamente la probabilidad de estos disparos.

Estado de Registro de Sismo.

Cuando se activa el estado de registro de sismo, se concentra la operación del sistema en la recolección de las muestras de aceleración de toda la estructura para almacenarlas en la memoria de registro. Al inicio del registro, la CenReg reserva un espacio para cabecera donde guarda la información propia del evento como es, el número de evento, la fecha y hora de disparo, duración, identificador del equipo, etc.

Si el disparo se genera por detección automática, la CenReg copia previamente el contenido de la memoria de pre-evento a la memoria de registro, iniciando a continuación el almacenamiento de las muestras. En el otro caso, es decir cuando

se dispare por radio, la CenReg espera 40 segundos antes de iniciar el registro de muestras .

Una vez activado el estado de registro de sismo en la estructura, el sistema continúa obteniendo el promedio de aceleración de las estaciones base, comparándolas ahora con un umbral inferior de desactivación, también definido por el operador. Cuando el promedio llega a ser menor al nivel del umbral inferior, lo que significa que ha cesado el movimiento de tierra, continua el registro durante 10 a 80 segundos (seleccionables por intervalos de 10 segundos) para registrar el post-evento.

Si en el transcurso de conteo del tiempo de post-evento llegaran a registrarse aceleraciones superiores al umbral de disparo, se espera nuevamente hasta que el promedio sea menor al umbral inferior para iniciar una vez más el conteo de post-evento. Este ciclo se repite hasta que no se presenten aceleraciones mayores al umbral de disparo durante el tiempo de post-evento.

ESQUEMA DE ACCESO

Para lograr la comunicación, la CenReg utiliza palabras de 9 bits, en donde dependiendo del valor que se le de a el noveno bit, es el tipo de comunicación que se tendrá con las EstSen de la siguiente forma:

Si el noveno bit tiene el valor de 1; se tiene una interrupción general (para todas las estaciones), con el que pueden ser enviados dos códigos diferentes, uno para llamado general y otro para alguna estación en específico:

código	30 = "Llamado general"
	0-F = "Número de estación"

Posteriormente se envía otra palabra en donde ahora el noveno bit tiene el valor de 0, y dependiendo de el código de la palabra anterior es leído ya sea por una o

- 31 "Solicitud de muestras"
- 32 "Monitoreo"
- 33 "Resultados del autodiagnóstico"
- 34 "Velocidad de muestreo"
- 35 "Paro de muestras"
- 36 "Sincronización"
- 37 "Autodiagnóstico"

Los códigos 31 y 33 son exclusivos de una sola estación.

En el caso del código 34, se lee el dato correspondiente a la velocidad de muestreo. Este código puede ser 0,1,2,3, en donde:

0	20	muestras por segundo
1	50	"
2	100	"
3	200	"

SOLICITUD DE MUESTRAS

Una vez que la EstSen seleccionada ha llenado su buffer con un mínimo de 25 muestras de 5 bytes c/u, se entregan a la CenReg para ser almacenadas en el buffer de la misma. A continuación se solicitan muestras de la siguiente estación.

En dado caso de que no se encuentren listas las muestras solicitadas, son requeridas nuevamente; si el error persiste, se ignora esta estación para pasar a la siguiente.

La velocidad de transmisión se fija por medio del modo de transmisión del puerto serial, como ya se ha dicho esta velocidad está determinada por:

$$V.T. = \frac{f_{osc}}{64}$$

de donde:

$$V.T. = \frac{11.0592\text{MHz}}{64}$$

$$V.T. = 172\,800 \text{ bits/seg}$$

Los 25 conjuntos de muestras de 5 bytes que entrega cada EstSen a la CenReg, van acompañados de tres Bytes adicionales. los cuales son: inicio, fin e identificador de la estación.

El tiempo que tarda cada EstSen en llenar su buffer de muestras, depende de la frecuencia de muestreo utilizada, de tal forma que:

Frecuencias de Muestreo (muestras/segundo)	Tiempo de Llenado (segundos)
20	1.25
50	0.5
100	0.25
200	0.125

De igual forma el tiempo de registro de sismo depende de esta frecuencia. En donde para una capacidad de memoria de sismo de 1M, la cual acepta 8192 paquetes de muestras de 128 Bytes, se tiene lo siguiente:

Frecuencias de Muestreo (muestras/segundo)	Tiempo de Llenado (segundos)
20	170.6
50	68.20
100	34.10
200	17.00

Así mismo, para el espacio de memoria de pre-evento y post-evento de 64 KBytes, tenemos que:

Frecuencias de Muestreo (muestras/segundo)	Tiempo de Llenado (segundos)
20	10.6
50	4.2
100	2.3
200	1.0

CAPITULO 4

PRUEBAS E INSTALACION

SELECCION DEL SISTEMA

Una vez definidas las características del sistema, el siguiente paso es la construcción del primer prototipo. Para esto se debe tener presente los componentes físicos para la instalación del enlace, así como el lugar a instrumentar.

COMPONENTES

El desarrollo de la tecnología crece con una rapidez increíble. La electrónica actual nos permite simplificar diariamente de una forma inimaginable lo que antes hacíamos a gran escala. De este modo, lo que ayer teníamos en una tarjeta de varios circuitos integrados, hoy la podemos encontrar en un solo circuito integrado.

Es así como se basó la selección de los componentes de la red de comunicaciones.

Los dispositivos ópticos seleccionados, tienen la característica de acoplar señales a niveles TTL tanto del transmisor como del receptor óptico. Estos dispositivos pertenecen a la marca INTEROPTICS.

El diseño del transmisor óptico combina en un solo chip-LED, un alto poder de acoplamiento con un amplio ancho de banda operacional.

De igual forma, el receptor óptico recibe la potencia óptica (photones) en el fotodiodo PIN, y es convertida en corriente eléctrica, esta a su vez es convertida en voltaje dentro del mismo, pasando a través de varios dispositivos operacionales.

Tabla 4.1 Especificaciones del Transmisor Óptico

PARAMETRO	CONDICION DE PRUEBA	SIMBOLO	MINIMO	TIPICO	MAXIMO	UNIDADES
Voltaje de subida	$I_F = 50\text{mA}$	V_F	-	1.6	1.8	Volts
Voltaje de bajada	$I_R = 10\ \mu\text{A}$	BVR	1.0	5.0		Volts
Impedancia	DC	r_s		4.0		ohms
Capacitancia	$V_R = 0\text{V}$, $f = 1\ \text{MHz}$	C		70		pF
Potencia	$I_F = 50\text{mA}$ Diám. del núcleo = 100 μm Apertura Numérica= 0.29	P_{OC}	30	60		μW
Ancho de banda analógico	$I_F = 100\text{mA dc}$, modulación senoidal	BWE		80		mhZ
Tiempo de respuesta	10-90%, 1V, 100 mA	t_r t_f		4 6	8 10	ns ns
Longitud de onda	$I_F = 100\text{mA dc}$	λ_p		850		nm
Coefficiente Potencia-temperatura	$I_F = 100\text{mA}$	$\Delta P_o/\Delta T$		-0.23		dB/°C

Tabla 4.2 Especificaciones del Rceptor Óptico

PARAMETRO	CONDICION DE PRUEBA	SIMBOLO	MINIMO	TIPICO	MAXIMO	UNIDADES
Sensibilidad mínima de entrada	$\lambda_p = 850\text{nm}$ en fibra de tamaño 100/140 $f = 2.5\text{ MHz}$	P_{IN}		0.5	1.0	μW
Voltaje de salida (nivel lógico alto)	$P_{IN} = 1\text{W}$ $I_o = 0.8\text{ mA}$	V_{OH}	2.4	3.3		Volts
Voltaje de salida (nivel lógico bajo)	$P_{IN} = 1\text{W}$ $I_o = 0.8\text{ mA}$	V_{OL}			0.4	Volts
Tiempo de subida	$P_{IN} = 1\text{W}$ $V_o = 0.4\text{ a } 2.4\text{ V}$	t_r		12		ns
Tiempo de bajada	$P_{IN} = 1\text{W}$ $I_o = 0.4\text{ a } 2.4\text{ V}$	t_f		3		ns
Corriente de alimentacion	$P_{IN} = 1\mu\text{W}$	I_{cc}		15	20	mA
Distorsión del ancho de pulso	$P_{IN} = 1\mu\text{W}$ $f = 2.5\text{ MHz}$	PWD		5	10	%

El cable de fibra óptica seleccionado para este prototipo, es el del tipo Bit Lite, del catalogo "BELDEN". Este cable posee gran resistencia y flexibilidad. Debido a su

construcción especial, estos cables son usados en instalaciones abiertas tales como ductos o conduits. No se recomienda su uso en largos conductos, ya que la fibra no se encuentra protegida para jalones que afecten todo el cable.

En cuanto a la selección de conectores, a través de los años se han desarrollado un gran número de tipos de conectores y otro tanto se han descartado. Hoy en día el conector mas popular para conexiones en Redes Locales es del tipo ST, sin embargo, al momento de la fabricación del prototipo, se tenía al alcance conectores de tipo SMA, los cuales poseen casi las mismas características de los conectores ST.

PRODUCTO #	NO. DE FIBRAS	APERTURA NUMERICA	ATENUACION	ANCHO DE BANDA	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	TENSION MAXIMA	RADIO PERMISIBLE DE CURVATURA	TIPO DE PROTECCION
227101	1	.20	4.0	600	3.0 mm	5.5 Lb/1000	120 Lbs	2 in.	Kevlar

Tabla 4.3 Especificaciones del Cable de Fibra Óptica

Tabla 4.4 Especificaciones de los Conectores Ópticos

TIPO	MODO SIMPLE O MULTIPLE	No. DE FIBRAS	MATERIAL EXTERNO	MATERIAL INTERNO	TAMAÑO DE LA FIBRA	PERDIDA POR INSERCIÓN (dB)	PERDIDA (DESPUES DE 100 CONECCIONES)	METODO DE TERMINACION	APLICACIONES
SMART SERIE 905	M	1	ACERO INOXIDABLE	CERAMICA	50/125 62.5/125 85/125 100/140	0.3 dB	0.3 dB	PULIDO	PUNTO-A-PUNTO DATACOM BIOMEDICAS LAN'S LASER

INSTALACION

Por comodidad, se decidió instrumentar el edificio de las instalaciones del CIRES, localizado en la calle de Anaxágoras en la colonia del Valle.

El edificio cuenta con 4 plantas, y tiene una altura de 12.25 metros a ejes, con dimensiones en planta de 11.40 por 9.45 metros.

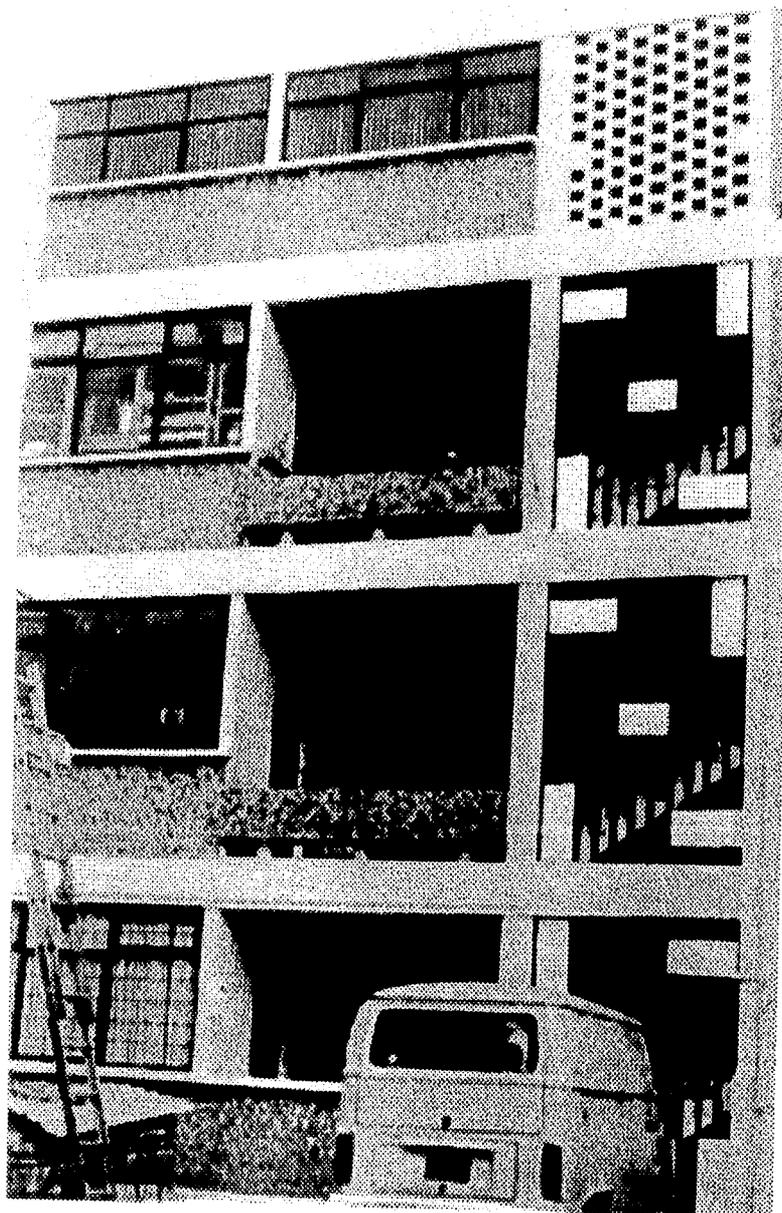


Figura 4.1 Vista del edificio a instrumentar.

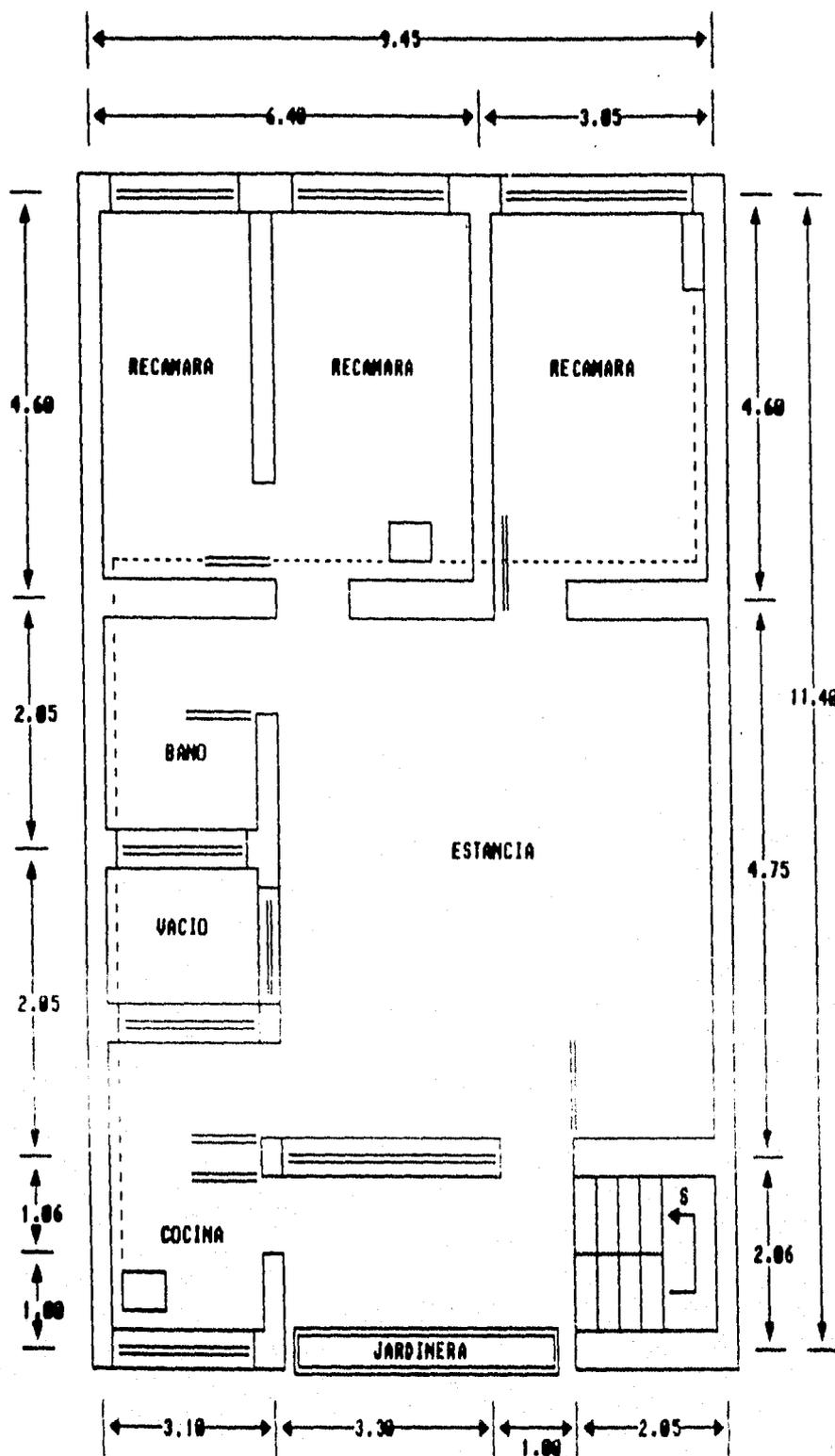


Figura 4.2 Vista de una planta del edificio.

El prototipo está conformado por 10 estaciones sensoras y la estación central de registro; esta última instalada fuera del edificio, en la baja. De las EstSen instaladas, nueve se ubican dentro de la estructura del edificio y una mas junto a la CenReg.

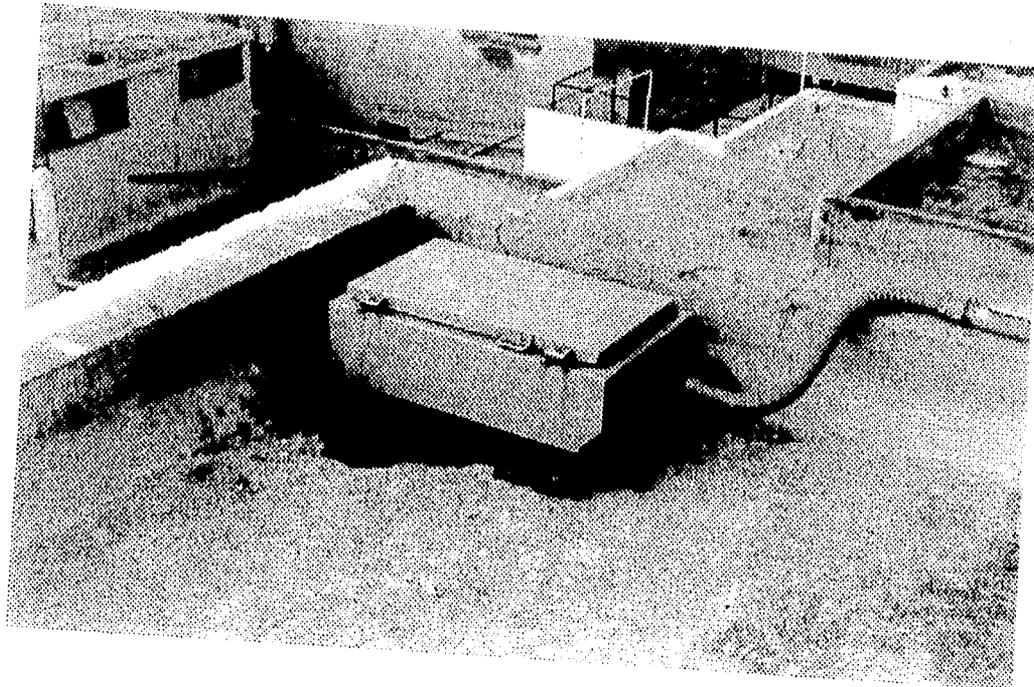


Figura 4.3 Estación Sensora colocada en la azotea.

Dentro del edificio, la instalación de las EstSen, fué en los niveles de planta baja, primer piso y azotea (Tres en cada nivel, una al centro y las otras dos en esquinas opuestas). Las estaciones colocadas en la planta baja y en el primer piso, fueron empotradas sobre las paredes de la misma, y las que se encuentran en la azotea, se colocaron en el piso de la misma.

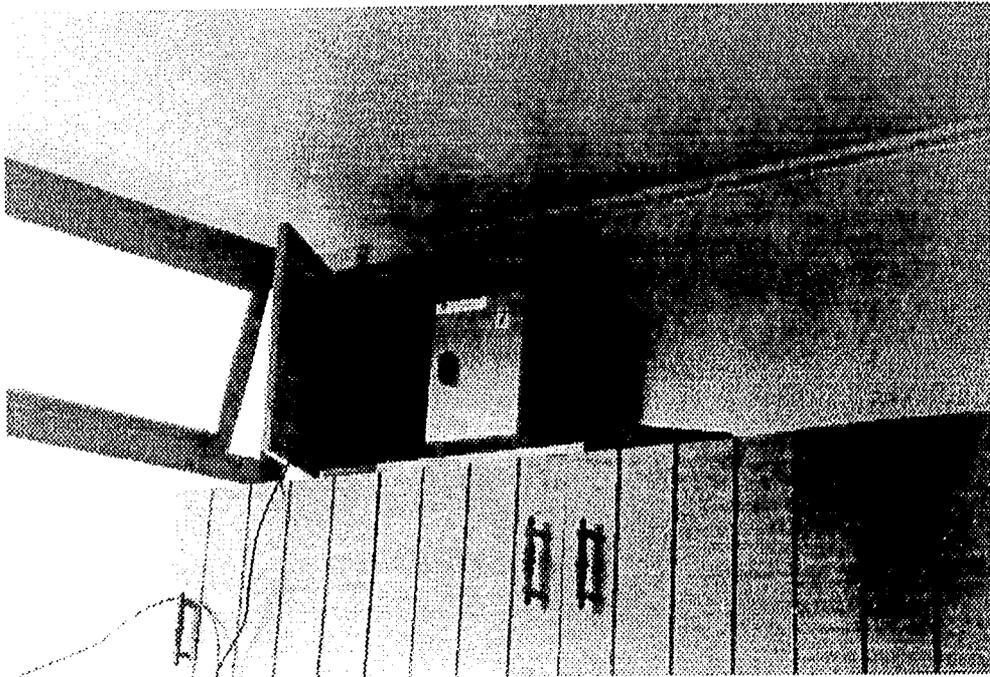


Figura 4.4 Estaciones Sensoras colocadas dentro del edificio.



Para este prototipo, el cableado de la red de comunicaciones, únicamente se colocó para su protección una estructura de tubería tipo "Conduit".

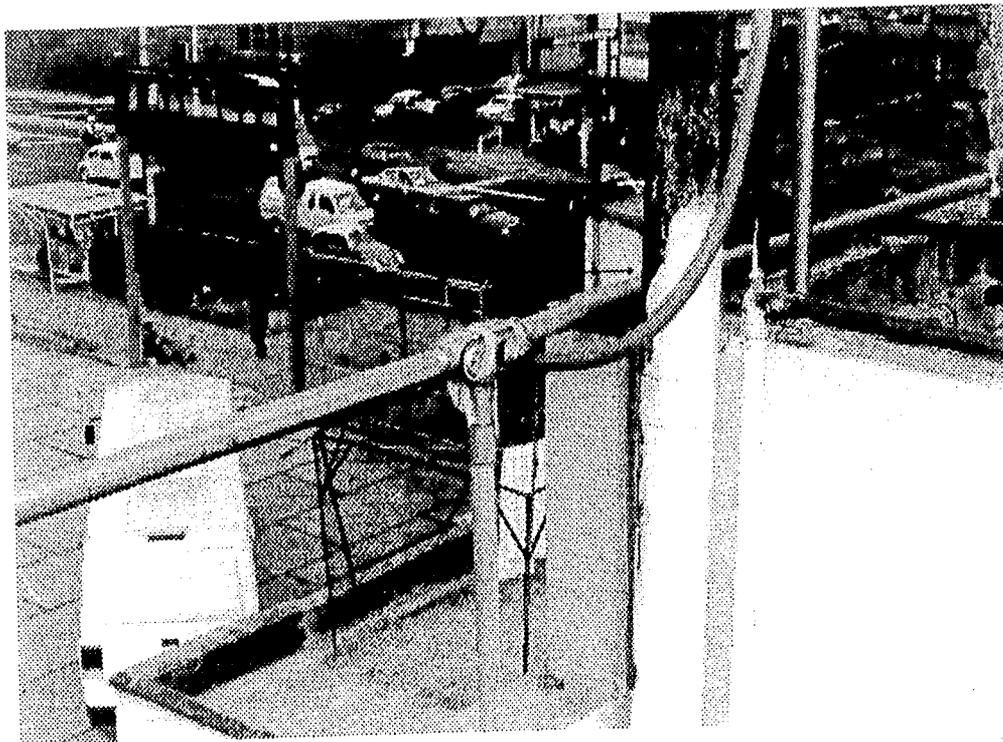
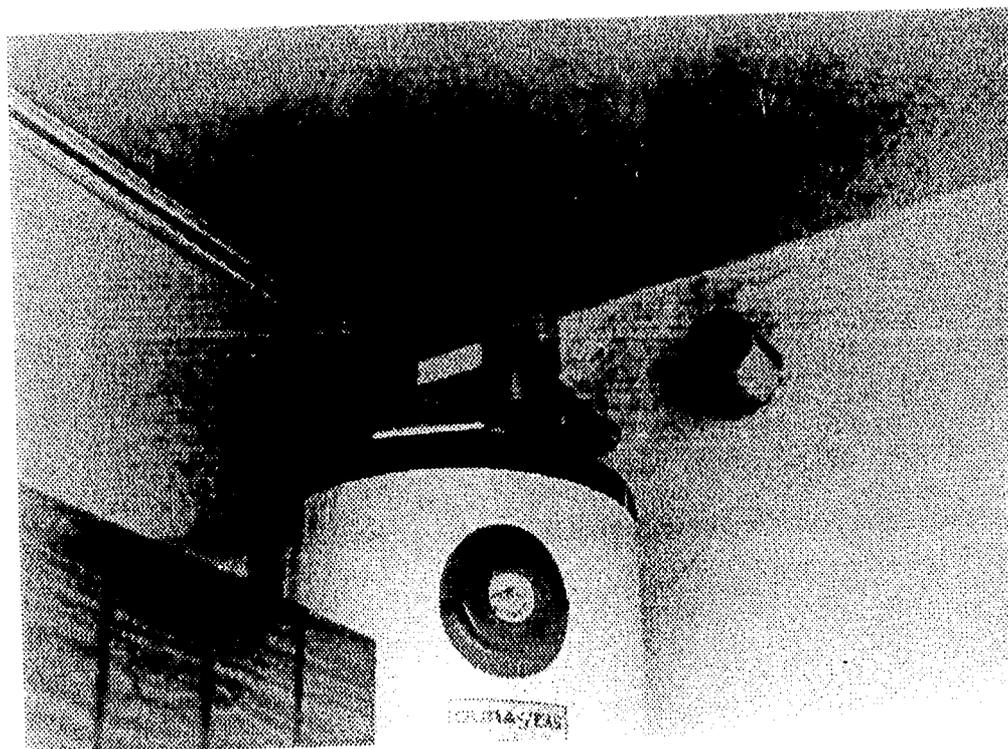


Figura 4.5 Detalle de tubería en instalación abierta y cerrada.



PRUEBAS

En este momento se tienen instaladas las 10 estaciones sensoras (EstSen), pero solo están habilitadas seis de ellas, las cuatro restantes trabajan unicamente como repetidores.

Se han hecho pruebas con un contador en forma de rampa, monitoreando cada una de las estaciones:

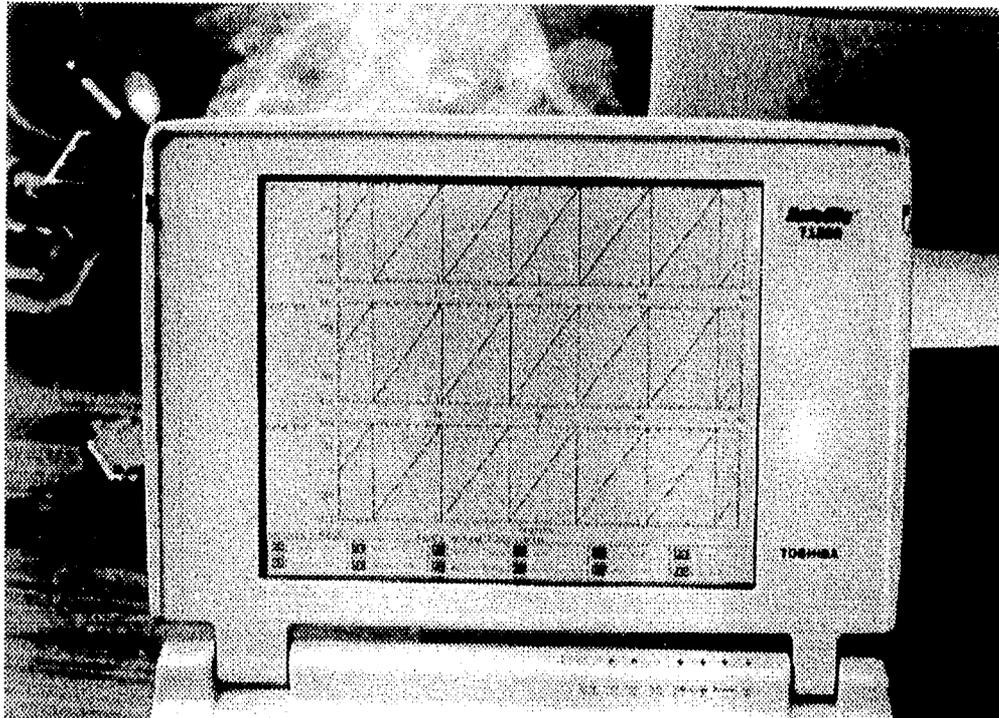


Figura 4.6 Prueba tipo rampa.

De igual forma, se han hecho pruebas con movimientos creados manualmente directamente sobre las cajas de las estaciones

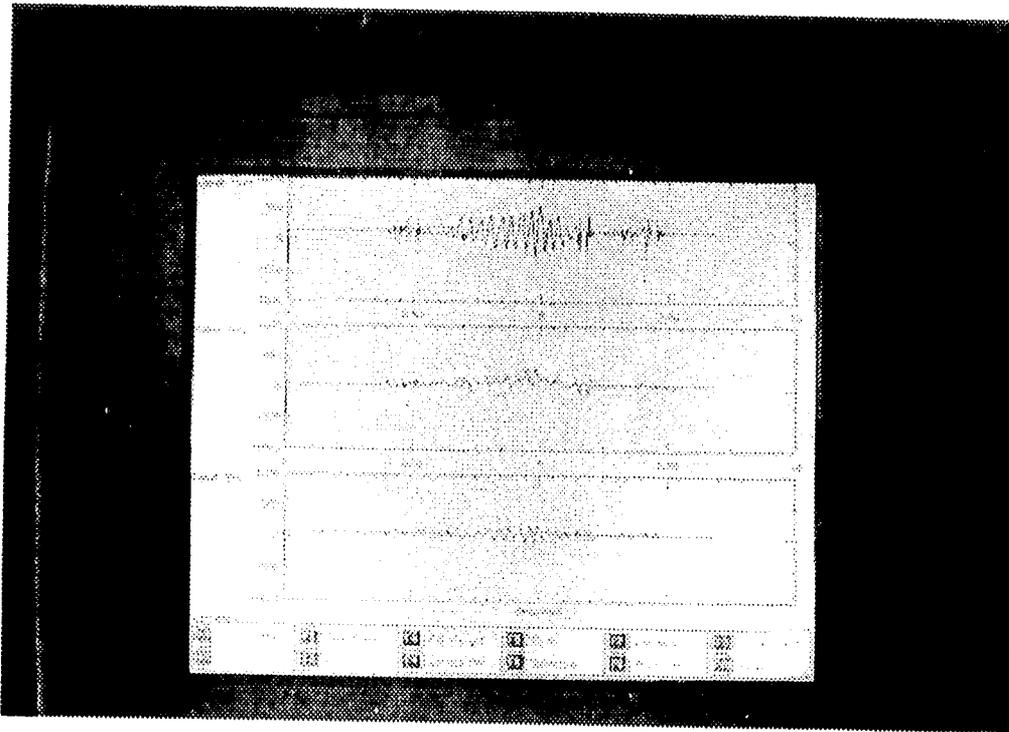
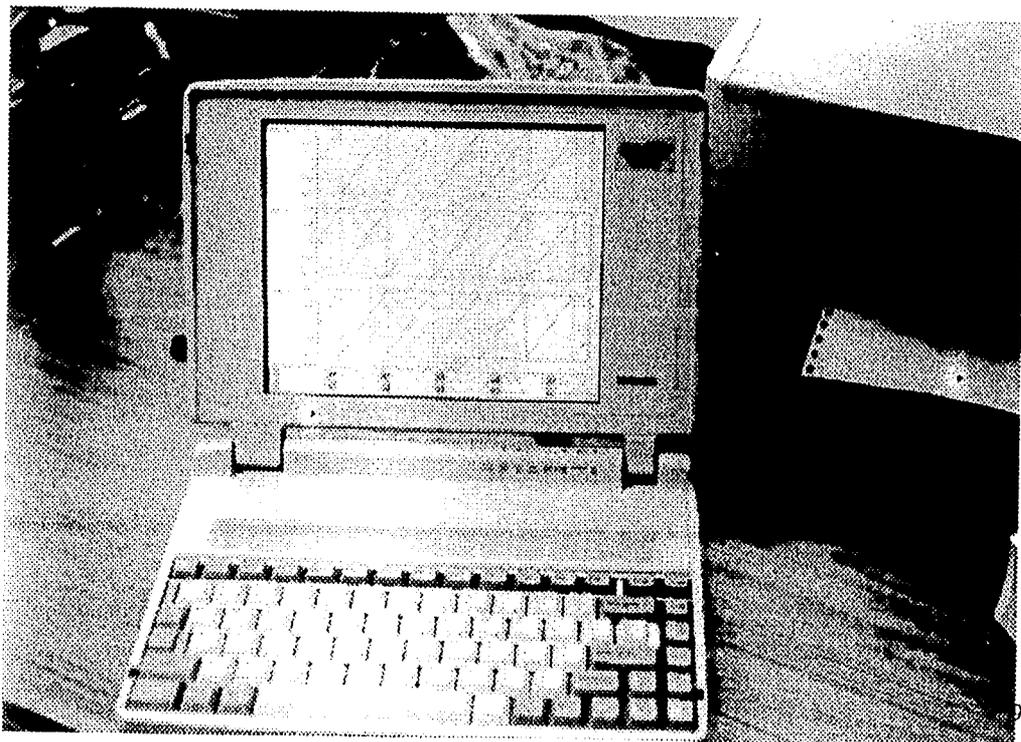


Figura 4.7 Pruebas tipo movimiento y rampa.



Aunque las pruebas son satisfactorias, se ha detectado que dos de las estaciones sensoras, han presentado fallas en los monitoreos en la comunicación , esto, en un bajo porcentaje (10% aproximadamente).

A partir de este momento, el siguiente paso es habilitar las cuatro estaciones restantes y continuar el monitoreo del sistema

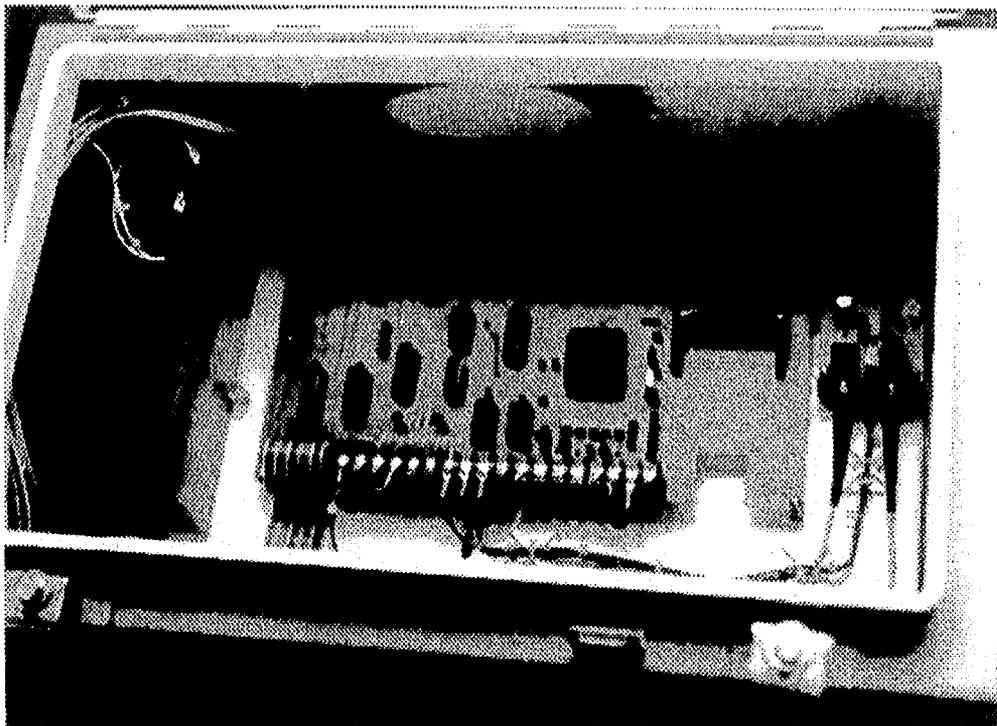


Figura 4.8 Detalle de la Central de Registro.

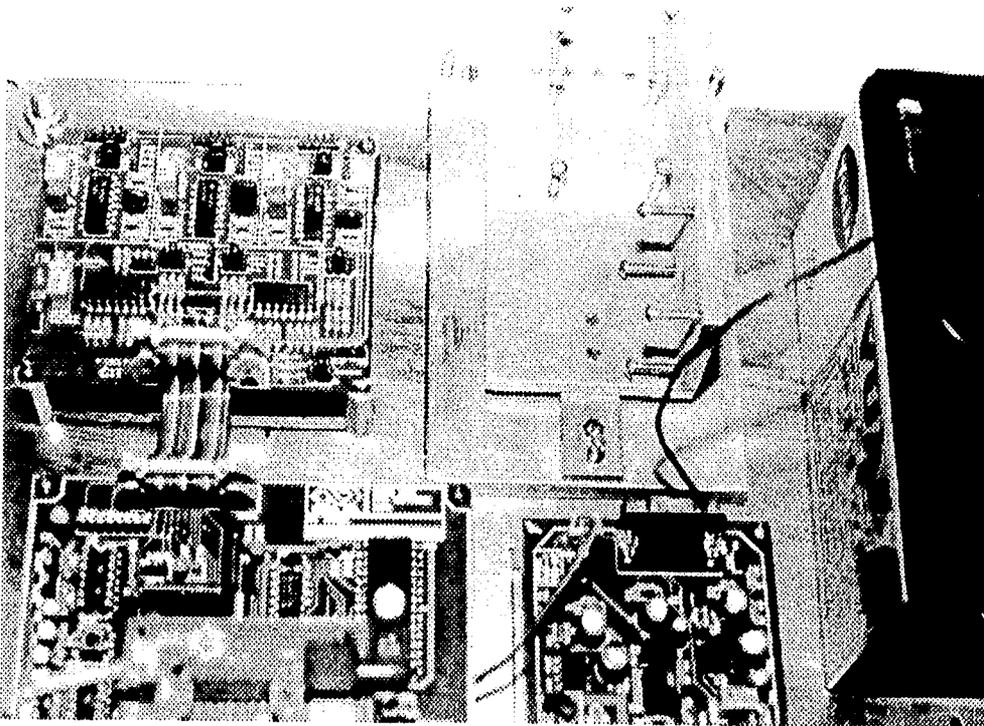
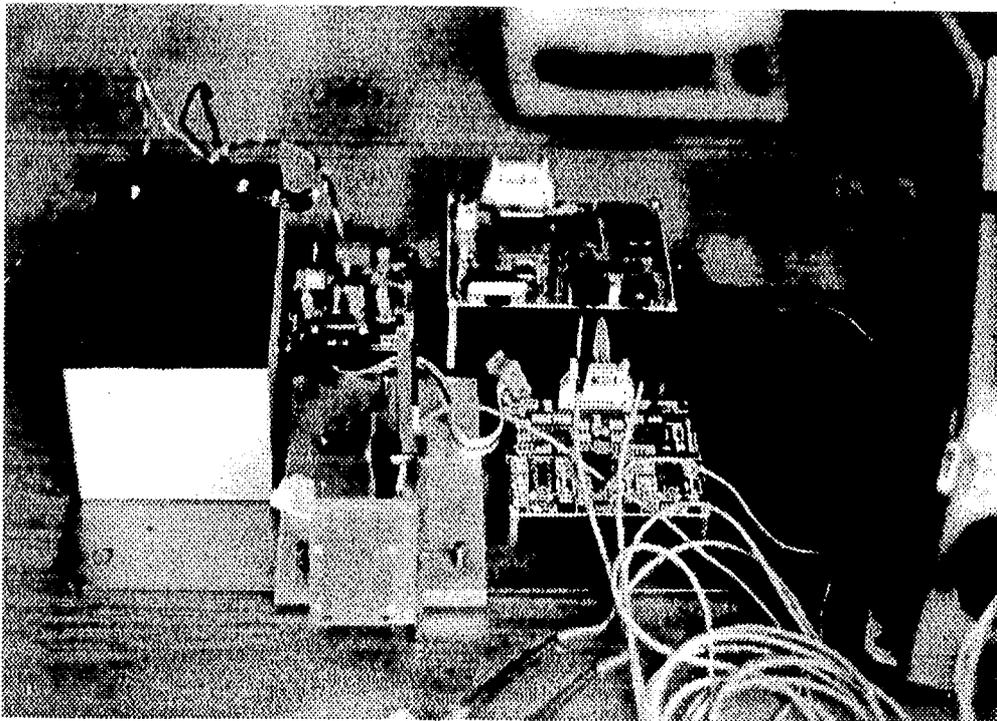


Figura 4.9 Detalle de la Estacion Sensora.



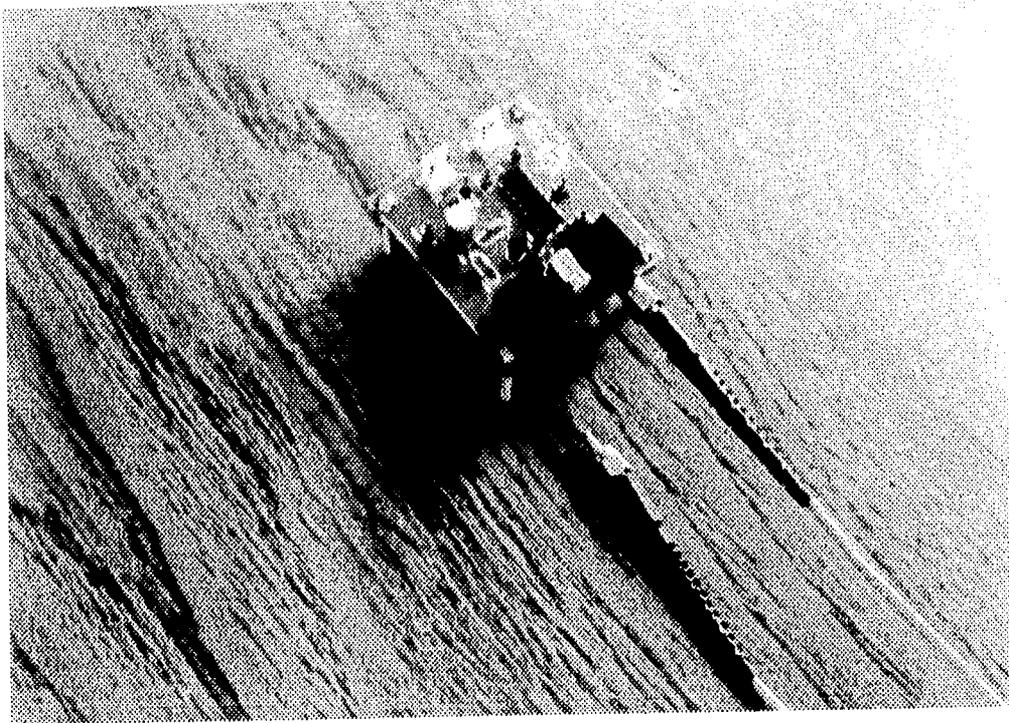
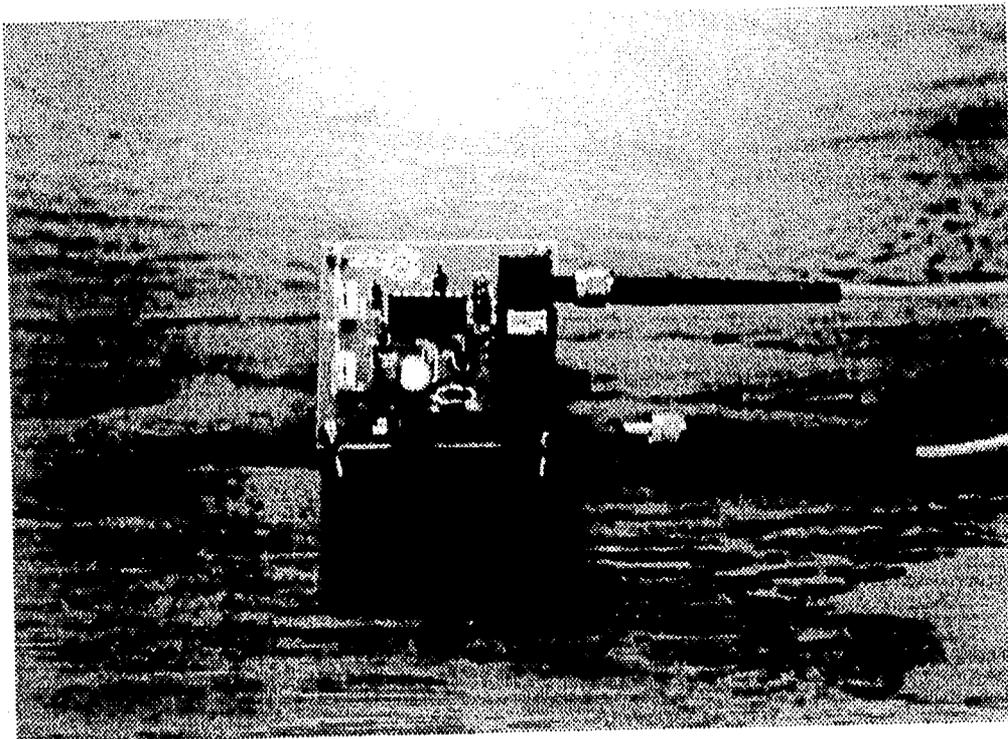


Figura 4.10 Detalle del Módulo Óptico.



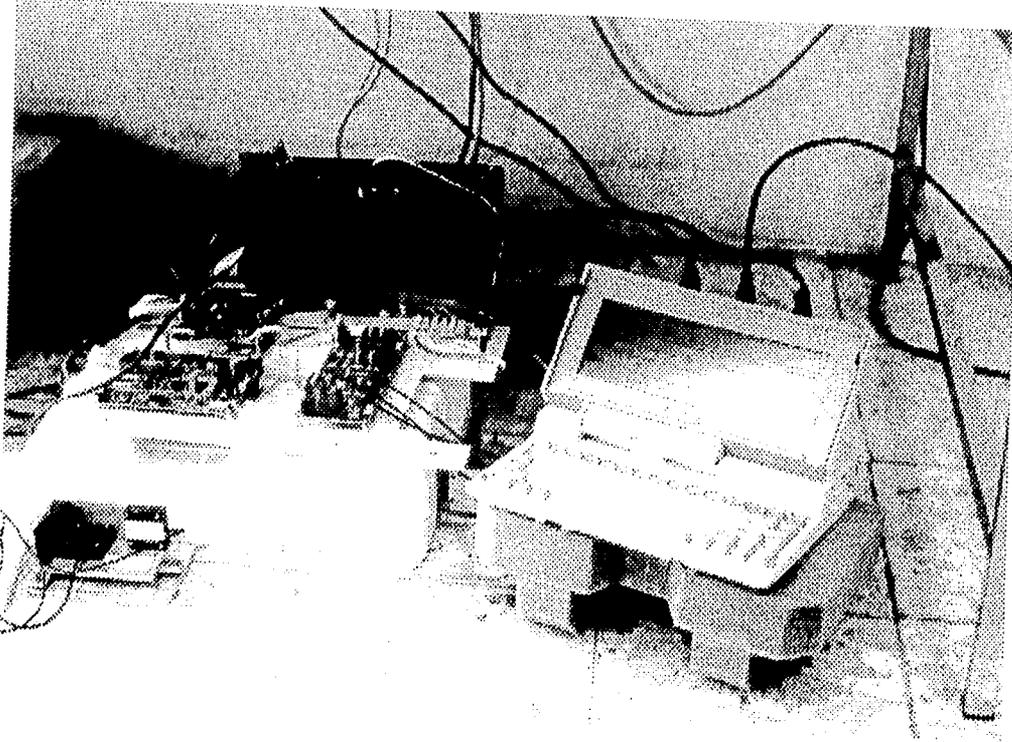
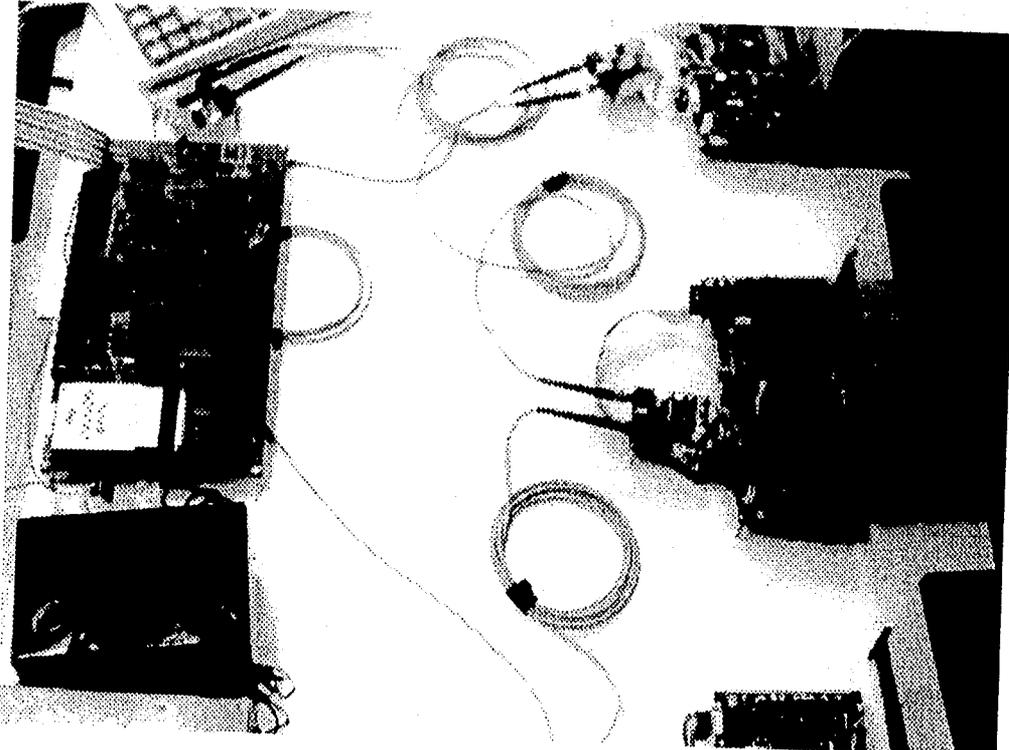


Figura 4.11 Pruebas en Laboratorio.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Con el desarrollo e instauración del Sistema de Comunicaciones se integra y da fin a la primera versión del Sistema Acelerométrico de Estructuras, cumpliendo con el objetivo general de esta Tesis.

Una vez más, la electrónica es un fuerte instrumento de apoyo para otras ciencias, en esta ocasión, es la base para el estudio del fenómeno sísmico ante el cual debemos de estar mejor preparados día a día en la Ciudad de México.

El hecho de haber seleccionado la Fibra Óptica como medio de transmisión ideal para este estudio, no implica que sea el único medio aceptado en el sistema, de igual forma, los otros medios de comunicación bien pueden ser aplicados, a diferencia de que con la Fibra Óptica contamos con la gran ventaja de la inmunidad al ruido electromagnético, lo cual permite utilizar protocolos de comunicación completamente simples, esto es, no hay necesidad de hacer uso de transmisiones codificadas como se tuviera que hacer con los otros medios de transmisión.

En términos generales, el prototipo cumple con los requerimientos iniciales, sin embargo, una de las fallas que se han detectado, es que, debido a la topología de anillo que se maneja, cuando una estación repetidora pierde su integridad, se pierde la comunicación en todo el sistema. Pensando en el sistema de comunicaciones de la red local FDDI, se podría implementar la colocación de un segundo anillo que permita restablecer la comunicación perdida por el anillo principal.

Como se ha mencionado, con el desarrollo del Sistema de Comunicaciones se ha integrado el Sistema Acelerométrico de Estructuras "SADE", pero para que se pueda dar por concluido este proyecto, hace falta un gran trabajo; como es la comercialización del sistema. Para llegar a este punto, lo primero que hay que hacer es elaborar un plan de mercado en el cual se estudien individualmente las posibles diferentes soluciones para cualquier necesidad de un posible cliente, estas diferentes necesidades, pueden ser: tamaño de la construcción, número de puntos de medición y lo que es más importante presupuestos.

estas diferentes necesidades, pueden ser: tamaño de la construcción, número de puntos de medición y lo que es más importante presupuestos.

Otro punto de suma importancia, es el crear en la población una educación sísmica y fomentar la importancia de tomar acciones preventivas, como es el desarrollo de este sistema, y no tomar acciones correctivas, porque en el caso del riesgo sísmico, las acciones correctivas difícilmente existen.

BIBLIOGRAFIA

Stallings William
"Local Networks"
Honeywell Information Systems Inc.
McLean, Virginia

BYTE Magazine
IBM Special Edition 1989

BYTE Magazine
January 1989

IEE Communications Magazine
May 1986

DATA COMUNICATIONS Magazine
February 1989

CIRCUIT CELLAR INK Magazine
July 1991

Personck Stewart D.
"Fiber Optic Tecnology and Aplications"
Bell Communications Research, 1988

Hecht Jeff
"Understanding Fiber Optics"
Howard W. Sams & Company, 1990

Universal Transport System (UTS)
"Fiber Optic Design Guide"
SIECOR Corporation, 1988

AMPHENOL Fiber Optics Products.
"Fiber Optic Designer's Handbook"
1990

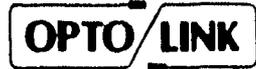
"Technical Reference Pocket Guide"
Bay Networks
1994

"LAN System Design "
AT&T Education & Training
1993

APENDICE A

DISPOSITIVOS OPTICOS

ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE



Fiber Optic Data Link Series 500

DATA SHEET NO. IO 013-0489

DESCRIPTION

Designed for optimum performance and versatility, the OPTO/LINK Series 500 can transmit data from DC to 10 Mb/s on glass fiber for distances up to 3000 meters. The LED transmitter and PIN photodiode TTL receiver are packaged for PC board mounting with standard SMA optical ports.

APPLICATIONS

- Instrumentation
- High EMI/RFI noise areas
- Electrical isolation
- Data transmission
- Medical



FEATURES

- SMA compatible
- DC to 10 Mb/s capability
- Transmission up to 3 km
- Small size
- PC board mountable
- TTL/STTL/LSTTL compatible receiver
- High reliability yet low cost
- Accommodates 50/125 and 100/140 μ m fiber

ELECTRICAL AND OPTICAL SPECIFICATIONS ($T_A = 25^\circ C$)

OPTO-502 RECEIVER

Parameter	Test Condition	Sym.	Min.	Typ.	Max.	Units
Sensitivity	$V_{CC} = 5.0 V$ $I_{CC} = 15 mA$ $\lambda = 850 nm$ 10 Mb/s	Pin	-32			dBm
High Level Output Voltage	$V_{CC} = 5.0 V$ Pin < 0.1 μW $I_O < 0.8 mA$	V_{OH}	2.4	3.3		Volts
Low Level Output Voltage	$V_{CC} = 5.0 V$ Pin > 1.0 μW $I_O < 8 mA$	V_{OL}			0.4	Volts
Power Supply Current	$V_{CC} = 5.0 V$	I_{CC}		15	20	mA
Pulse Width Distortion	$V_{CC} = 5.0 V$ $f = 2.5 MHz$ Pin = 1 μW Pk 50% duty cycle	PWD		5	10	%

OPTO501-12, OPTO501-13 TRANSMITTERS

Parameter	Test Condition	Sym.	Min.	Typ.	Max.	Units
Forward voltage	$I_f = 50 mA$	V_f		1.60	2.00	Volts
Reverse voltage	$I_r = 10 \mu A$	BV_R	1.0	5.0		Volts
Fiber Coupled Optical Power	$I_f = 50 mA$ 50/125 micron Fiber	P_f	-12	-22	-21	dBm
Peak Wavelength	$I_f = 25 mA$	λ_p		850		nm
Spectral Bandwidth	$I_f = 100 mA$	$\Delta\lambda$		50		nm
Response time	$I_{pk} = 100 mA$	t_r t_f		6 8	8 10	nS

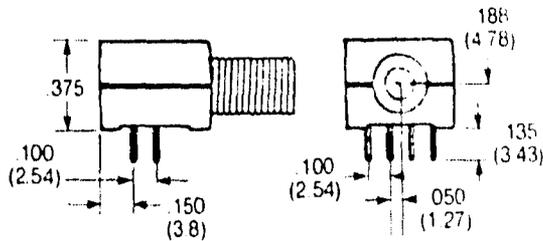
OPTO/LINK is a trademark of INTEROPTICS

105

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

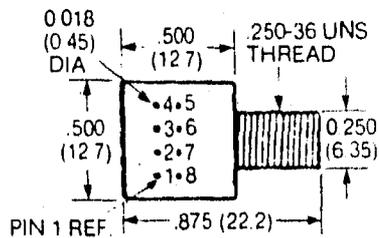
Storage & operating temperature	-40° C to +100° C
Lead solder temperature	260° C, 10 sec
Forward current, OPTO-501-XX	50 mA dc
Reverse voltage, OPTO-501-XX	1 Volt at 10 μ A
Supply voltage, OPTO-502	5.5 V

PACKAGE INFORMATION



PIN OUT									
1	2	3	4	5	6	7	8	PART NUMBER	TYPE
N	A	K	N	N	A	A	N	OPTO-501-XX	LED

A = Anode, K = Cathode, N = Not Connected



PIN OUT									
1	2	3	4	5	6	7	8	PART NUMBER	TYPE
N	V	G	N	N	O	G	N	OPTO-502	Digital

O = Output, G = Ground, N = Not Connected, V = V_{CC}

All dimensions are in inches (millimeters)

ORDERING INFORMATION

Description	Part Number
Transmitter 850 nm 10 Mb/s 5 μ W	OPTO-501-12
Transmitter 850 nm 10 Mb/s 10 μ W	OPTO-501-13
TTL Receiver 10 Mb/s	OPTO-502
SMA connector	OPTO-1003
Cable 50/125 micron	OPTO-1000M



770 Airport Blvd., Burlingame, CA 94010
 (415) 347-7727 • FAX (415) 340-1670
 TWX 910-374-2353 • MCI/TLX 677-1439 (PURDY UW)

INTEROPTICS reserves the right to change these specifications as required to permit improvements in the design of its products.

APENDICE B

TIPOS DE CONECTORES

CONNECTORS AND CABLE ASSEMBLIES

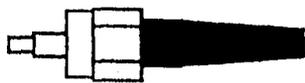
INTEROPTICS supplies the following connectors separately, or terminated. We connectorize single and multifiber cables with any connector combination and to any length.



SMA 905



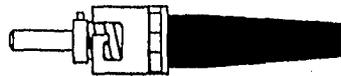
D-4



SMA 906



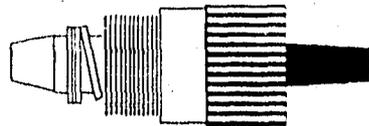
FC, FC/PC



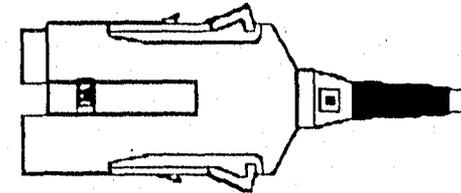
ST



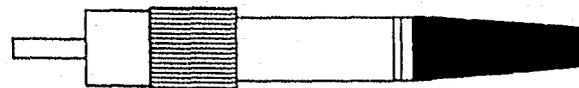
SC



Biconic

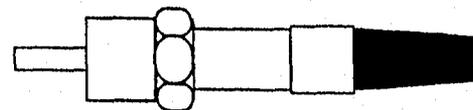


FDDI



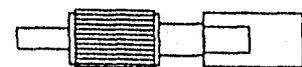
HMS-10/HP

We supply connectors from:



DIAMOND

Amphenol® **3M**



DIN 47256

DIAMOND® SEIKOH



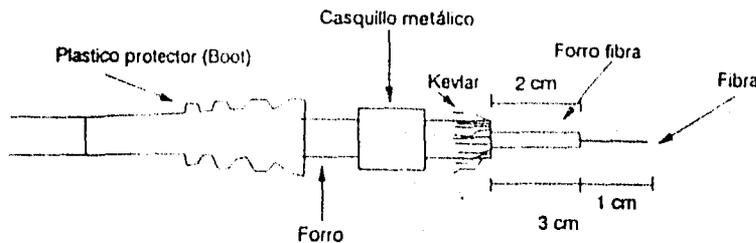
TOSHIBA

APENDICE C

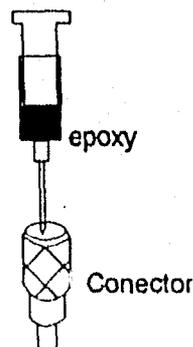
CONSTRUCCION DE CONECTORES

Procedimiento para hacer conectores de F.O. tipo SMA.

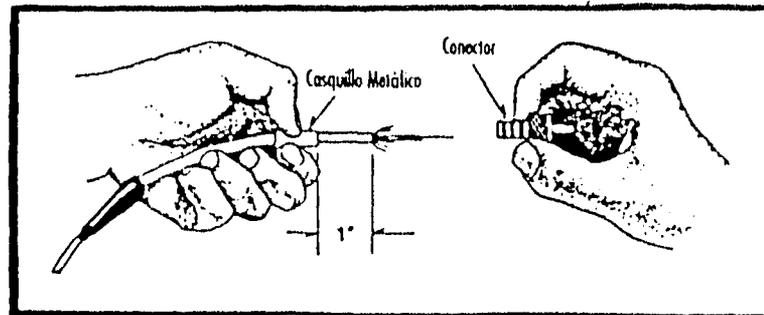
1. Deslice la cobertura de plástico (Boot) sobre el cable de F. O. Si es necesario corte la cobertura de plástico en tramos de 1/6" de pulgada hasta que se deslice suavemente sobre el cable de F.O.
2. Deslice el casquillo o abrazadera metálica para presionar el cable.
3. Usando las pinzas, corte el forro del cable y los hilos de fibra de vidrio (kevlar), con las pinzas especiales para pelar f.O. corte el forro de plástico (Buffer) que protege a la fibra, con cuidado para no romper la F.O. prepare el cable de acuerdo a las dimensiones indicadas en la fig 1.



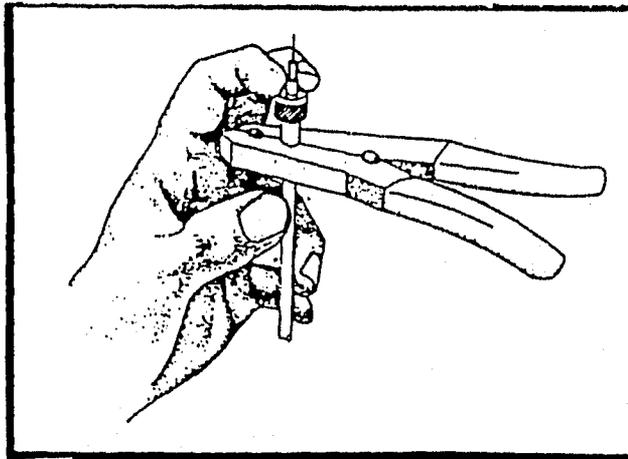
4. Limpie la fibra y el forro de plástico (Buffer) con alcohol una limpieza de la fibra es esencial para lograr calidad en el conector.
5. Inserte la fibra en el conector para confirmar las dimensiones de los cortes.
6. Prepare la solución epoxy de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Los resultados dependen de usar una solución fresca. Descarte una epoxy, cuando la viscosidad esté sustancialmente incrementada; (una epoxy de larga duración es la TRA-F223E).
7. Introduzca dos gotas de epoxy en el cuerpo del conector usando un jeringa como se ilustra en la fig 2. Inmediatamente proceda a insertar la fibra.



8. Tome el cable y el conector como se muestra en la fig 3 y con mucho cuidado inserte la fibra hasta el tope que indica el conector. Una rotación muy suave del conector puede facilitar la inserción. Durante la introducción puede ocurrir una presión hidráulica considerable. Paulatinamente permita tiempos para que ésta se libere.



9. Suba el casquillo para presionar hasta la parte trasera del conector. Sujételo como se muestra en la fig 4 (con una ligera presión del conector hacia el final del buffer). La fibra deberá permanecer así, asegurada dentro del conector, durante la fijación del casquillo. Con las pinzas oprima el casquillo utilizando la cavidad apropiada vigilando que el casquillo continúe cubriendo el área trasera del conector, oprima las pinzas hasta escuchar un clic y que éstas se liberen.



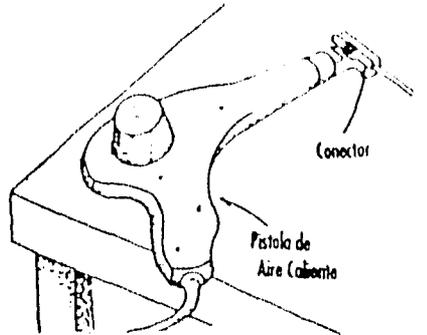
10. Coloque el conector en un lugar seguro manejándolo con cuidado y deje secar de 1 a 2 semanas, el secado de la epoxy depende de la calidad y fecha de caducidad de ésta, si la epoxy ya caducó el secado, es más tardado.

Existe un proceso de secado rápido, por medio de la pistola de aire caliente. En este proceso se corre el riesgo de llegar a derretir el forro de la fibra pro, lo cual no es muy recomendable.

Proceso secado rápido.

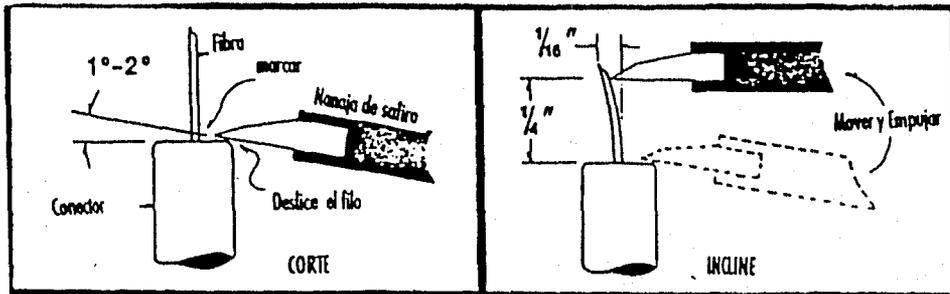
Coloque el conector y la pistola de aire caliente como se indica en la fig 5. Caliente el conector de 120 a 140 seg. Use la pistola de aire caliente ampenol, la cual proporciona la temperatura, adecuada para esta terminación (140 C.). NOTA: tenga cuidado el conector estara caliente.

Este procedimiento de secado o cura del conector esta diseñado para epoxy TRA BOND F 230.

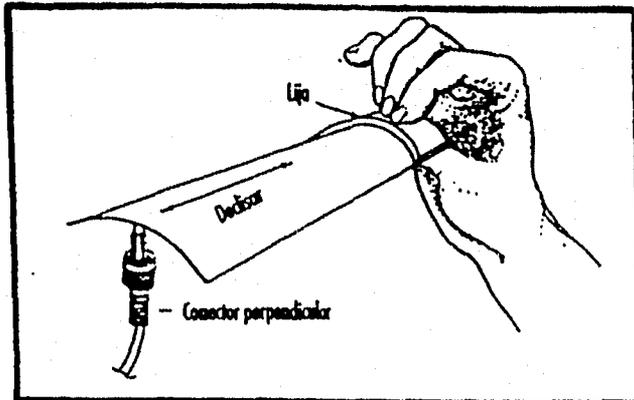


11. Una vez que la epoxy haya secado completamente, se procede a cortar el restante de la fibra.

Coloque el conector y la navaja de safiro como se muestra en la fig 6 suavemente deslice la navaja para marcar el punto de ruptura de la fibra. Después con la misma navaja flexione la fibra como se muestra en la fig 6, aproximadamente 1/4" (0.65 mm) de distancia de la punta del conector y empujando con cuidado hasta que la fibra se corte.



12. Con una lija de 40 Micrones deslice 40 veces de atrás hacia adelante del conector dándole una forma curva a la lija con la mano, como se muestra en la fig 7, este procedimiento reduce la longitud de la fibra lo suficiente, para los pulidos finales descritos en seguida, limpie el conector para remover partículas, pegamento, etc.

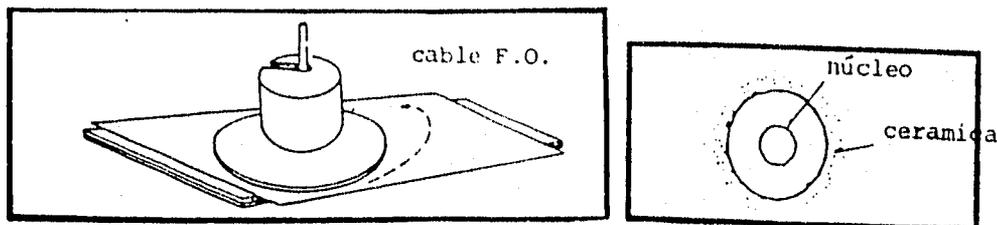


13. Instale el conector en la herramienta de pulida de fuerza constante ampenol como se muestra en la fig 8. Coloque la lija de 15 micrones en una superficie plana y pula el conector con movimientos circulares de diámetro aprox. de 2 ". Complete 40 círculos o mas si es necesario, continúe con éste pulido cambiando la lija a una de 1 micron

hasta que la epoxy desaparezca a la vista del microscopio y observe un acabado satisfactorio.

14. Remueva el conector de la herramienta y deslice el hule protector hasta cubrir el casquillo. Limpie el conector con un trapo suave (si la punta de la fibra se atora sobre el trapo suave repita el paso 13) para la calidad óptima del conector se deberá limpiar con aire comprimido.

La fig 9 muestra un ejemplo de una vista al microscopio de un buen pulido, así también se muestra la vista en la sección de corte de los conectores.



APENDICE D

COSTOS

A continuación se presenta una relación del costo, en dólares, de un sistema básico, el cual consta de 1 estación central (CEN-REG), 10 estaciones sensoras (EST-SEN), y lo indispensable para la instalación de un prototipo inicial.

EQUIPO BASICO			
Cantidad	Descripción	Costo	Total
1	Estación Central (CEN-REG)	1,454.40	1,454.40
10	Estación Sensora (EST-SEN)	228.00	2280.00
10	Módulos de Fibra Óptica	80.00	800.00
11	Fuentes de Poder	80.00	800.00
30	Sensores PiezoResistivos	280.00	8,400.00
1	Caja Metálica	60.00	600.00
1	Cable Fibra Óptica	200.00	200.00
1	Mano de Obra	400.00	400.00
1	Computadora	2,000.00	2,000.00
Total			16,934.40

APNDICE E

LISTADO DE PROGRAMACIÓN DE LAS ESTACIONES

Y

DIAGRAMAS ELECTRONICOS

PROGRAMA DE LA ESTACION CENTRAL DE REGISTRO

MODULO PRINCIPAL

```

/*****
Nombre: CEN C51
Fecha: nov/92
*****/

#pragma code small rom(compact)
#pragma symbols debug
#pragma optimize(3)
#include <reg80552.h>

/***** DEFINICION DE MACROS *****/
/** Apuntadores, banderas y contadores **/

#define CBYTE ((ubyte*) 0x50000L)
#define XBYTE ((char*) 0x20000L)
#define ID ((ubyte*) 0x10000L)
#define numRST ID[0xF0]
#define pto ID[0xF1]
#define sas ID[0xF2]

/***** Constantes *****/

#define SIEMPRE 1
#define TABLA 0x1000
#define PARAM 42
#define MAXES 15
#define WGINT 0x1F
#define INBLQ 0xFF
#define LONPQ 125
#define FNBLQ 0x00

/**** Códigos del protocolo de comunicación ****/

#define SYN 0x16
#define ACK 0x08
#define NAK 0x15
#define EOT 0x04
#define ERR -1

/**** Direcciones del Reloj de Tiempo Real ****/

#define Seg XBYTE [0x0000]
#define Min XBYTE [0x0002]
#define Hora XBYTE [0x0004]
#define Dia XBYTE [0x0007]
#define Mes XBYTE [0x0008]
#define Anio XBYTE [0x0009]
#define Reg_A XBYTE [0x000A]
#define Reg_B XBYTE [0x000B]
#define Reg_C XBYTE [0x000C]
#define Reg_D XBYTE [0x000D]

typedef unsigned char ubyte;
typedef signed char sbyte;
typedef unsigned int uint;

/***** Bits de control *****/

sbit OMEG = P1^0; /* Señal de omega */
sbit P1_1 = P1^1; /* DECO H */
sbit P1_2 = P1^2; /* BUSY */
sbit P1_3 = P1^3; /* STROBE */
sbit P1_4 = P1^4; /* ON LINE */

sbit P1_5 = P1^5; /* ACK */
sbit P1_6 = P1^6; /* bit bajo de MASK-P1 */
sbit P1_7 = P1^7; /* bit alto de MASK-P1 */

/***** Variables globales *****/

data ubyte salEXT; /* Conserva el valor de las salidas externas */
data ubyte pagina; /* Se utiliza en la paginación */
data ubyte numEst; /* Contiene el número de la estación corriente */
data ubyte omega; /* Para guardar el código omega en el número de estación */

data ubyte t; /* Usada en el reloj de tpo. real */
data ubyte c; /* Usada en el envío de datos */
data ubyte chksum; /* Checksum */
data ubyte leer; /* Para la lectura de muestras */
data ubyte falla; /* Para ciclos de reintento */
data ubyte vel; /* Velocidad de muestreo */
data uint envio; /* Total de bloques de 25 muest del preevento */

data uint maxmem; /* Preevento máximo */
data uint blq; /* Total de bloques para 75 seg. de preevento */

data uint mernoex; /* Apuntador mem. preevento */
data uint memais; /* Apuntador memoria regist. */
data uint inimem; /* Para el envío de bloques */
data ubyte mempag; /* Pág. de la IC-CARD */

idata ubyte buf_p[PARAM + 1]; /* Parámetros por omisión */
idata ubyte retEst[11]; /* Resets de las EstSen */

void boot(void);
void salida_ext(void);
void paginacion(void);
void watchdog(void);
void diag_esten(void);
void vel_esten(void);
void sinc_esten(void);
void sinc_ptoS0(void);
void Lee_muest(void);
void EnviaS0(ubyte dato_S0);
void LeeS0(void);
void Ini_PC(void);
void Registra(void);
void Comunica(void);
void Ini_PC(void);
void tiempo(void);
void LeeLPT(void);
void EnvialPT(ubyte dato);
void Envia_dat(void);
void Recibe_dat(ubyte inicio, fin);
void Envia_muest(uint bloques);
void Envia_alamo(void);
void actual(void);
void paramet(void);
void Monitor(void);
void Estad(void);
void Diagnostico(void);

```

```

/***** PROGRAMA PRINCIPAL *****/
Activa la señal de OPERACION y el watchdog. Utiliza la
interrupción CT2 para la comunicación en paralelo. Ocupa la
interrupción externa 0 para la señal del SAS. Si está abierto el
anillo o si no está colocada la IC-CARD, enciende y apaga el led
de FALLA. Si PS.7 = 1 realiza el boot de los parámetros
iniciales. Sincroniza las estaciones. Si la bandera pto está
encendida realiza la comunicación con la LAPTOP. Si la
bandera sas está activada, registra 75 segundos de evento. Lee
las muestras y las guarda en la memoria de preevento.
*****/

```

```

void main(void)
{
    salEXT |= 0x52; /* Activa OPERACION */
    salEXT &= 0x5F; /* Activa puerto serie y watchdog */
    salEXT ^= 0x04; /* Toggle de FALLA */
    salida_ext0(); /* Actualiza salidas externas */

    SCON = 0x80; /* Pto. serie modo 2 (9 bits UART) */
    CCON = 0x20; /* Interrup. CT2 por flanco de bajada */
    ECT2 = 1; /* Habilita interrupción CT2 */
    EX0 = PX0 = 1; /* Habilita interrupción externa 0
                    con prioridad alta */

    pto = sas = 0; /* Borra banderas */
    numRST ++; /* Incrementa contador de resets */
    EA = 1; /* Habilita interrupciones */

    while (PS & 0x80)
        boot(); /* Si PS.7 = 1 carga parám. iniciales */
    while (PS & 0x10); /* Si PS.4 = 1 IC-CARD no instalada */
    sinc_ptoSD0(); /* Espera respuesta de la red */

    watchdog(); /* Actualiza cuenta del watchdog */
    paramet(); /* Calcula parámetros del sistema */
    numEst = 0;
    sinc_estSen(); /* Sincroniza estaciones */

    do {
        if (pto)
            Comunica(); /* Comunicación con LAPTOP */
        watchdog(); /* Actualiza cuenta del Wdog */
        if (sas)
            Registra(); /* Registra evento */
        Lee_muest(); /* Lee muestras de las EstSen */
    } while (SIEMPRE);
}

```

```

/***** Comunica *****/
Envía el bloque de parámetros de operación y espera recibir
ACK, de no ser así, lo envía nuevamente. Incluye un menú
manejado desde la LAPTOP para:

```

- 1: Envío de datos del evento
 - 12: Borra memoria de evento.
- 2: Monitoreo de estaciones.
- 3: Autodiagnóstico.
- 4: Estadísticas del sistema.
- 5: Actualiza la configuración del sistema.
 - 51: Lee identificación del sistema.
 - 52: Lee parámetros del sistema.
 - 53: Lee fecha y hora actual.
 - 54: Envía bloque actualizado y termina la opción.
- 6: Envío de datos del preevento.
- 8: Fin de comunicación en paralelo.

```

*****
void Comunica(void)
{
    ubyte l, op;
    uint j;

    salEXT |= 0x20; /* Desactiva el watchdog */
    salida_ext0();
    ini_PC(); /* Protocolo: inicio de comunicación */
    tiempo(); /* Lee reloj de tiempo real */
    Envia_dat(); /* Envía parámetros del sistema */
    pto = 0; /* Apaga bandera de comunicación */

    do {
        op = LeeLPT();
        switch(op) {
            case 1:
                Envia_sismo(); /* Envía eventos regist. */
                if (LeeLPT() == 12) {
                    memsis = 0;
                    mempag = 0x80;
                    buf_p[42] = 0;
                    salEXT &= 0xF7; /* Apaga MEM */
                    salida_ext0();
                }
                break;
            case 2: Monitor(); break;
            case 3: Diagnostico(); break;
            case 4: Estad(); break;
            case 5:
                do {
                    op = LeeLPT();
                    switch(op) {
                        case 51: Recibe_dat(1,22);
                                break;
                        case 52: Recibe_dat(23,29);
                                paramet();
                                break;
                        case 53: Recibe_dat(30,36);
                                actual();
                                break;
                    }
                } while (op != 54);
                tiempo();
                Envia_dat();
                break;
            case 6: Envia_muest(envio);
                    break;
            case 8:
                for (i = 30; i <= 35; i++)
                    buf_p[i+8] = buf_p[i];
                salEXT &= 0x0F;
                salida_ext0(); /* Activa watchdog */
                TM2R = 0; /* Borra band. de interrupción */
                ECT2 = 1; /* Habilita interrupción CT2 */
                break;
        }
    } while (op != 9);
    numEst = 0;
    sinc_estSen();
}

```

```

/***** Envía_muest *****/
Envía el contenido de la memoria de preevento en bloques de
128 bytes, por cada bloque verifica si lo recibió la LAPTOP, en
caso contrario, lo envía de nuevo. El total de bloques se calcula
en paramet().
*****/
void Envía_muest(uint bloques)
{
  ubyte i;
  uint j = 0;
  pagina = 0; paginacion();
  do {
    do {
      inimem = memcoex; /* Conserva el valor del
                          apunador. */
      chksum = 0;
      for (i = 0; i < 128; i++) {
        c = XBYTE(memcoex++); /* Lee dato */
        chksum += c; /* Calcula checksum */
        EnvíaLPT(c); /* Envía el dato */
      }
      EnvíaLPT(chksum); /* Envía checksum */
      c = LeeLPT();
      if (c == ACK) { /* Si recibe ACK estuvo
                      correcto */
        F1 = 0;
      }
      else {
        memcoex = inimem; /* Para envío de nuevo */
        F1 = 1;
      }
    } while (F1);
    if (memcoex == maxmem)
      memcoex = 0;
  } while (++bloques);
  salEXT |= 0x40;
  salida_ext();
}

```

```

/***** Envía_simo *****/
Envía el contenido de la IC-CARD, comenzando con nueve
bytes de encabezado, 75 segundos de evento en bloques de
128 bytes y 3 bytes de fin de evento. Esto se repite tantas veces
como eventos se tengan registrados.
*****/
void Envía_simo(void)
{
  ubyte i, l;
  uint j = 0;
  pagina = 0x80; /* Habilita IC-CARD */
  memais = 0;
  for (i = 1; i < buf_p[42]; i++) { /* buf_p[42] contiene total
  de eventos */
    paginacion();
    for (l = 0; l < 9; l++) { /* Envía cabecera */
      c = XBYTE(memais++);
      EnvíaLPT(c);
    }
  }
}

```

```

memais += 119;
if (memais == 0) { /* Sigüentes 64 K's */
  ++pagina; paginacion();
}
do { /* 75 segundos del evento */
  do { /* Envía bloques de 25 muest */
    inimem = memais;
    chksum = 0;
    for (i = 0; i < 128; i++) {
      c = XBYTE(memais++);
      chksum += c;
      EnvíaLPT(c);
    }
    EnvíaLPT(chksum);
    c = LeeLPT();
    if (c == ACK) {
      F1 = 0;
    }
    else {
      memais = inimem;
      F1 = 1;
    }
  } while (F1);
  if (memais == 0) {
    ++pagina; paginacion();
  }
} while (++bloq);
c = XBYTE(memais++); /* Envía fin de evento */
EnvíaLPT(c);
c = XBYTE(memais++);
EnvíaLPT(c);
c = XBYTE(memais++);
EnvíaLPT(c);
memais += 125;
if (memais == 0)
  ++pagina; /* Incrementa la página */
salEXT |= 0x40; salida_ext();
}

```

```

/***** Lee_muest *****/
Solicita el buffer de muestras a la estación correspondiente y lo
almacena en la memoria de preevento en bloques de 128
bytes: un byte de inicio, el número de la estación, 125 bytes de
datos y un byte de fin de bloque. Intenta leer la estación 10
veces, si no lo logra, marca ese bloque como malo con un uno
en el bit 5 del número de estación.
*****/
void Lee_muest(void)
{
  ubyte i;
  if (++numEst < buf_p[23]) /* Sigüente estación */
    numEst = 1;
  tela = pagina = omega = 0;
  paginacion(); /* Habilita memoria preevento */
  do {
    watchdog();
    PD = 0;
    TBS = 1;
    EnvíaSO(numEst);
  }
}

```

```

TBS = 0;
EnviaSO('1');
FO = 0;
REN = 1;
switch (LeeSO()) {
  case NAK:
    while (LeeSO() != ACK) {
      FO = 0;
      watchdog();
    }
  case ACK:
    if (buf_p[24] & 0x40) {
      omega = OMEG;
      omega = omega < 4;
    }
    omega |= numEst;
    XBYTE(memoex++) = INBLO;
    XBYTE(memoex++) = omega;
    for (i = 0; i < LONPQ; i++) {
      XBYTE(memoex++) = LeeSO();
    }
    XBYTE(memoex++) = FNBLQ;
    if (memoex == maxmem) /* Preevento
      memoex = 0; circular */
    /* Deshabilita la paginación */
    salEXT |= 0x40; salida_ext();
    watchdog();
    leer = 1;
    break;
  default:
    EnviaSO(EOT);
    leer = 0;
    break;
}
REN = 0;
} while (!leer && (+ + falla 10));
if (!leer) { /* Indica error en el bloque */
  XBYTE(memoex++) = INBLO;
  XBYTE(memoex++) = (numEst | 0x20);
  memoex += 125;
  XBYTE(memoex++) = FNBLQ;
  if (memoex == maxmem) memoex = 0;
}
/* Deshabilita la paginación */
salEXT |= 0x40; salida_ext();
}
/***** Recibe_dat *****/
Guarda en el buffer los parámetros modificados y verifica si los
recibió correctamente, de no ser así, solicita que se le envíen
nuevamente. Recibe identificación del sistema, parámetros o
fecha y hora. Utiliza F1 como bandera de error.
*****/
void Recibe_dat(ubyte inicio, fin)
{
  ubyte i;
  do {
    chksum = 0;
    for (i = inicio; i < fin; i++) {
      c = LeeLPT(); /* Lee dato */
      buf_p[i] = c; /* Lo almacena en el buffer */
      chksum += c; /* Calcula checksum */
    }
    if (LeeLPT() == chksum) {
      EnviaLPT(ACK); F1 = 0;
    } else {
      EnviaLPT(NAK); F1 = 1;
    }
  } while (F1);
}
/***** Envía_dat *****/
Envía los parámetros de operación y verifica si lo hizo
correctamente, de no ser así, repite el envío. Utiliza F1 como
bandera de error.
*****/
void Envía_dat(void)
{
  ubyte i;
  do {
    chksum = 0;
    for (i = 1; i < PARAM; i++) {
      c = buf_p[i]; /* Toma parámetro del buffer */
      chksum += c; /* Calcula checksum */
      EnviaLPT(c); /* Envía parámetro */
    }
    EnviaLPT(chksum); /* Envía checksum */
    if (LeeLPT() == ACK)
      F1 = 0;
    else
      F1 = 1;
  } while (F1);
}
/***** paginación *****/
Habilita el decodificador de página y activa la salida externa
para actualizarla. Coloca el contenido de la variable pagina en
el puerto 4 y habilita el decodificador para activar la página
correspondiente.
*****/
void paginación(void)
{
  salEXT &= 0xBF; /* Habilita decodif. de página */
  salida_ext();
  P1_7 = 1; /* Habilita paginación */
  P1_6 = 1; /* Habilita paginación */
  P4 = pagina; /* Coloca página en el bus */
  P1_1 = 0; /* Habilita decodificador */
  P1_1 = 1; /* Deshabilita decodificador */
}
/***** salida_ext *****/
Coloca el contenido de la variable salEXT en el puerto 4 y activa
la salida externa para actualizarla. Dicha variable conserva el
valor de las salidas aunque exista un reset
*****/
void salida_ext(void)
{

```

```

P4 = salEXT; /* Coloca dato en el bus */
P1_7 = 1; /* Muestra para salida externa */
P1_6 = 0; /* MASK-P1 = 1 0 */
P1_1 = 0; /* Habilita decodificador */
P1_1 = 1; /* Deshabilita decodificador */
}

/***** Boot *****/
Toma los datos de inicialización de la memoria ROM y los
carga en el buffer de memoria RAM interna para que sean
manipulados. Inicializa el reloj de tiempo real y los apuntadores
de la memoria de preevento y de evento. Espera por un reset
del watchdog. Esta opción opera con jumper.
*****/

void boot(void)
{
  ubyte i;
  memoex = TABLA;
  for (i = 1; i < PARAM; i++) { /* Inicializa el buffer */
    buf_p[i] = CBYTE(memoex + i);
  }

  salEXT &= 0xF6; salida_ext(); /* Apaga señales de SISMO
  y MEM */

  pagina = 0x40; paginacion(); /* Inicializa reloj tpo. real */
  Reg_A = 0x26; /* Periodo de Interrupción
  122.07 microseg */

  Reg_B = 0x86; /* Activa SET, modo binario
  y de 24 horas */

  Reg_A = 0x26;
  Reg_B = 0x86;
  Seg = buf_p[35];
  Min = buf_p[34];
  Hora = buf_p[33];
  Dia = buf_p[32];
  Mes = buf_p[31];
  Anio = buf_p[30];
  Reg_B &= 0x7F; /* Apaga SET */

  salEXT |= 0x40; salida_ext(); /* Deshabilita decodificador
  de página */
  memoex = memsis = 0; /* Inicializa apuntadores */
  mempag = 0x80;
}

/***** actual *****/
Actualiza la hora y la fecha del sistema que recibe de la
LAPTOP.
*****/

void actual(void)
{
  pagina = 0x40; /* Inicializa reloj de tiempo real */
  paginacion();

  do
  {
    t = Reg_C;
    while(!t & 0x40); /* Espera PF = 1 */

    Reg_B |= 0x80;
    Seg = buf_p[35];
    Min = buf_p[34];
    Hora = buf_p[33];
    Dia = buf_p[32];
    Mes = buf_p[31];
  }

  Anio = buf_p[30];
  Reg_B &= 0x7F;
  salEXT |= 0x40; salida_ext();
}

Anio = buf_p[30];
Reg_B &= 0x7F;
salEXT |= 0x40; salida_ext();
}

/***** tiempo *****/
Lee la hora y la fecha del reloj de tiempo real y almacena esta
información en el buffer de parámetros
*****/

void tiempo(void)
{
  pagina = 0x40;
  paginacion();

  do
  {
    t = Reg_C;
    while(!t & 0x40);
    buf_p[35] = Seg;
    buf_p[34] = Min;
    buf_p[33] = Hora;
    buf_p[32] = Dia;
    buf_p[31] = Mes;
    buf_p[30] = Anio;
    salEXT |= 0x40; salida_ext();
  }

  /***** Estad *****/
  Envía el total de resets de cada estación y de la Central de
  Registro Borra el contador de resets.
  *****/

  void Estad(void)
  {
    for (numEst = 1; numEst <= buf_p[23]; numEst++) /*
    buf_p[23] = total de estaciones */
    do {
      FO = 0;
      TBO = 1;
      EnvíaS0(numEst);
      TBO = 0;
      EnvíaS0('3'); /* Solicita reset de la est. indicada */
      FO = 0;
      REN = 1;
      rstEst[numEst] = LeeS0();
      REN = 0;
    } while (rstEst[numEst] == ERR);
  }

  for (numEst = 1; numEst <= buf_p[23]; numEst++)
  EnvíaLPT(rstEst[numEst]);
  EnvíaLPT(numRST); /* Envía num. de 'resets' */
  numRST = 0;
}

/***** Monitor *****/
Solicita un muestra de la estación a monitorear, mientras P1 5
= 0. Cuando esta condición no se cumple, lee el número de
estación a monitorear o, si lee un cero, termina la opción.
*****/

void Monitor(void)
{
  ubyte i;
  do {
    numEst = LeeLPT();
  }
}

```

```

if (numEst > 0) {
    falla = 0;
    do {
        FO = 0;
        TB8 = 1;
        EnviaSO(numEst);
        TB8 = 0;
        EnviaSO('2'); /* Ordena monitoreo */
        FO = 0;
        REN = 1;

        switch (LeeSO()) {
            case NAK:
                while (LeeSO() != ACK) FO = 0;
                for (i = 0; i < 5; i++) /* Lee muestra */
                    rstEst[i] = LeeSO();
                leer = 1;
                break;
            default: leer = 0; break;
        }
        REN = 0;
    } while (!leer && (++falla < 16));

    if (OMEG)
        rstEst[0] |= 0x01;
    if (!leer)
        rstEst[0] |= 0x02; /* Indica error */
    for (i = 0; i < 5; i++) /* Envía muestra */
        EnviaLPT(rstEst[i]);
} while (numEst);
}

/***** paramet *****/
Inicializa el apuntador de la memoria de preevento, calcula la
dirección más alta (maxmem) y el total de bloques de 128
bytes (envio). Envía la velocidad de muestreo a las estaciones
(vel) y calcula el total de bloques para 75 segundos de evento
(blq).
*****/

void paramet(void)
{
    memox = 0;
    maxmem = ((uint)(buf_p[25]*0x20)/(buf_p[23]))*
        ((uint)buf_p[23]*128);
    envio = (maxmem/128);
    vel = (buf_p[24] & 0x03);
    vel_esten();
    EnviaSO(vel);

    switch (vel) {
        case 0: vel = 20; break;
        case 1: vel = 50; break;
        case 2: vel = 100; break;
        case 3: vel = 200; break;
    }
    blq = (uint)(vel*buf_p[23]);
    blq *= 3;
}

/***** Registra *****/
Captura en la IC-CARD la hora del evento. Guarda el
encabezado (9 bytes). Activa la señal de SISMO. Sincroniza
estaciones. Almacena 75 segundos de evento. Guarda el fin de
evento (3 bytes). Apaga señal de SISMO, guarda la página en la

```

```

que quedó (mempag), borra la bandera sas y permite
nuevamente interrupciones
*****/

void Registra(void)
{
    ubyte i;
    uint j = 0;
    pagina = 0x40; /* Hora del evento */
    paginacion();

    do
        i = Pag_C;
    while (!i & 0x40);
    buf_p[35] = Seg;
    buf_p[34] = Min;
    buf_p[33] = Hora;
    buf_p[32] = Dia;
    buf_p[31] = Mes;
    buf_p[30] = Añio;
    salEXT |= 0x40; salida_ext();
    pagina = mempag; /* Activa página correspondiente */
    paginacion();

    XBYTE(memais++) = INBLQ; /* Guarda cabecera */
    XBYTE(memais++) = 0;
    for (i = 30; i < 35; i++)
        XBYTE(memais++) = buf_p[i];

    XBYTE(memais++) = ++buf_p[42];
    memais += 119;
    salEXT |= 0x41; salida_ext(); /* Activa SISMO */

    if (memais == 0) /* Cambio de página */
        if (++pagina == 0xBF) {
            salEXT |= 0x08; /* Enciende MEM LLENA */
            salida_ext();
        }
    numEst = 0; /* Sincroniza estaciones */
    sinc_esten();

    do { /* Lee 75 segs. de evento */
        if (++numEst > buf_p[23]) numEst = 1;
        falla = omega = 0;
        do {
            FO = 0;
            TB8 = 1;
            EnviaSO(numEst);
            TB8 = 0;
            EnviaSO('1');
            FO = 0;
            REN = 1;

            switch (LeeSO()) {
                case NAK:
                    /* Espera que llene buffer */
                    while (LeeSO() != ACK) {
                        FO = 0;
                        watchdog();
                    }
                case ACK:
                    paginacion();
                    if (buf_p[24] & 0x40) {
                        omega = OMEG;
                        omega = omega < 4;
                    }
            }
        }
    }
}

```

```

omega = numEst;
XBYTE[memais++] = INBLO;
XBYTE[memais++] = omega;
for (i = 0; i < LONPO; i++)
    XBYTE[memais++] = LeeS0();
XBYTE[memais++] = FNBLO;
if (memais == 0) /* Cambio de pág. */
    if (++pagina == 0x8F)
        salEXT |= 0x08;
salEXT |= 0x40; /* Deco pag OFF */
salida_ext();
leer = 1;
break;
default: EnviaS0(EOT); leer = 0; break;
}
REN = 0;
} while (!leer && (++falla < 10));
if (!leer) { /* Si no leyó la est. */
    paginacion();
    XBYTE[memais++] = INBLO;
    XBYTE[memais++] = (numEst | 0x20);
    memais += 125;
    XBYTE[memais++] = FNBLO;
    if (memais == 0)
        if (++pagina == 0x8F)
            salEXT |= 0x08;
        salEXT |= 0x40; salida_ext();
}
while (++biq);
paginacion(); /* Marca fin de evento */
XBYTE[memais++] = INBLO;
XBYTE[memais++] = 0;
XBYTE[memais++] = FNBLO;
memais += 125;
if (memais == 0)
    if (++pagina == 0x90)
        salEXT |= 0x08;
salEXT |= 0x40; salEXT &= 0xFE; salida_ext();
sas = 0; /* Borra bandera de SISMO */
mempag = pagina;
EA = 1;
}

```

```

/***** int_PC *****/
Rutina de interrupción del puerto paralelo para la atención al
operador. Prende la bandera 'pto'
*****/

```

```

void int_PC(void) interrupt 8
{
    ECT2 = 0; /* Deshabilita interrupción */
    TM2IR = 0;
    pto = 1; /* Activa bandera de comunicación */
}

```

```

/***** int_SAS *****/
Rutina de interrupción del módulo radioreceptor generada por
el SAS. Prende la bandera 'sas'
*****/

```

```

void int_SAS(void) interrupt 0
{

```

```

if (buf_p[24] & 0x20) { /* Se permite disparo externo ? */
    EA = 0; /* Deshabilita interrupciones */
    sas = 1; /* Activa bandera de sismo */
}
}

```

```

/***** Diagnóstico *****/
Ordena la ejecución de las rutinas de diagnóstico a las EstSen.
*****/

```

```

void Diagnostico(void)
{
    diag_estsen();
}

```

MODULO DE COMUNICACION SERIAL

```

/*****
Nombre: COM.C51
Fecha: nov/92
*****/

```

```

#pragma code small rom(compact)
#pragma symbols debug
#pragma optimize(3)
#include <80552.h>

```

```

#define WGMNT 0x1F
#define SIEMPRE 1
#define ERR -1

```

```

/* **** Códigos protocolo Pto. serie **** */

```

```

#define SYN 0x16
#define ACK 0x08
#define NAK 0x15
#define EOT 0x04

```

```

typedef unsigned char ubyte;
typedef signed char sbyte;
void diag_estsen(void);
void vel_estsen(void);
void sinc_estsen(void);
void sinc_ptoS0(void);
void EnviaS0(ubyte dato_S0);
sbyte LeeS0(void);
void watchdog(void);

```

```

void diag_estsen(void)
{

```

```

    F0 = 0;
    TB8 = 1;
    EnviaS0(0); /* Envía código de llamado general */
    TB8 = 0;
    EnviaS0(7); /* Envía código de autodiagnóstico */
}

```

```

void vel_estsen(void)
{

```

```

    F0 = 0;
    TB8 = 1;
    EnviaS0(0); /* Envía código de llamado general */
    TB8 = 0;
    EnviaS0(4); /* Envía código de inicialización */
}

```

```

void sinc_estren(void)
{
    unsigned int i;

    FO = 0;
    TBS = 1;
    EnviaSO(0); /* Envía código de llamado general */
    TBS = 0; /* Envío de dato */
    EnviaSO(5); /* Envía código de sincronización */
    for (i = 0; i < 3000; i++); /* Retardo */
    TBS = 1;
    EnviaSO(0); /* Envía código de llamado general */
    TBS = 0; /* Envío de dato */
    EnviaSO(5); /* Envía código de sincronización */
    FO = 0;
    for (i = 0; i < 3000; i++); /* Retardo */
    TBS = 1;
    EnviaSO(0); /* Envía código de llamado general */
    TBS = 0; /* Envío de dato */
    EnviaSO(6); /* Envía código de sincronización */
}

void sinc_ptoSO(void)
{
    TBS = 0; /* Envío de dato */
    REN = 0; /* Deshabilita recepción */
    EnviaSO(EOT);
    EnviaSO(EOT);

    /* **** Rutina sólo para configuración en anillo **** */
    REN = 1; /* Habilita recepción */
    do
        EnviaSO(SYN); /* Envía código SYN */
    while (LeeSO() != SYN); /* Espera hasta recibir código SYN */
    REN = 0; /* Deshabilita recepción */
}

void EnviaSO(ubyte dato_SO)
{
    SBUF = dato_SO; /* Carga el dato en el buffer serial */
    while (TI == 0);
    TI = 0; /* Apaga bandera de transmisión */
}

sbyte LeeSO(void)
{
    ubyte i = 0;
    while (--i) /* Intenta 256 veces... */
        if (RI) /* Si recibió el dato... */
            if (FI == 0) /* Apaga bandera de recepción */
                return(SBUF); /* Proporciona el dato leído */
    FO = 1; /* Si no pudo leer enciende bandera de transmisión */
    return(ERR); /* Proporciona código de error */
}

void watchdog(void)
{
    PCON |= 0x10; /* Permite recarga de T3 */
    T3 = WGINT; /* Actualiza cuenta del watchdog */
}

```

MODULO DE COMUNICACION POR PUERTO PARALELO

```

/*.....*/
Nombre: LPT.C81
Fecha: nov/92
/*.....*/

#pragma code small rom(compact)
#pragma symbols debug
#pragma optimize(3)
#include <80552.h>

#define ERR -1

sbit P1_1 = P1 ^ 1; /* Habilitación del decodificador */
sbit P1_2 = P1 ^ 2; /* BUSY (L) */
sbit P1_3 = P1 ^ 3; /* STROBE (L) */
sbit P1_4 = P1 ^ 4; /* ON LINE (L) */
sbit P1_5 = P1 ^ 5; /* ACK (H) */
sbit P1_6 = P1 ^ 6; /* bit bajo de MASK-P1 */
sbit P1_7 = P1 ^ 7; /* bit alto de MASK-P1 */

typedef unsigned char ubyte;
ubyte dato;

void ini_PC(void)
{
    P1 = 0xE7; /* Habilita STROBE y ON LINE */
    while (!P1_5); /* Espera a que active ACK */
    P1 = 0xFF; /* Deshabilita STROBE y ON LINE */
    while (P1_5); /* Espera a que desactive ACK */
}

void EnviaLPT(ubyte dato)
{
    P1_4 = 0; /* Habilita ON LINE */
    while (!P1_2); /* Espera señal inactiva de BUSY */
    P1_4 = 1; /* Deshabilita ON LINE */
    P4 = dato; /* Coloca dato en el bus */
    P1_7 = 0; /* Máscara para salida de datos */
    P1_6 = 1; /* MASK-P1 = 0 1 */
    P1_1 = 0; /* Habilita decodificador */
    P1_3 = 0; /* Avisa hay dato válido (STROBE) */
    while (!P1_2); /* Esp. señal dato recibido (BUSY) */
    P1_3 = 1; /* Deshabilita STROBE */
    P1_1 = 1; /* Deshabilita decodificador */
}

sbyte LeeLPT(void)
{
    P1_4 = 0; /* Habilita ON LINE */
    while (!P1_2); /* Espera señal de BUSY activa */
    P1_4 = 1; /* Deshabilita ON LINE */
    P1_7 = 0; /* Máscara para entrada de datos */
    P1_6 = 0; /* MASK-P1 = 0 0 */
    P1_1 = 0; /* Habilita decodificador */
    P1_3 = 0; /* Avisa que está lista (STROBE) */
    while (!P1_5); /* Espera a que esté lista (ACK) */
    dato = P4; /* Lee dato del bus */
    P1_3 = 1; /* Deshabilita STROBE */
    P1_1 = 1; /* Deshabilita decodificador */
    return(dato); /* Proporciona el dato leído */
}

```

**MODULO DE INICIALIZACION DE DATOS EN
MEMORIA**

CSEG AT 1000H

***** BLOQUE UNO *****
 DW 0000H ; No del sistema (parte alta)
 DB 'SADE: MGIP/LJGA/JJCL' ; Autores
 ***** BLOQUE DOS *****

DB 02H ; TOTAL DE ESTACIONES : 23
 DB 01H ; ESTADO DEL SISTEMA : 24

FALLA, OMEGA, DISP. RADIO	***	***	VELOCIDAD
0 0 0 0 0 0	0	0	0 1
COODIGO	VELOCIDAD(mtas./s)		
0,0	20		
0,1	50 (por omisión)		
1,0	100		
1,1	200		

DB 0FH ; MEMORIA DE PREEVENTO; 25
 DB 0FH ; MEMORIA DE POSTEVENTO; 25

DB 0FFH ; UMBRAL ALTO DE DISPARO. 27
 DB 00H ; UMBRAL BAJO DE DISPARO ; 28
 DB 01H ; ESTACION QUE DISPARA. 29

***** BLOQUE TRES *****

DB 5CH ; AÑO ACTUAL; 30
 DB 09H ; MES ACTUAL; 31
 DB 01H ; DIA ACTUAL; 32
 DB 00H ; HORA ACTUAL; 33
 DB 00H ; MINUTO ACTUAL; 34
 DB 00H ; SEGUNDO ACTUAL; 35

***** BLOQUE DE SOLO LECTURA *****

DB 5CH ; AÑO ULTIMA VISITA; 36
 DB 09H ; MES ULTIMA VISITA; 37
 DB 01H ; DIA ULTIMA VISITA; 38
 DB 00H ; HORA ULTIMA VISITA; 39
 DB 00H ; MINUTO ULTIMA VISITA; 40
 DB 00H ; SEGUNDO ULTIMA VISITA; 41
 DB 00H ; No. DE EVENTOS; 42

END

PROGRAMA DE LAS ESTACIONES SENSORAS

MODULO PRINCIPAL

```

/*****
Nombre: ESTACION.C51
Fecha: nov/92
*****/

#pragma code small rom(small)
#pragma symbols debug
#include < 80652.h >

/***** DEFINICION DE MACROS *****/

#define CICLO      1
#define WGINT      0x1F
#define MAXMT      25
#define BFMAX      75
#define MUESTO     0x12

/***** Códigos protocolo Pto. serie *****/

#define ACK        0x08
#define NAK        0x15
#define EOT        0x04
#define EPR        -1

typedef unsigned char ubyte;
typedef unsigned int uint;
typedef signed char sbyte;

idata ubyte      bufMuest[BFMAX]; /* Buffer de muestras */
idata ubyte      contbuf; /* Apunt. de bufMuest[] */
idata uint       inibuf; /* Apunt. variable de bufMuest[] */
idata ubyte      Bbuf; /* Bandera de buffer lleno */
idata ubyte      contMst; /* Contador de muestras */
idata ubyte      numRST;
idata ubyte      muest1;
idata ubyte      autid;
idata ubyte      idMOD; /* Identificador de la estación */
idata ubyte      result; /* Resultado del diagnóstico de la EstSen */

/*idata ubyte     contH; /* Parte alta del contador */
/*idata ubyte     contL; /* Parte baja del contador */
/*idata uint      contador; /* contador temporal para probar los muestreos realizados */

void watchdog(void);
void convAD(void);
void int_serio0(void);
void EnviaSO(ubyte dato);
sbyte LeeSO(void);
void diagnostico(void);
void Envia_muest(void);

/***** PROGRAMA PRINCIPAL *****/
Lee su identificador externo. Utiliza la interrupción del timer 0 para las conversiones de los 3 canales analógicos. La comunicación con la CENREG es por el puerto serie, por lo que tiene prioridad alta. Inicializa registros de control y variables. Espera por alguna interrupción
*****/

```

```

main()
{
    P4 ^ = 0x80; /* Para verificar los resets PIn 14 */
    /* idMOD = (P4 & 0x0F); /* Lee su identificador */

    /* **** Conteo de número de 'resets' **** */
    idMOD = 0x02;
    numRST + +;

    /* **** Inicializa Timer0 para velocidad de muestreo **** */
    TMOD = 0x01; /* Modo timer0 = timer 16 bits */
    TL0 = MUESTO; /* Byte bajo del intervalo muest. */
    TH0 = muest1; /* Byte alto del interv. de muest. */
    TR0 = 1; /* Arranca timer 0 */

    /* **** Inicializa Puerto Serie **** */
    SCON = 0xB0; /* Pto. serie modo 2 (9 bits UART) */

    /* **** Inicialización de las variables globales **** */
    Bbuf = contbuf = contMst = 0;

    /* **** Habilitación de interrupciones y Prioridades **** */
    IP0 = 0x02; /* --, PAD, PS1, PS0, PT1, PX1, PT0, PX0 */
    IEH0 = 0x92; /* EA, EAD, ES1, ES0, ET1, EX1, ET0, EX0 */

    while (CICLO); /* Espera por alguna interrupción */
}

/***** convAD *****/
Rutina de interrupción generada por el temporizador 0 para efectuar las conversiones A/D de los tres canales analógicos.
*****/

void convAD(void) interrupt 1 using 0
{
    ubyte numCanal = 0;
    TL0 = MUESTO; /* Byte bajo del intervalo de muest. */
    TH0 = muest1; /* Byte alto del intervalo de muestreo */

    do {
        ADCON = numCanal; /* Selec. canal a muestrear */
        ADCON |= 0x08; /* Inicia conversión */

        /* Espera a que termine conversión */
        while (!(ADCON & 0x10));
        ADCON &= 0xCF; /* Apaga bit fin de conversión */
        switch (numCanal) {
            case 0: bufMuest[contbuf] = (ADCON & 0xC0);
                    bufMuest[contbuf + 2] = ADCH;
                    break;
            case 1: bufMuest[contbuf + 1] = (ADCON & 0xC0) > 4;
                    bufMuest[contbuf + 3] = ADCH;
                    break;
            case 2: bufMuest[contbuf + 1] | = (ADCON & 0xC0);
                    bufMuest[contbuf + 4] = ADCH;
                    break;
        }
    } while (++numCanal < 2);

    contbuf + = 5;
    if (contbuf = BFMAX) contbuf = 0; /* Reinicializa apuntador */
    if (++contMst = MAXMT) {

```

```

Bbuf = 1; /* Buffer lleno */
contMet = 0; /* Inicializa contador de muest */
PCON |= 0x10;
T3 = WINT;
}
}

```

```

/***** int_serie *****/
Rutina de interrupción que actualiza la cuenta del watchdog, si
recibe llamado general, código '0', o su número de
identificación, recibe la opción del menú. De no ser así, ignora
la interrupción.
'1': Envía buffer de muestras.
'2': Monitoreo.
'3': Envía resultado del autodiagnóstico.
'4': Inicializa parámetros de operación
    0: 20 muestras/segundo.
    1: 50 muestras/segundo.
    2: 100 muestras/segundo
    3: 200 muestras/segundo.
'5': Detiene muestreos.
'6': Inicia muestreos.
'7': Ejecuta autodiagnóstico.
*****/

```

```

void int_serie0(void) Interrupt 4 using 1
{
    ubyte i, num_est, j;
    watchdog(); /* Actualiza la cuenta del watchdog */
    num_est = LeeS0(); /* Lee dirección */
    if ((num_est == '0') || (num_est == (kMOD | 0xA0)) ||
        (num_est == kMOD)) {
        ESO = 0; /* Deshabilita interrupción pto. serie */
        SM2 = 0; /* Habilita recepción de datos */
        switch (LeeS0()) {
            case '1': /* Envía muestras a la CanReg */
                if (num_est == kMOD) {
                    if (Bbuf == 0) {
                        EnvíaS0(NAK);
                        while (!Bbuf && !IF0);
                    }
                    EnvíaS0(ACK);
                    j = inibuf;
                    for (i = 0; i < 125; i++) {
                        EnvíaS0(bufMuest[i]);
                        if (++j == BFMAX) j = 0;
                    }
                    Bbuf = 0;
                    if ((inibuf + 125) == BFMAX)
                        inibuf = BFMAX;
                }
                break;
            case '2': /* Ejecuta monitoreo */
                if (num_est == (kMOD | 0xA0)) {
                    P4 ^= 0x20; /* Pin 12 */
                    contMet = contbuf = 0;
                    EnvíaS0(NAK);
                    /* Espera a que obtenga una muestra */
                    while (!contMet);
                    EnvíaS0(ACK);
                    for (i = 0; i < 5; i++) /* Envía muestra */
                        EnvíaS0(bufMuest[i]);
                }
            }
        }
    }
}

```

```

}
break;
case '3': /* Envía resultados de diagnóstico */
    if (num_est == kMOD) {
        EnvíaS0(numRST); /* Envía total de resets */
        /* EnvíaS0(result); /* Envía resultado del
            diagnóstico */
        numRST = result = autod = 0;
    }
    break;
case '4': /* Inic. de parámetros de operación */
    switch (LeeS0()) { /* Lee vel. de muestreo */
        case 0:
            muest1 = 0x4C; /* Para 20 mps */
            break;
        case 1:
            muest1 = 0xB8; /* Para 50 mps */
            break;
        case 2:
            muest1 = 0xDC; /* Para 100 mps */
            break;
        case 3:
            muest1 = 0xEE; /* Para 200 mps */
            break;
    }
    break;
case '5': /* Detiene muestreos */
    TRD = 0; /* Apaga temporizador */
    break;
case '6': /* Inicia muestreos */
    contbuf = 0; /* Inicializa contador temporal */
    Bbuf = inibuf = contMet = 0;
    TLO = MUEST0; /* Actualiza temporizador */
    TH0 = muest1;
    TRD = 1; /* Activa temporizador 0 */
    break;
case '7': /* Ejecuta autodiagnóstico */
    autod = 1; /* Prende bandera diagnóst. */
    diagnóstico(); /* Realiza autodiagnóstico */
    break;
default: /* ERR, EOT u otro caracter */
    break;
}
SM2 = 1; /* Permite sólo lectura de direcciones */
ESO = 1; /* Habilita interrup. del puerto serie */
}
watchdog(); /* Actualiza la cuenta del watchdog */
}

```

```

/***** EnvíaS0 *****/
Envía un dato por el puerto serie.
*****/

```

```

void EnvíaS0(ubyte dato)
{
    if (!IF0) {
        SBUF = dato; /* Lee dato en registro de transm. */
        while (TI == 0) /* Mientras TI esté apagado */
            if (RI) /* y si la RI está encendida */
                RI = 0; /* apaga la bandera RI */
    }
    TI = 0; /* Apaga la bandera TI */
}

```

```

}
..... LeeS0 .....
Lee un dato por el puerto serie
.....

sbyte LeeS0(void)
{
  ubyte i = 0;
  while (--i) /* Intenta 255 veces ... */
    if (RI) { /* Si la RI está encendida */
      RI = 0; /* Apaga la bandera RI */
      return(SBUF); /* Proporciona el dato leído */
    }
  F0 = 1;
  return(ERR); /* Proporciona código de error */
}

..... watchdog .....
Recarga el temporizador T3 con el valor definido en WGINT:

```

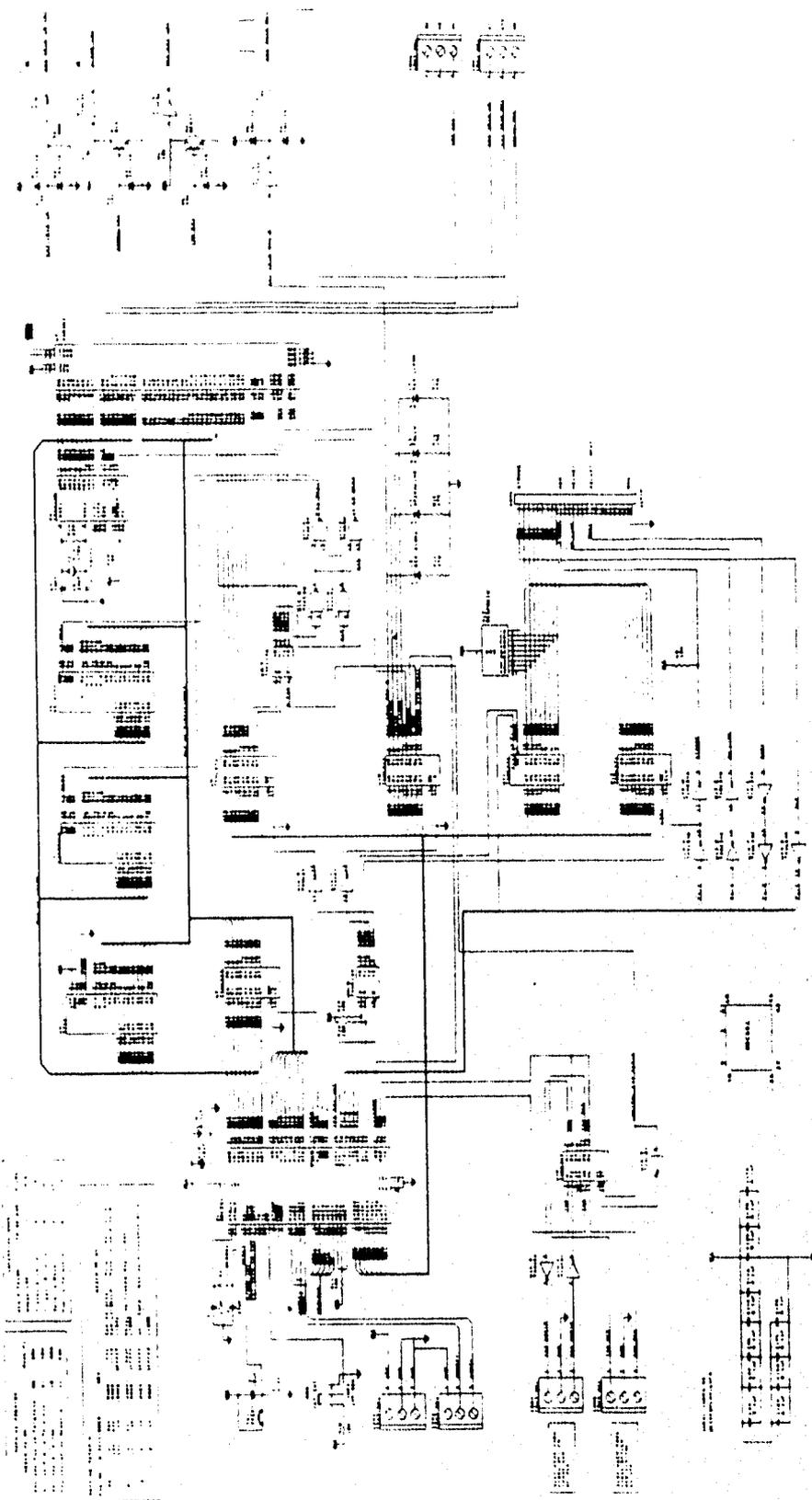
```

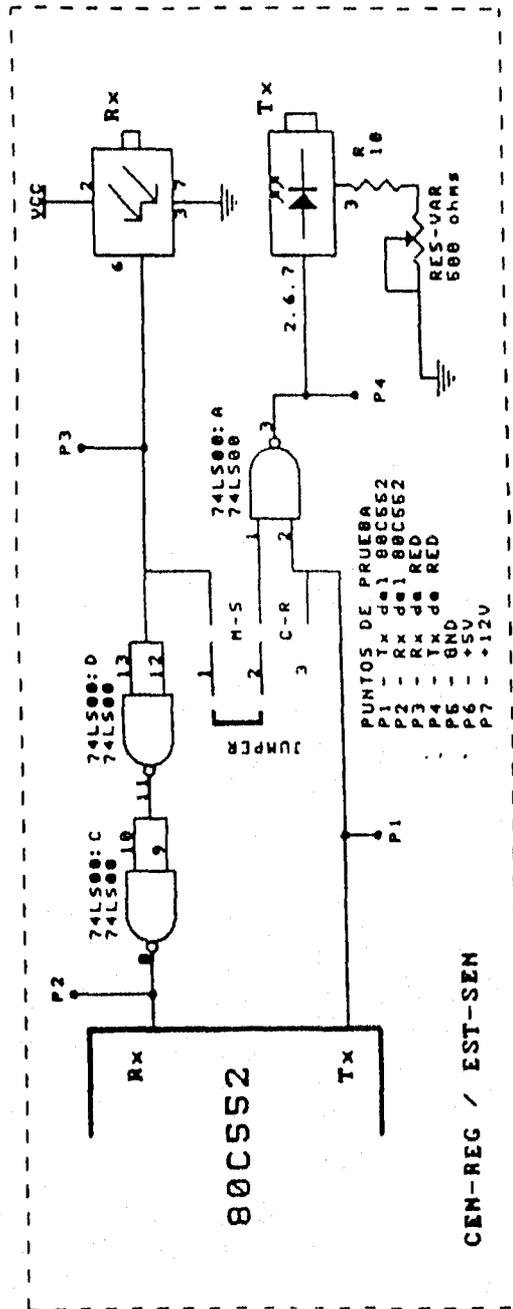
"watchdog interval"
.....
void watchdog(void)
{
  PCON |= 0x10;
  T3 = WGINT;
}

..... Diagnóstico .....
Ejecuta las rutinas de diagnóstico
.....

void diagnostico(void)
{
  watchdog();
}

```





TITULO INSTRUMENTACION DE ESTRUCTURAS	
TARJETA DE COMUNICACIONES	
Size	Revision
A	DIAGRAMA ELECTRICO
018-18-SEP-1972	38881
PLN: 61-28114	02880-84:

GLOSARIO

100BASE-X	Especificación usada por la IEEE para transmisión en redes locales tipo Ethernet como el estándar de transmisión rápida.
10BASE-2	Especificación usada por la IEEE para transmisión en redes locales tipo Ethernet con cable coaxial delgado.
10BASE-5	Especificación usada por la IEEE para transmisión en redes locales tipo Ethernet con cable coaxial grueso.
10BASE-F	Especificación usada por la IEEE para transmisión en redes locales tipo Ethernet con fibra óptica.
10BASE-T	Especificación usada por la IEEE para transmisión en redes locales tipo Ethernet con par trenzado sin blindaje.
CEN REG	Central de Registro.
Cladding	Recubrimiento.
CSMA/CD	Sistema de detección de colisión. (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection).
DTE	Equipo terminal de datos. (Data Terminal Equipment).
EST SEN	Estación Sensora.
FDDI	Fiber Distributed Data Interface.
HUB	Dispositivo repetidor, el cual reestablece amplitud y tiempo de una señal. También es conocido como concentrador.
LD	Laser Diode.
MAU	Dispositivo de control de transmisión al medio. (Media Acces Unit)
mps	Muestras por segundo.
NIC	Tarjeta de Interface de Red. (Network Interface Card).
NMM	Modulo de administración de la red. (Network Management Module).
SADE	Sistema Acelerométrico de Estructuras.

SAS	Sistema de Alerta Sísmica.
SICSADE	Sistema de Comunicaciones del SADE.
STP	Par trenzado con blindaje. (Shielded Twisted Pair)
UTP	Par trenzado sin blindaje (Unshielded Twisted Pair)