

1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



“ DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA CON MULTIMEDIA EN EL CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN DE LA SECRETARÍA DE SALUD ”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ING. ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

P R E S E N T A :

E Z E Q U I E L A R V I Z U G U T I É R R E Z

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MA. JAQUELINA LOPEZ BARRIENTOS

299278



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



“ DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA CON MULTIMEDIA EN EL CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN DE LA SECRETARÍA DE SALUD ”

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ING. ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

PRESENTA :

EZEQUIEL ARVIZU GUTIÉRREZ

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. MA. JAQUELINA LOPEZ BARRIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por haberme permitido terminar mi carrera.

A mis Padres por su paciencia y apoyo que siempre me brindaron de forma incondicional, por haber creído en mí porque no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí, por sus noches de desvelos, y levantarse muy de mañana porque este logro es primeramente de ustedes, porque sin su apoyo nunca hubiera visto este día.

Por todo esto y mucho más, muchas gracias.

A mis hermanos quienes siempre me han brindado todo su apoyo y comprensión.

A mi Alma Mater, la cual me vio crecer y madurar y al mismo tiempo donde pude recibir la formación que requiere un profesionista capaz y competente como los necesita nuestra sociedad hoy en día.

A mi directora de Tesis, la M. C. Jaquelin quien me apoyó de forma excepcional en todos los sentidos. Por lo que puedo expresar el día de hoy mi mas grande agradecimiento por todo su esfuerzo y dedicación.

Al Ing. Alfonso Silva Castillo quien nunca perdió la calma al explicarme una y otra vez las cosas, a quien respeto y admiro como una gran persona y un jefe ejemplar.

Al Ing. Luis David Cano Rodríguez, quien me brindó todo su apoyo y dedicación, transmitiendo su amplia experiencia y conocimientos de manera generosa y desinteresada.

Al Ing. Gabriel Hernández Tapia, quien me proporcionó todo su apoyo y valiosos conocimientos, sin los cuales esta obra nunca se hubiera concluido.

A mi Pao quien a pesar de la distancia, siempre ha estado conmigo para apoyarme y darme ánimos sin cesar e impulsarme a terminar mi carrera, solo quiero decirte que este logro es también tuyo, por todo tu apoyo, comprensión, paciencia y mucho más lo cual solo puedo resumir en una palabra . . .Te Amo.

A mis compañeros de la generación, quienes realmente han sabido ser amigos con el paso de los años: José Mendieta, Heroito Jiménez, Miguel A. Luna, Arturo Estrada y David Orozco.

A mis compañeros que siempre estuvieron conmigo: Lic. Anabel Espino, Ing. Edgar M. Gutiérrez, Ing. Lilia Rivas, Ing. Emigdio Romero, Ing. Luis A. Sánchez, Yazmín De la Rosa y en especial a Chayo.

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN

- Planteamiento 2
- Objetivo 2
- Panorama general de la tesis 2

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

- 1.1 ¿ Qué es la Videoconferencia? 5
- 1.2 Historia de la videoconferencia..... 6
- 1.3 Ventajas y desventajas..... 7
- 1.4 Aplicaciones 7
- 1.5 Perspectivas 8

CAPÍTULO 2. - MARCO TEÓRICO

- 2.1 Funciones 10
- 2.2 Protocolos 10
- 2.3 Medios de Transmisión 13

CAPÍTULO 3: PROYECTO DE VIDEOCONFERENCIA EN EL CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

3.1 Antecedentes	29
3.2 Análisis	32
3.3 Diseño	34
3.4 Desarrollo (Características, Instalación y cableado)	35
3.5 Diagramas Esquemáticos	36
3.6 Diagramas Esquemáticos con Equipos	38
3.7 Requerimientos de una Videoconferencia	40

CAPITULO 4: PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL

4.1 Infraestructura.....	44
4.2 Equipo actual.....	47
4.3 Equipo a futuro.....	52
4.4 Procedimiento.....	53
4.5 Pruebas de los enlaces de videoconferencia.....	59
4.6 Mantenimiento del sistema.....	60

CONCLUSIONES	61
---------------------------	----

APENDICES

A1.- GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS	65
A2.- RESUMEN DE ORGANIZACIONES DE NORMAS	67
A3.- MODELO OSI DE REFERENCIA DE LA ISO	69

BIBLIOGRAFÍA	74
---------------------------	----

PLANTEAMIENTO

La videoconferencia es un sistema que permite interactuar con otra persona que se encuentre en otro lugar, ver su imagen y escuchar su voz. Así mismo en el punto remoto la otra persona puede vernos y oírnos como si estuviéramos en el mismo lugar.

Un equipo de videoconferencia hace que el espacio tan grande que se requiere para una transmisión normal de T.V. se pueda minimizar tanto hasta el grado en que sea posible utilizar una línea telefónica normal para transmitir y recibir señales de audio y video. Esto se logra mediante la digitalización y compresión del video que es lo que realiza el equipo de videoconferencia.

En sus inicios la videoconferencia fue creada para juntas y reuniones de ejecutivos que por distancias, tiempos y compromisos no permitían que se reunieran frecuentemente y por medio de esta tecnología fue posible lograrlo.

Pero existen muchísimas más aplicaciones tan grandes e importantes como la asistencia, educación, y conferencias médicas que se implementarán en el Centro Nacional de Rehabilitación de la Secretaría de Salud en el cual se integrarán equipos y medios de transmisión de la más alta tecnología y calidad.

OBJETIVO

Analizar, diseñar y desarrollar un sistema de videoconferencia integral que se adapte a las necesidades del Centro Nacional de Rehabilitación (C.N.R.)

PANORAMA GENERAL DE LA TESIS

El proyecto principal se deriva en 3 áreas que son: Videoconferencia, Telemedicina y Telepresencia.

La parte de Videoconferencia será la encargada de realizar enlaces de videoconferencia entre el personal y funcionarios del C.N.R. como podría ser entre el Director General del C.N.R. y el Subdirector Médico sin necesidad de que ambos se desplacen de sus oficinas: o bien llevar una junta de las jefes de piso y servicios de enfermería reunidas en una misma aula con la Jefe de Enfermeras sin que esta última salga de su oficina en la Jefatura de Enfermeras. Todo esto es posible aunado con la compartición de documentos, gráficos, etc. que refuercen el mensaje.

La parte de Telemedicina es un concepto nuevo e innovador que permite realizar consultas clínicas "virtuales" porque se puede tener acceso a 2 o más especialistas reunidos en un caso sin tener éstos que salir de sus consultorios. Como ejemplo podemos citar que el médico residente pueda consultar a su

profesor a distancia en el momento de la consulta ó cirugía con el paciente, apoyado por las radiografías, resonancias magnéticas y cualquier tipo de estudio que faciliten el diagnóstico. Estos equipos son los más especializados que existen porque pueden transmitir, radiografías, tomografías, etc. (análisis que facilitaran el estudio y diagnóstico del paciente. Con este sistema será posible tener consultas a nivel nacional e internacional con los mejores especialistas del mundo, este concepto es muy novedoso y sin duda tendrá mucho éxito y crecimiento en el Centro Nacional de Rehabilitación (CNR).

El sistema de Telepresencia permitirá presentar conferencias en el auditorio y aula magna de manera independiente si así se desea. Estas conferencias pueden ser generadas internamente o bien pueden ser de otro lugar que no sea el C.N.R., ya que se cuenta con un enlace ISDN (Red Digital de Servicios Integrados), el cual hace posible que el C.N.R. que este en contacto prácticamente con cualquier parte del mundo. Esto es muy importante porque se puede tener una conferencia con un prestigiado médico en Estados Unidos sin la necesidad de que el médico se desplace al C.N.R.

Estas son algunas aplicaciones pensadas inicialmente en el Centro Nacional de Rehabilitación pero podrán incrementarse de acuerdo a las posibilidades y principalmente a las necesidades del C.N.R. Quizá el límite sea la imaginación.

Para llevar a cabo este ambicioso pero funcional y moderno proyecto, se ha adquirido equipo de la más reciente tecnología y calidad. Es importante mencionar que todos los sistemas anteriormente descritos ocupan la misma tecnología que son los equipos de videoconferencia que nos permitirán interactuar en tiempo real con nuestros interlocutores en el otro extremo del enlace, y para abordar la problemática planteada, en el capítulo 1 se presenta un panorama general de lo que es la videoconferencia, su historia, las aplicaciones y las perspectivas.

En el capítulo 2 se hace un estudio de los principales protocolos, así como los diversos medios de comunicación tanto terrestres como aéreos, mencionando sus características principales y sus aplicaciones.

Una vez con los antecedentes anteriores, en el capítulo 3 se hace un análisis de un sistema de videoconferencia para determinar los requerimientos y las condiciones necesarias para que finalmente en el capítulo 4 se analice la puesta en operación de este sistema en el Centro Nacional de Rehabilitación, para finalmente hacer un análisis de resultados y llegar a las conclusiones.

Finalmente en los apéndices se incluyen un glosario de términos y abreviaturas, un resumen de las organizaciones que regulan y determinan las normas y estándares de rigen a los sistemas de comunicaciones. Por último se menciona el modelo OSI de referencia de la ISO y la Bibliografía empleada.

CAPÍTULO 1

Antecedentes

.....

Desde el primer equipo de comunicación a distancia inventado por Alexander Graham Bell, el teléfono desde hace 100 años ha sido, es y será un medio indispensable para la comunicación a grandes distancias. Pero en ocasiones la comunicación telefónica por voz no es suficiente para comprender ideas o información, es por ello que se han desarrollado nuevos sistemas de comunicación que no solamente impliquen la comunicación por voz, sino también la incorporación de los medios audiovisuales, como es el caso de la televisión. Este nuevo sistema es llamado "Videoconferencia" a través del cual podemos oír y ver a nuestro interlocutor en el otro extremo del enlace.

Para lograr este objetivo, se han desarrollado medios de transmisión cada vez más eficientes y a su vez la información se ha comprimido de manera sorprendente dando como resultado una mayor eficiencia, calidad y cobertura a menores costos y equipos.

El campo de la videoconferencia ha tenido cada vez más importancia, logrando desde enlaces de baja velocidad y mediana calidad para reuniones de trabajo, hasta enlaces de mejor calidad para aplicaciones médicas de especialidad con cobertura ilimitada como son cirugías remotas desde un Centro Hospitalario de Tercer Nivel hacia regiones rurales en donde no se cuentan con recursos médicos de primer nivel.

1.1 ¿ QUÉ ES LA VIDEOCONFERENCIA?

La videoconferencia es un sistema que permite la comunicación con una o más personas que se encuentren en un lugar distante sin la necesidad de desplazarse del sitio. Este sistema nos permite ver y hablar con personas en otra parte ya sea local, nacional o mundialmente, estableciéndose así una comunicación remota en tiempo real.

Para lograr estos objetivos se necesita de un equipamiento especial el cual integra las siguientes partes:

- ❖ CODEC (Codificador – Decodificador)
- ❖ Cámara de video
- ❖ Micrófono
- ❖ Monitor

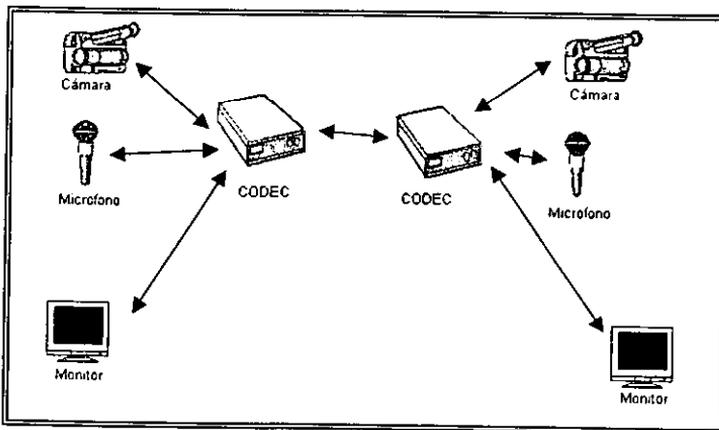


Figura 1.1. Diagrama de conexión de videoconferencia

¿ Cómo funciona la videoconferencia?

Una cámara y un micrófono toman el video y audio ambiental respectivamente y lo envía al CODEC. Éste a su vez, comprime y transmite las señales captadas y recibe señales del mismo tipo (audio y video) provenientes del otro extremo donde se encuentra otro equipo de videoconferencia conectado. La señal recibida se descomprime de su forma digital y se restaura a formas analógicas que se transmiten al monitor y a los altavoces del sistema, como se puede ver en la figura 1.1.

El propósito de este sistema de videoconferencia es para la enseñanza y la comunicación entre el personal que labora en este Centro Hospitalario, es por ello que el proyecto ha tomado y enfocado su desarrollo a la investigación, la enseñanza, la comunicación humana y la atención a la salud.

1.2 HISTORIA DE LA VIDEOCONFERENCIA

La Videoconferencia es un sistema que nace de la necesidad de la comunicación de dos o más personas en tiempo real. Debido a que las distintas actividades de las personas hacen difícil que se reúnan entre ellas y aunado el factor de la distancia se pensó en un sistema en el cual la gente se pudiera reunir de manera sencilla no importando el lugar donde se encontraran. De esta manera se eficienta el tiempo y por consiguiente la productividad de las personas.

El desarrollo de las tecnologías digitales ha permitido la compresión de información permitiendo ocupar menos espacio (Ancho de Banda) y por consiguiente sistemas y enlaces menos costosos.

Así surge el primer equipo de videoconferencia el cual comenzó utilizando el que hoy conocemos como estándar H.320 el cual permitía únicamente enlaces de audio y video. Como iniciadoras de estos equipos estuvieron empresas como CLI (Compressed Labs. Inc.), PictureTel y Vtel, en la década de los 90's.

Con el advenimiento de nuevas tecnologías, la videoconferencia ya no se limita únicamente a la transmisión de audio y video sino a la compartición de datos, administración remota de una videoconferencia, control de cámaras desde el sitio remoto e incluso acceder a Internet.

Un rubro importante es la Telemedicina en la cual ya es posible tener una Teleconsulta en tiempo real, pero no se limita solamente a la transmisión de audio y video sino que ahora es posible tomar electrocardiogramas, imágenes de Rayos X, tomografías axiales computarizadas, ultrasonidos, archivo clínico del paciente, etc. a través del mismo equipo de telemedicina, cosa que hasta hace cinco años parecía un sueño.

Las telecomunicaciones también han evolucionado hacia nuevas tecnologías que nos permiten tener mayores Anchos de Banda, mayor eficiencia en la transmisión, menores costos de operación y la posibilidad de conectarnos a diversos puntos a diferencia de los antiguos enlaces punto a punto.

Para tener un sistema de videoconferencia se requiere invertir un costo para la renta del enlace de los puntos de conexión y la adquisición del equipo, costo que de momento parece considerable y hasta cierto punto exagerado, pero que a

mediano plazo resulta más rentable ya que se evitan gastos de traslados, viáticos, hospedajes y lo más importante tiempo y fronteras.

1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Una ventaja considerable de la videoconferencia es que no hay fronteras para la conexión, ya que solo basta que en el sitio remoto se cuente con un equipo de videoconferencia y la infraestructura necesaria para el enlace. De esta manera se puede llegar a lugares tan distantes como se quiera.

Como desventaja se tiene el caso de videoconferencias a nivel internacional, debido a la diferencia de horarios, siendo ésta más notoria cuando la conexión se realiza con sitios que se encuentran fuera del continente americano pero que se solucionan con una buena coordinación de las videoconferencias.

Otra desventaja de la conexión para realizar la videoconferencia es la velocidad de la transmisión del enlace, ya que cuando al momento de empezar la transmisión se negocian los protocolos entre los diferentes sitios, ajustando la velocidad final de la transmisión a la velocidad del equipo más lento, trayendo como consecuencia una transmisión de baja calidad cuando se conecta un equipo que cuenta con un sistema básico.

1.4 APLICACIONES

Entre las aplicaciones más comunes del sistema de videoconferencia se encuentra el lograr una conferencia con diferentes personas en tiempo real que se encuentren en sitios remotos sin la necesidad de trasladarse del lugar en donde se ubique cada uno.

De este forma se pueden llevar a cabo cursos de difusión, simposiums de enseñanza en los diferentes rubros de la medicina, foros de intercambio cultural, chat's de preguntas y respuestas con la intervención de pacientes y los médicos especialistas o entre médicos especialistas con otros médicos de otras especialidades.

Otra aplicación más reciente es la docencia virtual, ya que se pueden cursar maestrías, doctorados, diplomados asistidos por la videoconferencia, entre otros.

Otra de las aplicaciones más importantes de la videoconferencia es la llamada "Telemedicina" o "Medicina a Distancia", con la cual se realiza un enlace de videoconferencia pero aprovechando el enlace para hacer una consulta médica a distancia en donde se pone en contacto un paciente de algún lugar remoto o distante con un especialista de algún Hospital de Tercer Nivel o de especialidades capaz de transmitir imágenes de Rayos X, tomografías axiales computarizadas y

ultrasonidos, así como el archivo clínico del paciente, realizando así una consulta asistida por el especialista sin la necesidad de trasladarse desde su consultorio.

1.5 PERSPECTIVAS

Uno de los proyectos a futuro es la Red Nacional de Telemedicina con la cual se contará con 32 unidades móviles satelitales (una por cada estado de la república), cuyo objetivo es el de llevar consultas a distancia con médicos especialistas desde el Centro Nacional de Rehabilitación con pacientes que se encuentren en algún sitio remoto, o que se encuentre alejado de un centro de salud con servicios de especialidad.

Con estas unidades se realizarán consultas a distancia, lo que significa que se pondrá en contacto a un especialista con un paciente que requiera de una consulta y se encuentre en algún sitio alejado en donde no cuenten con una unidad hospitalaria con especialidades.

Otra ventaja de la Telemedicina es la " Telecirugía " que es cuando se realiza una cirugía en un punto distante pero asistida por un especialista desde un Centro Hospitalario de tercer nivel, con lo cual el médico residente o inexperto recibe el apoyo de un especialista, realizando de esta forma una consulta de tercer nivel en cualquier punto remoto donde se cuente con la infraestructura necesaria.

Con esta tecnología se pretende realizar no solo consultas, sino hasta intervenciones quirúrgicas asistidas remotamente o inclusive controladas remotamente por un cirujano experto en cualquier punto de la república sin la necesidad de salir de un quirófano equipado con un equipo de telemedicina (para transmitir el audio y video ambiental, así como imágenes de rayos-x, electrocardiogramas, tomografías axiales computarizadas, resonancias magnéticas, ultrasonidos, imágenes de artroscopia, expediente clínico, etc.). Además este quirófano cuenta con una ventana virtual (que transmite otra panorámica de lo que ocurre dentro del quirófano), así como un brazo robótico en el techo del quirófano ubicado arriba de la plancha de intervención quirúrgica, el cual cuenta con una cámara con un poderoso zoom capaz de ampliar la imagen lo suficiente como para ver los poros de la piel de una mano colocada sobre la plancha.

CAPÍTULO 2

Marco Teórico

.....

Con el avance de las telecomunicaciones, se han desarrollado medios de transmisión cada vez mejores como es el caso de los cables UTP los cuales han sido desarrollados con materiales de cobre cada vez más puro, dando como resultado velocidades de transmisión más rápidas, anchos de banda más robustos y distancias mayores.

Así como los cables en el caso de las transmisiones terrestres, también los medios de transmisión aéreos han ido evolucionando de manera vertiginosa con lo que se han desarrollado instrumentos más eficientes y de mejor calidad en espacios cada vez más pequeños.

Es por eso que los medios de transmisión han jugado un papel muy importante en las telecomunicaciones, ya que conforme se han desarrollado más y mejores medios de comunicación, el campo de las telecomunicaciones se ha revolucionado de tal manera que los equipos de hace 10 años, ahora en la actualidad resultan totalmente inútiles y obsoletos.

2.1 FUNCIONES

Los medios de transmisión han jugado un papel de suma importancia, ya que gran parte de las comunicaciones dependen del medio por donde se vaya a enviar y a recibir la información.

Por esta razón se han desarrollado cada vez medios más eficientes y a su vez económicos de tal forma que las comunicaciones han evolucionado mucho más en las últimas décadas que en todos los siglos anteriores juntos. Como consecuencia del acelerado crecimiento de los medios de transmisión, se han tenido que desarrollar protocolos capaces de soportar las velocidades y anchos de banda que se pueden alcanzar con este crecimiento.

2.2 PROTOCOLOS

¿ Qué es un protocolo?

Es un conjunto de reglas formuladas para controlar el intercambio de información entre dos partes en comunicación.

En las comunicaciones son muy importantes los protocolos que se estén utilizando ya que de estos dependerá la correcta transmisión y recepción de la información. En las telecomunicaciones se han empleado diferentes protocolos, entre los cuales se encuentran los siguientes:

El protocolo X.25 y X.75

X.75 es un protocolo que originariamente se diseñó para interconectar redes X.25; funcionalmente, es idéntico a este último, hasta el extremo de que muchos manuales, al describir el X.25, en realidad dan la descripción del X.75.

Este protocolo corresponde al nivel de red dentro del modelo de referencia OSI, lo que quiere decir que los paquetes pueden pasar por varias máquinas y recorrer varios enlaces antes de llegar a su destino. Es un protocolo orientado a circuitos virtuales (igual que el ATM), cuyos paquetes van encapsulados dentro de paquetes HDLC, por lo que no necesita ningún mecanismo de detección y corrección de errores en la transmisión y recepción de la información a nivel de la capa de enlace. (Capa 2 del modelo OSI de referencia)

El formato de los paquetes X.25/X.75 se puede ver en la figura 2.1.

Al igual que el HDLC, este protocolo también incluye números de secuencia y confirmación de recepción, en este caso el objetivo es el control de flujo, es decir, garantizar que el emisor no enviará más paquetes de los que el receptor puede procesar.

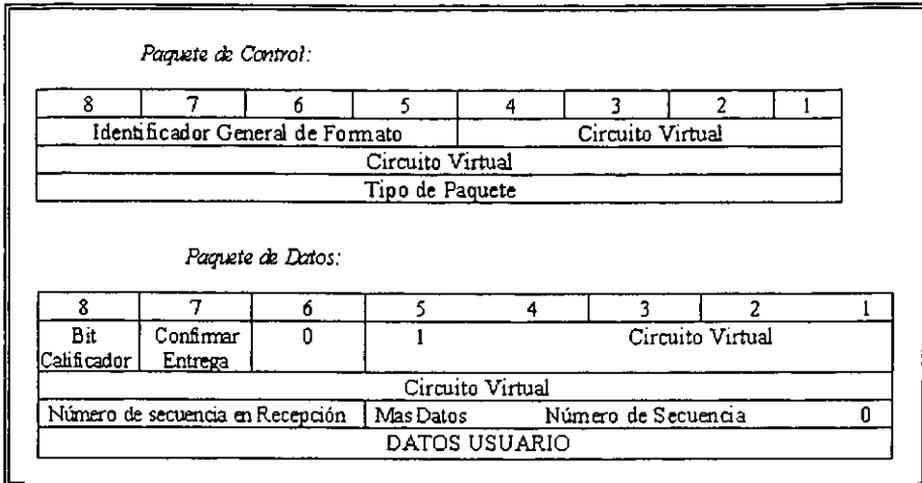


Figura 2.1 Formato de los paquetes X.25 / X.75.

Aunque el protocolo de paquetes sea idéntico, entre el X.25 y el X.75 existe una diferencia importante; el X.75 soporta múltiples enlaces físicos. El protocolo X.25 se concibió para utilizar un único cable (enlace), el que conecta la computadora del usuario con la central telefónica, en cambio, un equipo X.75 debe soportar como mínimo dos enlaces, uno por cada una de las redes X.25 que interconecta. Esta característica es la que lo hizo ser elegido para convertirse en el protocolo estándar de la RDSI, el X.75 permite ocultar al usuario la estructura física del RDSI, ofreciendo un mecanismo de canales virtuales que se van mapeando sobre los canales B (Básicos), según sea necesario, por ejemplo, si tenemos un enlace básico (dos canales B) y hacemos dos llamadas al mismo número de teléfono (esto incluye llamadas a diferentes extensiones de un mismo número), ambas llamadas circularán sobre el mismo canal B utilizando diferentes circuitos virtuales, en cambio, si llamamos a diferentes números, entonces se utilizarán los dos canales B.

El nivel físico de X.25 no desempeña funciones de control significativas. Se trata más bien de un conducto pasivo, de cuyo control se encargan los niveles de enlace y de red.

El protocolo ATM

El protocolo básico de la RDSI es el ATM (Asynchronous Transfer Mode). En él, el paquete (celda) tiene una longitud de 53 bytes, dividida en una cabecera de 5 bytes, y un campo de datos de 48 bytes de longitud; el formato del paquete puede verse en la figura 2.2.

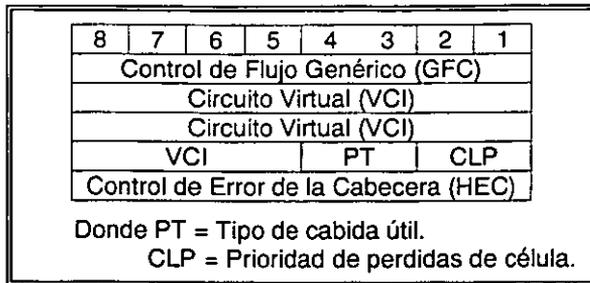


Figura 2.2 Formato de los paquetes ATM.

El ATM es un protocolo atípico en muchos sentidos; así, no incluye el subprotocolo para crear y eliminar los circuitos virtuales; además, un protocolo de comunicaciones corriente incluye en su cabecera una suma de chequeo, que permite detectar los errores producidos dentro del paquete durante la transmisión, y unos números de secuencia que tienen una doble función, por un lado sirven para que el receptor pueda ordenar los paquetes si estos le llegan desordenados, y por otro lado sirven como referencia para, en caso de error, poder indicarle al emisor cual ha sido el paquete defectuoso para que lo vuelva a enviar. En el protocolo ATM encontramos un campo de chequeo, pero que sólo comprueba la cabecera, por que el sistema es incapaz de detectar errores en el campo de datos; además, si se detecta un error en una cabecera la celda es descartada, no está previsto ningún mecanismo para recuperar las celdas con errores.

La razón de todas estas peculiaridades es que, en primer lugar, el ATM está concebido para ser implementado por hardware, en módulos que serán programados externamente (por eso no incluye mecanismos para abrir y cerrar circuitos virtuales); en segundo lugar, está previsto que los circuitos virtuales sean fijos, lo que significa que las celdas siempre seguirán el mismo camino a través de la red, por lo que siempre llegarán a su destino en el mismo orden en el que fueron enviadas (por eso no se incluyen números de secuencia); y en tercer lugar, porque es un protocolo diseñado para ser rápido, para que el tiempo que tardan las celdas en viajar desde el emisor hasta el receptor sea mínimo, lo que significa eliminar cualquier proceso intermedio que imponga retardos; por eso no se incluye ningún mecanismo de corrección de errores.

En síntesis, son muchos los protocolos de enlace de datos, y cada uno de ellos está pensado para un entorno de aplicación específico.

2.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Los medios de transmisión más comunes se pueden agrupar en dos grandes categorías que a saber son los Aéreos y los Terrestres. A su vez estas dos categorías se subdividen en diferentes tipos como se muestra continuación:

2.3.1 Terrestres

- 2.3.1.1.- *Par trenzado*
- 2.3.1.2.- *Cable Coaxial*
- 2.3.1.3.- *Fibra Óptica*

2.3.2 Aéreos

- 2.3.2.1.- *Enlaces Satelitales*
- 2.3.2.2.- *Microondas*
- 2.3.2.3.- *Radio*
- 2.3.2.4.- *Sistema de Onda Corta*
- 2.3.2.5.- *Infrarrojos.*

Para transmitir una señal eléctrica se requiere un medio de transmisión que normalmente es una línea de transmisión. En algunos casos, dicha línea consiste en un par de conductores o alambres (hilos). Las alternativas más comunes son un rayo de luz guiado por una fibra de vidrio y ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio libre. El tipo de medio de transmisión es importante, ya que determina el número máximo de bits (dígitos binarios) que es posible transmitir cada segundo (bits por segundo, bps). A continuación analizaremos los tipos más comunes de medios de transmisión.

2.3.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN TERRESTRES

Los medios terrestres también reciben el nombre de medios guiados debido a que la señal no puede variar en lo más mínimo su trayectoria, ya que ésta viaja a través del medio, el cual es físico y según el tendido de la línea será el camino que recorra la señal.

2.3.1.1 PAR TRENZADO

Es posible lograr un mayor grado de inmunidad a las señales de ruido espurias con una **línea de par trenzado**, en la que dos alambres están entrelazados. La proximidad de los alambres de señal y de referencia de tierra asegura que cualquier señal de interferencia será captada por ambos alambres, con lo que su efecto sobre la señal diferencial será reducido. Además, si varios pares trenzados están contenidos en el mismo cable, el trenzado de cada par dentro del cable limitará la diafonía. En la figura 2.3(a y b) se muestra un esquema de una línea de par trenzado.

Si se emplean circuitos controladores de línea y receptores apropiados -que aprovechen las ventajas potenciales de utilizar una geometría como ésta-, las

líneas de par trenzado son convenientes para tasas de bits del orden de 1 Mbps a distancias cortas (de menos de 100 m), y para tasas de bits más bajas a distancias más largas. Con circuitos controladores y receptores más avanzados es posible alcanzar tasas de bits similares, o incluso superiores, a distancias mucho más largas. Estas líneas, denominadas pares trenzados no blindados (UTP: *unshielded twisted pairs*), tienen un uso masivo en redes telefónicas y (con circuitos integrados especiales) en muchas aplicaciones de comunicación de datos. Los pares trenzados blindados (STP: *shielded twisted pairs*) se valen de una malla o blindaje protector para reducir aún más los efectos de las señales de interferencia (véase la Fig. 2.3(c)).

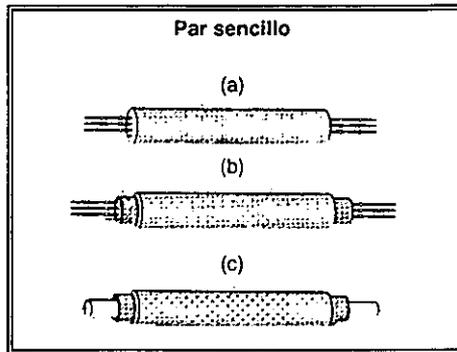


Figura 2.3 (a) Par trenzado sin blindaje; (b) par trenzado blindado; (c) cable coaxial.

2.3.1.2 CABLE COAXIAL

Los principales factores limitantes de las líneas de par trenzado son su capacidad y un fenómeno conocido como **conducción superficial**. Conforme aumenta la tasa de bits (y por tanto la frecuencia) de la señal transmitida, la corriente que corre por los alambres tiende a fluir sólo por la superficie exterior del alambre, de modo que no aprovecha la totalidad del área transversal disponible. Ello incrementa la resistencia eléctrica de los alambres cuando las señales son de frecuencia más alta, lo que ocasiona una atenuación mayor. También, a frecuencias más altas se pierde más potencia de la señal por causa de los efectos de radiación. Por todo lo anterior, si una aplicación exige una tasa de bits mayor que 1 Mbps se necesitarán circuitos controladores y receptores más avanzados o bien otro tipo de medio de transmisión.

El cable coaxial minimiza estos dos efectos. En la figura 2.3(c) se ilustran los hilos de señal y de referencia de tierra como un conductor central sólido que corre en forma concéntrica (coaxial) dentro de un conductor circular externo sólido (o tejido). Lo ideal sería que el espacio entre los dos conductores estuviera ocupado

por aire, pero en la práctica suele estar ocupado por un material dieléctrico aislante con una estructura sólida o de panal.

Efectivamente, el conductor exterior aísla al conductor central de las señales de interferencia externas; y las pérdidas por radiación electromagnética y por la conducción superficial son mínimas gracias a la presencia del conductor externo. Los cables coaxiales se pueden usar con varios tipos de señal distintos, pero por lo regular no hay problema para alcanzar 10 Mbps a distancias de varios cientos de metros -o más si se emplea modulación-. También, el cable coaxial es aplicable a topologías tanto de punto a punto como multipunto.

2.3.1.3 FIBRA ÓPTICA

Si bien con la geometría del cable coaxial se reducen en buena medida los diversos efectos limitantes, la frecuencia de señal máxima y por ende la velocidad con que puede transmitirse información a través de un conductor sólido (casi siempre de cobre), a pesar de ser muy alta, es limitada.

Lo mismo sucede con las líneas de par trenzado. A diferencia de estos dos modos de transmisión, los **cables de fibra óptica** transportan los datos transmitidos en forma de un haz de luz fluctuante dentro de una fibra de vidrio, y no como una señal eléctrica en un alambre. Las ondas de luz tienen un ancho de banda muy superior al de las ondas eléctricas, lo que permite al cable de fibras ópticas alcanzar tasas de transmisión de cientos de megabits por segundo. Además, las ondas de luz son inmunes a la interferencia electromagnética y a la diafonía. Los cables de fibra óptica también son muy útiles para transmitir señales con menor tasa de bits en entornos eléctricamente ruidosos como una planta siderúrgica, por ejemplo que tienen muchos equipos de alto voltaje y conmutación de corrientes. Así mismo, cada vez más se emplean estos cables en situaciones en las que la seguridad es crucial, ya que no es fácil intervenirlos físicamente.

Los descubrimientos en el campo de la tecnología óptica han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor 1, mientras que la ausencia de pulso indicará la existencia de un bit de valor 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 108 MHz, por lo que el ancho de banda de un sistema de transmisión óptica presenta un potencial enorme.

Un sistema de transmisión óptica consta de tres componentes: el medio de transmisión, la fuente de luz y el detector. El medio de transmisión se fabrica a base de una fibra ultra delgada de vidrio llamada núcleo, recubierto por un revestimiento exterior con índice de refracción menor que el del núcleo. La fuente de luz puede ser un diodo LED, o un diodo láser; cualquiera de los dos emite pulsos de luz cuando se le aplica una corriente eléctrica. El detector es un fotodiodo que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rayo de luz. Al colocar un LED o diodo láser en el extremo de una fibra óptica y un fotodiodo en el otro, obtenemos una transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite por pulsos de luz y, después,

reconvierte la salida en una señal eléctrica en el extremo del receptor. La fibra óptica es un medio físico, con un enorme ancho de banda, adecuado para el transporte de señales luminosas, pero no se puede emplear para el transporte de señales eléctricas.

La luz no tiene la misma velocidad de propagación en cualquier medio, si no que su velocidad máxima (aproximadamente 3×10^8 m/s) se consigue solamente en el vacío. En cualquier otro medio, la luz tiene una velocidad de propagación menor; determinándose el índice de refracción de cada medio (n) como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y su velocidad en dicho medio. Cuando un rayo de luz se transmite por un medio de índice de refracción (n1) e incide con un ángulo (a) sobre la superficie plana de otro medio con índice de refracción (n2), el rayo se refracta en el nuevo medio con un ángulo (b), cumpliéndose la ley de Snell:

$$n1 \text{ sen } \alpha = n2 \text{ sen } \beta$$

Si el rayo de luz pasa de un medio a otro con índices de refracción tales que $n1 > n2$ ocurrirá, como se muestra la figura 2.4, que el ángulo que forma la normal con el rayo refractado (b) será mayor que el ángulo que forma el rayo incidente (a) con la normal.

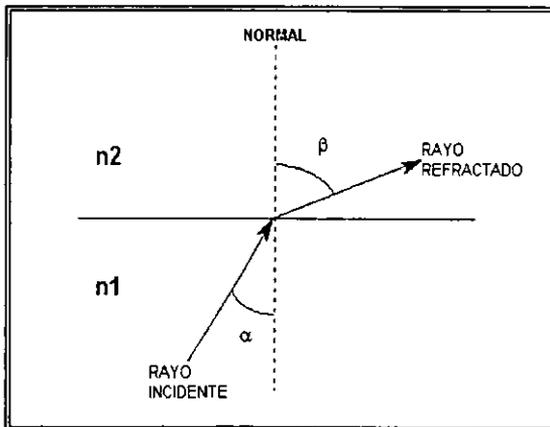


Figura 2.4 El ángulo del rayo incidente es menor que el del rayo refractado.

Si se aumenta el ángulo de incidencia llega un momento a partir del cual todos los rayos incidentes con un ángulo superior a uno determinado (ángulo crítico) no se refractan, sino que se vuelven a reflejar sobre el mismo medio como se muestra en la figura 2.5.

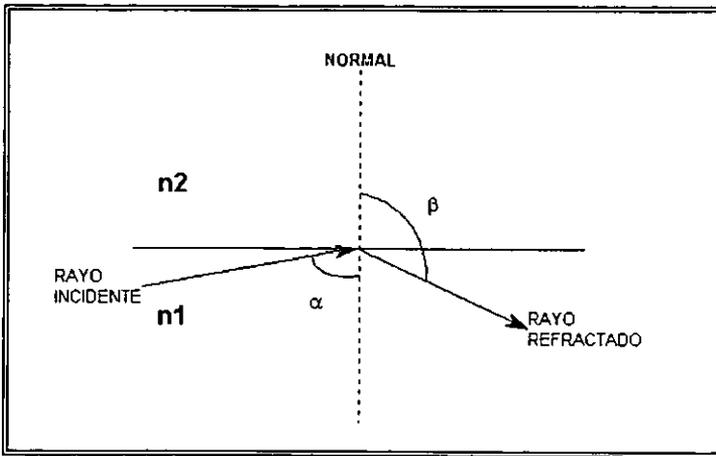


Figura 2.5 Al aumentar el ángulo de incidencia, entonces el rayo refractado no sale del medio.

Esta propiedad física es la que se aprovecha para la transmisión de las señales luminosas a través de las fibras ópticas.

Todo rayo de luz que incida con un ángulo superior al ángulo crítico se reflejará internamente, por lo tanto podemos utilizar fibras que transmitan simultáneamente rayos de información diferente, rebotando a distintos ángulos. A este tipo de fibras se les conoce como *fibras multimodo*.

Si se reduce el diámetro de la fibra al valor de la longitud de onda de la luz, la fibra actúa como una guía de ondas y la luz que se transmite por ella se propaga en línea recta, sin rebotar. A este tipo de fibras se las conoce como *fibras monomodo*.

Las fibras monomodo precisan que el emisor del rayo que se envía por ellas sea un diodo láser, de costo elevado al contrario que los LED. Con el empleo de un diodo láser se asegura una transmisión más eficiente y a mayores distancias. Los sistemas de fibra óptica son capaces de hacer transmisiones de datos a velocidades de 1000 Mbps en distancias de 1 Km. En el laboratorio se han podido alcanzar velocidades mayores, pero con distancias más cortas.

Experimentalmente se ha demostrado que los láseres potentes pueden llegar a excitar fibras ópticas de 100 Km de longitud sin necesidad de repetidores, eso sí, a costa de una reducción en la velocidad de transmisión.

A continuación se citan las características principales de la transmisión de información por fibra óptica:

- Elevado ancho de banda: La utilización de fuentes de luz coherentes y monocromáticas, pueden facilitar unas frecuencias de portadora del orden de 105 MHz, frente a los 100 MHz que se pueden alcanzar con un cable coaxial.
- Bajas pérdidas: Actualmente las fibras para uso comercial presentan una atenuación del orden de 0.2 db / Km. Además, la respuesta de atenuación en la fibra (respuesta en frecuencias) es independiente de la frecuencia en toda la banda de paso. Esta característica deriva del elevado ancho de banda de la fibra.
- Peso, flexibilidad y tamaño: Un cable conteniendo 8 o 10 fibras tiene un diámetro exterior, incluyendo las protecciones de alrededor, de 15 mm, un peso de 50 Kg / Km y un radio de curvatura del orden de 150 mm, lo cual contribuye a la facilidad de su tendido.
- Interferencia electromagnética nula.
- Seguridad de la información transmitida por la fibra: Por sus propias características, sería un trabajo sumamente dificultoso intervenir una fibra óptica.

Los enlaces de fibra óptica están siendo empleados en diferentes países para la instalación de líneas telefónicas de larga distancia y en enlaces entre centros de conmutación de redes para el transporte de datos.

La comparación entre el cable coaxial y la fibra óptica es muy instructiva. Las fibras proporcionan un ancho de banda extremadamente grande y tienen una pérdida de potencia muy pequeña, razón por la cual se emplean para distancias muy largas entre repetidores. La señal luminosa que transportan las fibras no se ve afectada por alteraciones de voltaje o de corriente en las líneas, por interferencia electromagnética o por químicos corrosivos dispersos en el aire, de tal modo que pueden emplearse en ambientes industriales expuestos a condiciones muy severas en las que los cables serían sumamente inadecuados. Las fibras son muy delgadas, lo que representa un factor positivo muy importante para las compañías que tienen una gran cantidad de cables y conductos abultados (uno de los motivos importantes por los que se utilizó la fibra óptica en el sistema telefónico fue la falta de espacio para instalar más cables coaxiales para nuevas rutas).

Del lado negativo se encuentra el hecho de que hay poca familiaridad con la tecnología de las fibras ópticas y requiere de cierta habilidad para su implantación. El empalme o unión de dos o más fibras es delicado en extremo, y más todavía su derivación. Este último aspecto puede tomarse también como una ventaja: la seguridad es excelente porque las fibras no radian y los interceptores de líneas telefónicas tendrán tantos problemas como los dueños de las redes al tratar de derivarlas. Las fibras ópticas son inherentemente unidireccionales y el coste de las interfases es mucho mayor que el de las respectivas interfases de tipo eléctrico.

Sin embargo, las ventajas de las fibras ópticas son tantas que el empeño y trabajo que se esta dando para mejorar su tecnología y reducir su costo es muy grande e importante.

Un cable de fibra óptica consta de una fibra de vidrio individual por cada señal que se va a transmitir, encerrada por el recubrimiento protector del cable, que también protege a la fibra de cualesquiera fuentes de luz externas. En la figura 2.3(a) presentamos el diagrama de un cable de este tipo. Un transmisor óptico genera la señal luminosa, convirtiendo las señales eléctricas normales que se emplean en un DTE. La función inversa en el extremo receptor la efectúa un receptor óptico. Por lo regular, el transmisor se vale de un diodo emisor de luz (LED: light-emitting diode) o un diodo láser (LD: laser diode) para realizar la operación de conversión, mientras que el receptor utiliza un fotodiodo o fototransistor sensible a la luz.

La fibra en sí consta de dos partes: el núcleo de vidrio y un revestimiento de vidrio con un índice de refracción menor. La luz se propaga a lo largo del núcleo de fibra óptica de una de tres maneras, según el tipo y la anchura del material empleado para el núcleo. Estos modos de transmisión se ilustran en la figura 2.6.

En una fibra de índice escalonado multimodal, los materiales del revestimiento y del núcleo tienen un índice de refracción distinto pero uniforme dentro de cada material. Toda la luz que el diodo emita con un ángulo menor que el ángulo crítico se reflejará en la interfaz del revestimiento y se propagará a lo largo del núcleo por medio de múltiples reflexiones (internas). Dependiendo del ángulo con que el diodo la emita, la luz tardará un tiempo variable en propagarse por el cable; por tanto, la señal recibida tendrá un ancho de pulso mayor que el de la, señal de entrada, con una disminución correspondiente en la tasa de bits máxima permisible. Lo más común es que este tipo de cable se use con tasas de bits moderadas y con unidades de LED relativamente económicas, en comparación con los diodos láser.

Es posible reducir la dispersión con un material de núcleo cuyo índice de refracción sea variable (no uniforme). Como se aprecia en la figura 2.6 (b), en una fibra de índice graduado multimodal la luz se refracta cada vez más conforme ésta se aleja del centro. El efecto de ello es que el ancho de pulso de la señal recibida se angosta, en comparación con las fibras de índice escalonado, con el correspondiente incremento en la tasa de bits máxima.

Para obtener mejoras adicionales puede reducirse el diámetro del núcleo al tamaño de una sola longitud de onda (3 a 10 μm) a fin de que toda la luz emitida se propague por un solo camino (sin dispersión). En consecuencia, la señal recibida tiene un ancho de pulso comparable al de la señal de entrada. Esta fibra monomodal, que suele utilizarse con los LED, puede operar a razón de cientos de megabits por segundo.

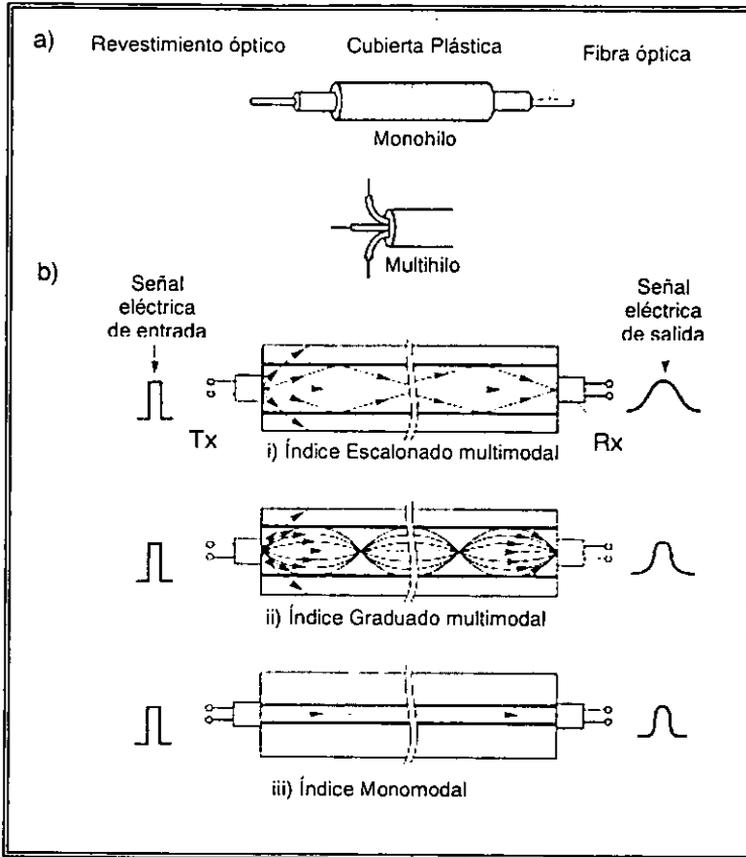


Figura 2.6 (a) estructura del cable; (b) modos de transmisión

2.3.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN AÉREOS

2.3.2.1 ENLACES SATELITALES

Todos los medios de transmisión vistos hasta ahora se valen de una línea física para transportar la información transmitida. Sin embargo, los datos también pueden transmitirse por medio de ondas electromagnéticas (de radio) a través del espacio libre, como en los sistemas por satélite. Un haz de microondas colimado, sobre el cual se modulan los datos, se transmite al satélite desde la superficie terrestre. Este haz se recibe y retransmite (reenvía) al destino o destinos previamente determinados mediante un circuito a bordo del satélite denominado transpondedor. Cada satélite tiene muchos transpondedores, cada uno de los cuales cubre una banda de frecuencias determinada. Un canal de satélite

representativo tiene un ancho de banda extremadamente alto (500 MHz) y puede enlazar centenas de datos con alta tasa de bits mediante una técnica llamada multiplexión. En esencia, la capacidad total disponible del canal se divide en varios subcanales, que pueden sustentar, cada uno, un enlace de alta tasa de bits.

Por lo regular, los satélites dedicados a las comunicaciones son **geoestacionarios**; esto quiere decir que el satélite completa una órbita terrestre cada 24 horas, en sincronía con la rotación del planeta, así que desde la superficie parece mantener una posición estacionaria. La órbita del satélite se escoge de modo que haya un camino de comunicación en línea recta entre la o las estaciones transmisoras y la o las estaciones receptoras. El grado de colimación del haz de microondas retransmitido por el satélite puede ser grueso, para que la señal se pueda captar en un área geográfica extensa, o finamente enfocado, para que sólo pueda captarse en un área limitada. En el segundo caso la potencia de la señal es más alta, lo que permite usar receptores de diámetro más pequeño, llamados **antenas o parabólicas** también conocidos como **terminales de abertura muy pequeña (VSAT: very small aperture terminals)**. Es muy común utilizar los satélites para aplicaciones de transmisión de datos que van desde la interconexión de diferentes redes nacionales de comunicación de computadores hasta el suministro de caminos de alta tasa de bits para enlazar redes de comunicación en diferentes áreas del mismo país.

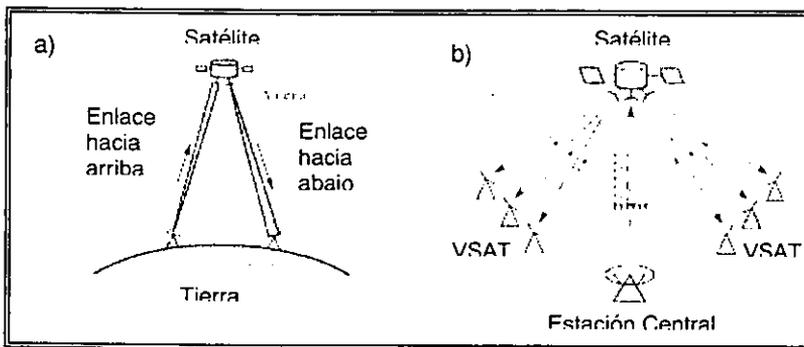


Figura 2.7 Transmisión por satélite: (a) punto a punto; (b) punto a multipunto.

En la figura 2.7(a) se ilustra un sistema de satélite representativo. Sólo se muestra un camino de transmisión unidireccional, pero en casi todas las aplicaciones prácticas se emplea un camino dúplex en el que los canales ascendente y descendente asociados a cada estación terrena operan a distinta frecuencia. Otras configuraciones comunes tienen una estación terrestre central que se comunica con varias estaciones terrestres de VSAT distribuidas en todo el país. Por lo regular, una computadora está conectada a cada VSAT y puede comunicarse con una computadora central conectada a la estación central, como se aprecia en la figura 2.7(b). Lo más común es que el sitio central transmita a todas las VSAT en una misma frecuencia, pero cada VSAT transmita en la dirección opuesta en una frecuencia distinta.

Para lograr, la comunicación con una VSAT específico el sitio central transmite el mensaje incluyendo, como cabecera, la identidad de la VSAT de destino. En aplicaciones que requieren una comunicación VSAT -VSAT, todos los mensajes se envían primero al sitio central-vía satélite-, el cual, a continuación, los transmite a su destinatario. Con la siguiente generación de satélites de alta potencia se podrá realizar el enrutamiento a bordo del satélite sin pasar por un sitio central. Esto hará posible la comunicación directa entre dos VSAT.

2.3.2.2 MICROONDAS

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencia comprendida entre los 2 y 40 GHz. Para el enlace telefónico de larga distancia se utiliza este sistema en la banda comprendida entre los 4 y 6 GHz, en la larga distancia no es recomendable utilizar frecuencias superiores debido a que aumenta su atenuación. Para este tipo de frecuencias es necesario que las antenas emisora y receptora no tengan obstáculos entre ellas (visibilidad directa), lo que obliga a utilizar antenas repetidoras en distancias del orden de los 50 Km.

Es de destacar el hecho de que en la actualidad se están comercializando redes locales cuyas estaciones están enlazadas entre sí por ondas de radio, empleando una sección poco utilizada del espectro electromagnético como son las frecuencias de 18 GHz, obteniéndose rendimientos superiores a las tecnologías que utilizan cables coaxiales para interconectar las máquinas de una red.

Se ha difundido mucho el uso de **enlaces de microondas** para establecer enlaces de comunicación, cuando no resulta práctico o costeable instalar medios de transmisión físicos; por ejemplo, de un lado a otro de un río o quizá un pantano o un desierto. Debido a que el haz de microondas colimado viaja a través de la atmósfera, puede sufrir perturbaciones por factores como construcciones o condiciones climáticas adversas. En cambio, con un enlace por satélite el principal medio de transmisión del haz es el espacio libre y por tanto es menos propenso a sufrir tales efectos. No obstante, la comunicación por microondas en línea recta a través de la atmósfera terrestre puede ser confiable hasta distancias de más de 50 kilómetros.

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencia comprendida entre los 2 y 40 GHz. Para el enlace telefónico de larga distancia se utiliza este sistema en la banda comprendida entre los 4 y 6 GHz, en la larga distancia no es recomendable utilizar frecuencias superiores debido a que aumenta su atenuación. Para este tipo de frecuencias es necesario que las antenas emisora y receptora no tengan obstáculos entre ellas (visibilidad directa), lo que obliga a utilizar antenas repetidoras en distancias del orden de los 50 Km.

Es de destacar el hecho de que en la actualidad se están comercializando redes locales cuyas estaciones están enlazadas entre sí por ondas de radio, empleando una sección poco utilizada del espectro electromagnético como son las

frecuencias de 18 GHz, obteniéndose rendimientos superiores a las tecnologías que utilizan cables coaxiales para interconectar las máquinas de una red.

2.3.2.3 RADIO

Los sistemas que emplean el radio - enlace para el transporte de la información se basan en la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre. Los únicos elementos que se precisan son las estaciones emisoras y receptoras, así como eventuales estaciones repetidoras.

Los satélites artificiales han revolucionado el mundo de las telecomunicaciones. Resulta un medio ideal para la difusión de imágenes en directo y un sistema sumamente eficaz para los enlaces de datos de larga distancia.

En general, un satélite situado en órbita geostacionaria a unos 35000 Km de la superficie terrestre, está constituido por uno o más dispositivos receptor - transmisor, que hacen las funciones de un enorme repetidor de microondas. Las frecuencias con las que emiten las antenas terrestres y las frecuencias con las que emite el satélite son distintas a fin de evitar interferencias entre las señales de subida y las de bajada.

Con objeto de prevenir un posible caos en el cielo se han establecido acuerdos internacionales sobre las frecuencias utilizables para las transmisiones con satélites. Las bandas de 3.7 a 4.2 GHz y 5.925 a 6.425 GHz se han asignado como frecuencias de telecomunicación vía satélite para flujos de información provenientes del satélite o hacia el satélite, respectivamente. En la actualidad a estas bandas se las conoce como la banda 4/6 GHz, las cuales se encuentran superpobladas. Existen otras bandas superiores (12/14 GHz, 20/30 GHz) disponibles también para las comunicaciones, pero el costo del equipo necesario para poder utilizarlas resulta elevado.

Una de las principales ventajas de las comunicaciones por satélite es su enorme capacidad de transmisión. Por ejemplo, un satélite es capaz de soportar miles de canales telefónicos. Por otra parte, los satélites proporcionan una cobertura territorial muy amplia y con un coste independiente de la distancia, esta característica tiene un gran atractivo para las empresas de sucursales en todo el mundo, tanto para transmisiones de datos como telefónicas. Hemos de destacar también la importancia de todos conocida que los satélites tienen en la difusión directa de imágenes de televisión.

No obstante, los satélites de comunicaciones no carecen de inconvenientes. Por un lado, la información debe ir convenientemente cifrada o codificada para que no puedan plantearse problemas de seguridad, ya que cualquiera que sintonice la frecuencia del satélite cuando está en su radio de acción puede recibir la información. Por otra parte, las condiciones climatológicas adversas pueden afectar a la señal en su camino de subida o de bajada, además, como una señal debe recorrer una gran distancia (alrededor de 36000 Km de ida, y otros tantos de

vuelta), puede aparecer un retardo considerable de una estación a otra, lo que puede originar problemas en los protocolos de línea y aumentar el tiempo de respuesta que percibe el usuario. Existen unos pequeños inconvenientes añadidos a los ya mencionados, que impiden al satélite estar en funcionamiento permanentemente, lo que conlleva que este no sea el medio más idóneo para todas las aplicaciones que se pueden desarrollar entre sistemas informáticos distribuidos.

También se usan ondas de radio de baja frecuencia en lugar de enlaces fijos para cubrir distancias más modestas con transmisores y receptores terrestres. Estas ondas pueden servir, por ejemplo, para conectar muchas computadoras de recolección de datos distribuidos en un área rural extensa con un computador remoto encargado de almacenar y monitorizar los datos, o para conectar computadoras (o terminales computarizadas) de una ciudad o una metrópoli con un computador local o remoto.

Como el costo de instalar cables fijos para tales aplicaciones sería muy alto, a menudo se usan ondas de radio para establecer un **enlace inalámbrico** entre un punto de terminación de cable fijo y los computadores distribuidos. Como se ilustra en la figura 2.8 (a), en el punto de terminación del cable fijo se coloca un transmisor de radio (denominado **estación base**) que establece un enlace inalámbrico entre cada una de las computadoras y el sitio central.

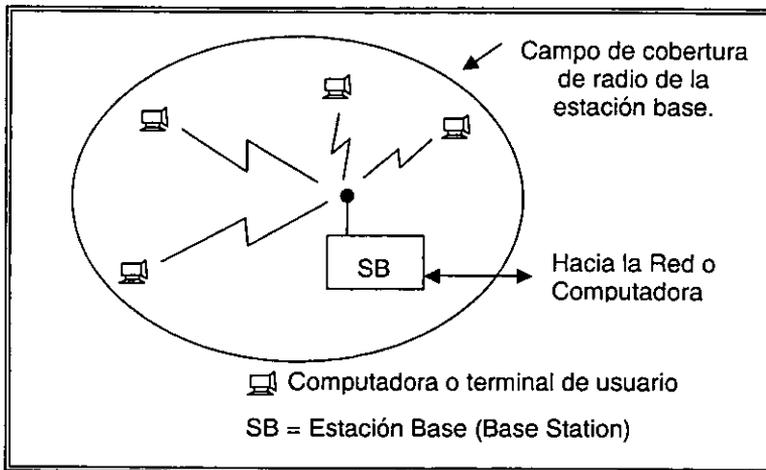


Figura 2.8 (a) Transmisión terrestre por radio con una celda única.

En el caso de aplicaciones que requieren una mayor área de cobertura o que tienen una mayor densidad de usuarios hay que emplear estaciones de múltiples bases. El área de cobertura de cada estación es restringida -al limitar su potencia

de salida- de modo que sólo proporciona suficientes canales para sustentar la carga total de esa área. La cobertura se amplía si se dispone de varias estaciones base en una estructura celular como se muestra en la figura 2.8 (b). En la práctica, el tamaño de cada celda varía y está determinado por factores como la densidad de terminales y la topografía local.

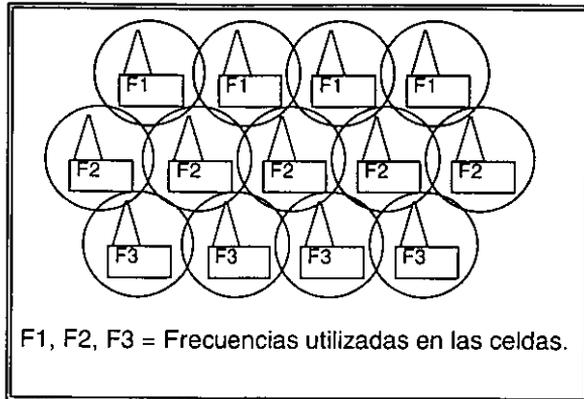


Figura 2.8 (b) Transmisión terrestre por radio con múltiples celdas.

Cada estación base trabaja con una banda de frecuencias distinta de la de sus vecinas, pero como el campo de cobertura de cada estación base es limitado, es factible reutilizar su banda de frecuencias en otras partes de la red. Las estaciones base se conectan con la red fija igual que la estación base única. Por lo regular, la tasa de bits con que pueden transmitir los computadores dentro de una celda es del orden de decenas de kilobits por segundo.

Para contar con enlaces inalámbricos a los equipos computarizados de cada oficina podemos servirnos de un arreglo similar en un mismo edificio. En estos casos se sitúa una o más estaciones base en cada piso del edificio y se conectan a la red fija. Cada estación base proporciona enlaces inalámbricos con la red fija a todos los computadores que están en su campo de alcance. Con ello no es necesario cambiar el cableado cada vez que se instala o cambia de lugar un computador, a expensas de tener que adquirir unidades de radio que conviertan los datos en señales de radio, y viceversa. En muchos casos, la tasa de bits utilizable es más baja que la del cableado fijo.

2.3.2.4 SISTEMAS DE ONDA CORTA

Trabajan con frecuencias de 3 a 30 MHz. Sus enlaces son poco fiables debido a su gran atenuación y vulnerabilidad a interferencias. Su ventaja radica en que se pueden emplear para cubrir grandes distancias con poca potencia de salida y que no precisan de visibilidad directa entre antenas para la propagación de las señales portadoras de la información. Esta propagación puede producirse en línea recta, adaptándose a la superficie terrestre o por rebotes en la ionosfera.

Su uso en la transmisión de datos está actualmente limitado a circunstancias especiales, ya que su pequeña capacidad de transmisión las excluye de las grandes vías de comunicación, como se puede ver en la figura 2.9.

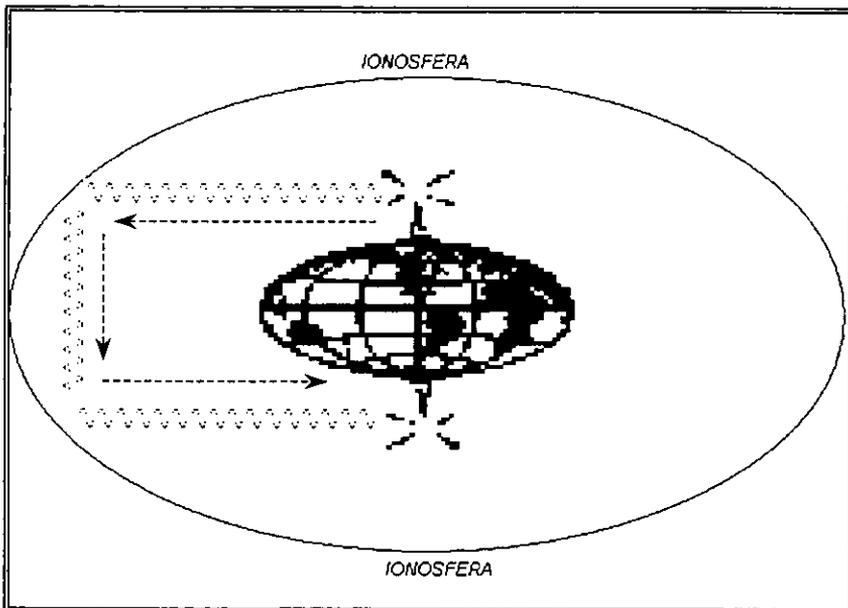


Figura 2.9 Transmisión de onda corta utilizando los rebotes en la ionosfera.

2.3.2.5 INFRARROJOS

Los infrarrojos son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, siendo susceptibles de ser interrumpidos por cuerpos opacos. Su uso no precisa de licencia administrativa y no se ven afectados por interferencias radioeléctricas externas, pudiéndose alcanzar distancias de hasta 200 metros entre cada emisor y receptor.

InfraLAN es una red basada en infrarrojos compatible con las redes Token Ring a 4 Mbps, pudiendo utilizarse independientemente o combinada con una red de área local convencional, como se puede ver en la figura 2.10.

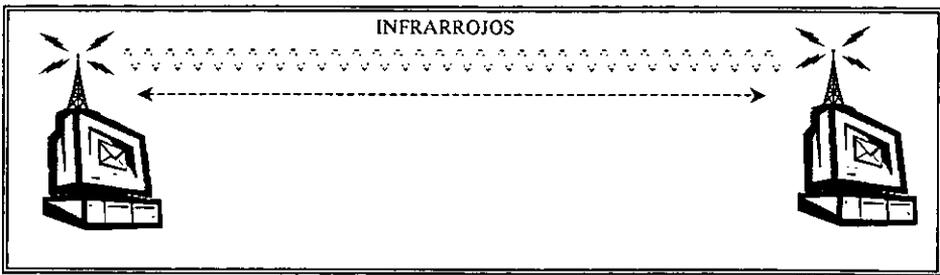


Figura 2.10 Transmisión de información por infrarrojos.

CAPÍTULO 3

Proyecto de Videoconferencia en el Centro Nacional de Rehabilitación

.....

El Centro Nacional de Rehabilitación es un complejo Hospitalario de Tercer Nivel (con grado de Especialidad) en donde se concentran los institutos de Ortopedia, Rehabilitación y Comunicación Humana.

Debido a que este Centro Hospitalario es una institución con especialidades se equipó con instalaciones de la mejor calidad en el área médica y en especial en el área de las telecomunicaciones, en donde se cuenta con equipo de alta tecnología como son la red de voz y datos en fibra óptica, sistemas de CCTV-Seguridad, control de acceso, control de asistencia y videoconferencia entre otros.

En especial el sistema de Videoconferencia se ha dividido en tres partes esenciales, que son: Videoconferencia, Telepresencia y Telemedicina. De esta forma el sistema es capaz de conectarse con otra institución de cualquier nivel siempre y cuando dicha institución cuente con la infraestructura mínima necesaria para realizar un enlace de videoconferencia, alcanzando tanto otras instituciones de Tercer Nivel, como comunidades rurales en donde se cuenta con las instalaciones básicas de un centro de atención médica.

En este Centro Hospitalario se ha conjuntado la tecnología de punta con el fin de ampliar el campo de aplicación y de cobertura que difícilmente podría ser cubierto por todo el personal médico.

Se ha hecho prioritario emplear la tecnología existente para apoyar las labores médicas encaminadas a la asistencia, la enseñanza y la investigación para así mejorar la atención de los servicios médicos.

3.1 ANTECEDENTES

El Gobierno Federal, por medio de la Secretaría Salud, cumple uno de sus principales objetivos con la consolidación de los servicios y las instalaciones que se consagran a la búsqueda de la salud y a la recuperación del bienestar físico de un sector muy importante de la población.

El Centro Nacional de Rehabilitación es el primer conjunto en su tipo en América Latina y el de mayores dimensiones y trascendencia de cuantos se han puesto en servicio en México. Esta obra es, con sus 72 mil m², la aportación más importante del Sector Salud a la investigación y a la procura de las soluciones a los problemas de discapacidad que enfrenta la sociedad mexicana.

La propuesta arquitectónica del Centro Nacional de Rehabilitación consiste en agrupar, para asegurar su mejor desempeño y funcionamiento, a los institutos nacionales de Ortopedia, Rehabilitación y Comunicación Humana, organismos de alta especialidad y cuya operación, en el futuro, demandará espacios y equipamiento acordes con los propósitos nacionales de mejoría social y la utilización de la tecnología más avanzada.

Este Complejo Hospitalario rebasa los requerimientos de una institución de tercer nivel, es decir, está planeado para atender los casos más delicados con el apoyo, sobre todo, de la infraestructura necesaria para poner en práctica diversos tipos de innovaciones y los programas de terapia más sofisticadas.

Este Centro médico fue diseñado para lograr el propósito de conservar la autonomía y la independencia de funciones de cada uno de los institutos al tiempo de proporcionarles servicios y apoyos de los que no dispondrían de manera individual. El conjunto se forma con once grupos de espacios, o cuerpos, ocho de los cuales integran el Complejo Hospitalario.

Este Centro Hospitalario está compuesto por once cuerpos o edificios entre los que se encuentran las especialidades de Ortopedia, Rehabilitación y Comunicación Humana, un cuerpo destinado para el estacionamiento del personal, otro cuerpo de casa de máquinas desde se controlan los sistemas y finalmente un cuerpo destinado a la investigación.

En la Tabla 3.1 se da una descripción más clara de cada uno de los servicios que se proporcionan en cada uno de los cuerpos.

	Instituto de Ortopedia:
Cuerpo 1	Consulta externa y cirugía.
Cuerpo 2	Hospitalización, terapias y servicios generales.
	Instituto de Rehabilitación:
Cuerpos 3 y 4	Consulta externa, enseñanza y hospitalización.
Cuerpo 5	Medicina de rehabilitación: Hidroterapia, mecanoterapia, electroterapia, terapia ocupacional y actividades de la vida diaria.
	Servicios Centrales:
Cuerpo 6	Radiología, gamagrafía, densimetría, tomografía axial computarizada y banco de sangre.
	Eventos especiales:
Cuerpo 7	Auditorio, aula magna, tres aulas y biblioteca.
	Instituto de Comunicación Humana:
Cuerpo 8	Consulta externa, cirugía, hospitalización, servicios de apoyo, gobierno y enseñanza. Gobierno Central, Dirección General, Servicios generales, almacenes y talleres.
	Investigación:
Cuerpo 9	Bioterio, quirófanos para experimentación y laboratorios.
Cuerpo 10	Casa de Máquinas.
Cuerpo 11	Estacionamiento.

Tabla 3.1 Descripción de los Servicios del Centro Nacional de Rehabilitación

La solución de los volúmenes, desde otro punto de vista, fue concebida sobre la base conceptual y de modernidad que ha dado renombre a la más culta arquitectura de México. El conjunto, además, integra materiales, sistemas de ahorro de energía y dispositivos contemporáneos de altas especificaciones, de probada durabilidad y de mínima exigencia de mantenimiento.

Durante la historia de la humanidad la medicina ha buscado primordialmente evitar la muerte. Ello se ha conseguido, en gran medida, a los avances científicos, a la incorporación de la tecnología a la medicina y a la cada vez mayor cobertura de los servicios de salud, así, en la actualidad, encontramos que ha disminuido la mortalidad general y ha aumentado la esperanza de vida.

Al evitarse la muerte por enfermedades o accidentes, sin embargo, con frecuencia se generan secuelas discapacitantes. Y al prolongar la vida aparecen enfermedades degenerativas que producen, también, diversos grados de discapacidad.

En México hay 10 millones de personas con discapacidad, y cada año se suman 12,000 casos de parálisis cerebral (personas que sufren de una lesión irreversible en el sistema nervioso central que afecta principalmente en los centros motores del cerebro, por lo cual tienen falta de control en algunas partes del cuerpo y con frecuencia imposibilidad para hablar. Puede ser severa por ejemplo: incapacidad

absoluta de controlar los movimientos del cuerpo. Puede ser leve, por ejemplo: un ligero defecto al hablar.); 2,500 de mielomeningocele (es una malformación en la médula espinal); 2,600 de pie equino varo (es una alteración anatómica de la tibia o también una deformación ósea); 2,400 de sordera congénita (deficiencia o ausencia auditiva); 43,142 con secuelas de enfermedad vascular cerebral (dificultad para hablar, para ver, para tragar, etc., o pérdida de la fuerza en un hemisferio del cuerpo, debido a una obstrucción en la arteria cerebral o bien por una hemorragia); 20,241 de traumatismos craneo-encefálicos (fracturas de cabeza y por consecuencia en el cerebro); 67,054 de malformaciones congénitas (malformaciones provocadas por problemas al nacer) y 124,656 de fracturas severas.

La discapacidad ocasiona segregación, discriminación, desempleo, subempleo, desintegración familiar, pérdidas económicas, inequidad y freno al desarrollo. Sobrevivir con discapacidad no representa ventaja alguna para el individuo, la familia y la sociedad si no se compensa con rehabilitación oportuna e integral.

No es suficiente proporcionar atención médica para disminuir la mortalidad y ampliar las expectativas de vida si no se incluyen acciones de prevención y rehabilitación que permitan mejorar sustancialmente la calidad de vida. El Doctor Howard Rusk afirmaba: " No basta con darle años a la vida; hay que darle más vida a los años ".

Para resolver este problema de la discapacidad se han planteado acciones que comprenden, fundamentalmente, la prevención y la rehabilitación integral. Se requiere, así, promover la salud, evitar las enfermedades y garantizar su atención oportuna y eficaz, por lo que también son necesarias acciones de recuperación, sustitución, adaptación, y curación de las discapacidades.

En el siguiente cuadro se resume el desarrollo de los servicios de rehabilitación que se han emprendido en México y se indica el año en que se fundaron las diversas instituciones:

- 1867 Escuela Nacional de Ciegos.
- 1943 Hospital Infantil de México.
- 1952 Dirección General de Rehabilitación de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- 1959 Hospital Colonia de los Ferrocarriles Nacionales de México.
- 1970 Instituto Nacional de la Comunicación Humana.
- 1974 Centro de Rehabilitación y Educación Especial.
- 1976 Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación.
- 1976 Subdirección de Rehabilitación del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.
- 1977 Jefatura de Rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- 1982 Dirección de Rehabilitación y Asistencia Social de Instituto del Desarrollo Integral de la Familia.

1995 Programa Nacional para el bienestar e incorporación al desarrollo de las personas con discapacidad.

2000 Centro Nacional de Rehabilitación.

El Centro Nacional de Rehabilitación tiene, entre otros, los siguientes objetivos:

- Evitar la discapacitación por enfermedades y accidentes.
- Promover la rehabilitación oportuna, eficaz e integral de las personas con discapacidad.
- Estimular una conducta participativa de la comunidad en general y del personal de salud en las acciones de prevención y rehabilitación de la discapacidad.
- Promover la investigación científica para la búsqueda de mayores recursos de prevención y rehabilitación de la discapacidad incluyendo su cura.
- Formar y desarrollar personal especializado, e investigadores en el campo de la discapacidad, y
- Complementar el Sistema Nacional de Salud con una institución de investigación dedicada específicamente a la discapacidad.

El espíritu que anima la integración médica del Centro Nacional de Rehabilitación se nutre de la visión que permita librar de la discapacidad y sus consecuencias a las personas de cualquier edad y género que integran una sociedad diversa y en cambio permanente.

3.2 ANÁLISIS

Debido al desarrollo acelerado de las nuevas tecnologías se pensó en realizar un sistema en el que se pudieran comunicar en tiempo real a dos o más personas que se encontraran en diferentes lugares al que se le llamó "videoconferencia" y que además cumpliera con las normas de calidad de un Hospital de 3er nivel en el cual se emplearan equipos de la más alta tecnología para brindar un servicio que estuviera a la vanguardia en las comunicaciones.

Para la parte de videoconferencia se cuenta con dos equipos marca Sony modelo PCS 3000 y otros dos equipos PCS 5100 que se conectan por medio de tecnología RDSI Básico (ISDN BRI) y enlace dedicado con interfaz V.35. También se cuenta con un equipo de telemedicina marca Tandberg Modelo Health Care System III con capacidad de conectarse por enlaces ISDN Básico y Primario, enlace dedicado con interfaz V.35 y enlace vía LAN (Videoconferencia por IP).

Para la conectividad hacia el exterior, se cuenta con 6 enlaces básicos de tecnología RDSI (ISDN) del tipo básico con una velocidad de 128 Kbps cada uno contratados con Telmex y se está por instalar un enlace primario RDSI con la compañía Avantel con capacidad de 30 canales básicos.

Actualmente se está realizando el proceso de la adquisición de una unidad multipunto (MCU) para videoconferencia, la cual permitirá tener sesiones de videoconferencia punto multipunto pudiendo conjuntar los enlaces con estándares H.320 y H.323 en una sola sesión y con un mismo equipo lo que significa que se pueden conectar varios sitios en la misma conferencia con la ventaja de que todos pueden compartir la misma información, además de enriquecer la sesión por la aportación de cada sitio. Esta ventaja principalmente es de gran utilidad en el Hospital, ya que al realizar videoconferencias con otros hospitales, se puede compartir información médica como son radiografías, tomografías, ultrasonidos, y el expediente clínico de un paciente en específico con fines de consulta y asesoramiento con otros especialistas para realizar un diagnóstico confiable.

Se cuenta con puntos de conexión para la red de videoconferencia y telemedicina, en 56 consultorios (de un total de 67), 18 quirófanos (de un total de 18), 15 aulas (de un total de 15), 3 salas de juntas (de un total de 3) y 12 oficinas de directivos (de un total de 12). A su vez, el auditorio y aula magna cuentan con puntos de conexión para la red y un equipamiento de alta tecnología en audio y video para el apoyo a los servicios de videoconferencia y telemedicina.

El Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con la infraestructura para transmitir cirugías a aulas de enseñanza gracias a un sistema de circuito cerrado de televisión-enseñanza el cual está constituido por brazos robóticos los cuales tienen una cámara de video incorporada y las ventanas virtuales dentro de los quirófanos. Estos dispositivos transmitirán las imágenes y sonido hacia las aulas o el auditorio para que los alumnos aprecien las cirugías efectuadas en dichos quirófanos, y con esto beneficiar la formación y el desarrollo de personal especializado, e investigadores en el campo de la discapacidad.

Existen 9 brazos robóticos instalados en los quirófanos equipados con videocámaras con un potente zoom capaz de ampliar la imagen lo suficiente como para ver los poros de la piel de una mano colocada sobre la plancha de intervenciones quirúrgicas.

Además existen en los quirófanos "Ventanas Virtuales", cuya función es la de tomar el video de los acontecimientos que se van dando dentro de la sala de intervenciones quirúrgicas para poder transmitir esta imagen a las aulas donde se encuentran los médicos residentes con la finalidad de que sirva para enseñanza a distancia sin estar presentes en el quirófano.

Por la parte de datos se cuenta con un backbone con tecnología Gigabit Ethernet en una red 100% switchada.

Para acceder hacia el exterior se tiene un enlace dedicado E1 (2048 Kbps.) Para el servicio de Internet y correo electrónico a través de la Red Tecnológica Nacional. Se cuenta con 6 servidores para acceso a correos de voz, datos, Internet y bases de datos del Sistema Hospitalario (SAIH: Sistema Automatizado de Información Hospitalaria).

3.3 DISEÑO

El Centro Nacional de Rehabilitación es un Hospital en donde se concentraron tres institutos, los cuales son:

1. - Instituto Nacional de Ortopedia
2. - Instituto Nacional en Medicina de la Rehabilitación.
3. - Instituto Nacional de la Comunicación Humana.

El sistema de Videoconferencia se diseñó con el objetivo de poder cubrir los tres institutos entre sí, además de tener la posibilidad de conectarse con otros institutos y hospitales que se encuentren en otro punto de la república y del mundo en general, lográndose de esta forma establecer una conexión con cualquier unidad hospitalaria de cualquier nivel, enfocando nuestra atención principalmente en hospitales de Tercer Nivel con el objetivo de mantener actualizado el nivel del Hospital en todos los aspectos, tanto académicos como hospitalarios, tecnológicos, etc. de esta manera el Centro Nacional de Rehabilitación estará a la vanguardia e innovación de la tecnología y la medicina como lo requiere un Hospital de Tercer Nivel.

Como ya se había mencionado, este Complejo Hospitalario cuenta con once edificios en general de los cuales uno es casa de máquinas y otro estacionamiento, por lo que prácticamente se cuenta con nueve edificios en los cuales se instalaron mas de 200 Kms. de cableado estructurado con cable UTP Categoría 5E para toda la red de datos, y además de una red de cableado estructurado con cable UTP Categoría 3 para toda la red de voz y voceo general, los cuales proporcionan el soporte necesario para la conectividad de los 2800 puntos de conexión (nodos terminales con jack RJ-45 verdes en el caso de la red de datos y azul en el caso de la red de voz).

De esta forma se puede tener conectividad en cualquier parte del Centro Nacional de Rehabilitación.

De acuerdo a las necesidades del Centro Nacional de Rehabilitación, el sistema de videoconferencia se dividió en tres grandes rubros que son:

- a) Videoconferencia
- b) Telepresencia
- c) Telemedicina

La **Videoconferencia** tiene como objetivo la comunicación entre dos o más personas del Centro Nacional de Rehabilitación en tiempo real que se encuentren en diferentes puntos dentro del mismo hospital o en cualquier punto remoto que cuente con la infraestructura necesaria ya sea en la República Mexicana o en cualquier otro país.

La **Telepresencia** tiene la misma finalidad de la videoconferencia, pero la diferencia es que ésta se transmite únicamente desde el Auditorio o del Aula Magna.

La **Telemedicina** está orientada más allá de una videoconferencia, ya que no solo se establece una conexión entre dos o más personas, sino que además se pueden transmitir imágenes de Rayos-X, electrocardiogramas, electroencefalogramas, y demás patologías del paciente hasta el punto remoto, con lo cual se puede realizar un diagnóstico real por el especialista desde el punto remoto.

Esto ofrece una gran ventaja, la cual se puede ver más claramente si se considera una comunidad rural en donde apenas se cuenta con un pequeño hospital con el equipamiento básico pero en donde se instala un equipo de telemedicina no muy robusto pero que si permita la conectividad con un Centro Hospitalario de tercer nivel, en donde se cuenta con especialidades, entonces se puede brindar a los pacientes de la comunidad rural, una consulta directamente con un especialista, el cual puede dar un diagnóstico más preciso y exacto al paciente, además de servir de capacitación a los médicos residentes de la pequeña comunidad, logrando una función dual en la misma transmisión, primero otorgando una consulta con grado de especialidad y luego una capacitación de los médicos principiantes de la comunidad rural y por si esto fuera poco, además es en tiempo real.

Otra gran ventaja es que este tipo de telemedicina se puede llevar a cualquier punto de la república y del mundo entero, siempre y cuando se cuente con la infraestructura mínima necesaria que en caso del Centro Nacional de Rehabilitación la conectividad mínima necesaria de cualquier punto remoto que quiera conectarse es de 128 Kbps.

De lo anterior es de donde se puede ver el crecimiento y la importancia que la Telemedicina está empezando a tomar en la actualidad, sobre todo en el Centro Nacional de Rehabilitación, cuyo objetivo es la atención médica de especialidad.

3.4 DESARROLLO (CARACTERÍSTICAS, INSTALACIÓN Y CABLEADO)

El Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con la infraestructura de telecomunicaciones más moderna para la transmisión de señales de voz, datos y videoconferencia integrado todo en sus 210 kilómetros de cableado estructurado que cubren los once edificios del Conjunto Hospitalario, de los cuales 196

Kilómetros son de cable UTP categoría 5E para la horizontal y 13.5 Kilómetros son el Backbone en Fibra óptica.

A su vez se cuenta con 2800 servicios o puntos de conexión (nodos de cableado estructurado) para los diversos servicios anteriormente mencionados lo cual brinda una comunicación en cualquier parte del CNR.

CATEGORÍAS DE CABLEADOS ESTRUCTURADOS

Las redes locales de datos (LAN) son desde hace varios años una herramienta importante en un número creciente de empresas.

Inicialmente se hicieron desarrollos independientes, lo que resultó en topologías y cables no compatibles para redes de proveedores distintos. El problema se resuelve al aplicar una norma de industria que resulte en un cableado compatible con todos los proveedores y las aplicaciones existentes dentro de las frecuencias de transmisión límite de diseño, éste es el concepto de un cableado estructurado y fue normalizado por primera vez por la TIA en 1991.

El cable considerado en esa primera edición se especificó para dar servicio a las redes de mayor velocidad existentes en ese momento. Las velocidades mayores de redes futuras requieren mejorar las características de los cables indicadas en la norma. Es esta diferenciación entre los cables para datos y su comparación con los de voz, lo que da origen a la clasificación en categorías. Ver Tabla 3.2

El cable especificado en 1991 corresponde a una categoría 3. Las categorías 1 y 2 no son adecuadas para un cableado estructurado. Un cable telefónico tradicional para uso interior corresponde a categoría 2.

Categoría 1	Especificados sólo para señales de voz.
Categoría 2	Características especificadas hasta 1 MHz.
Categoría 3	Características especificadas hasta 16 MHz.
Categoría 4	Características especificadas hasta 20 MHz.
Categoría 5	Características especificadas hasta 100 MHz.

Tabla 3.2 Características para las diferentes categorías de los cables usado en el cableado estructurado

3.5 DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

Como parte de la red de cableado estructurado, se han instalado servicios de videoconferencia (Tres jack's terminales RJ-45 por servicio) en los diferentes cuerpos que integran este Hospital.

En todo el Centro Nacional de Rehabilitación se han instalado un total de 116 servicios de videoconferencia en cobre y 27 servicios de videoconferencia en Fibra óptica, en diferentes puntos como consultorios, salas de usos múltiples, Auditorio y Aula Magna con sus respectivas cabinas de operación, Quirófanos, Direcciones, subdirecciones, salas de juntas, aulas y laboratorios distribuidos como se puede ver en la Tabla 3.3

La interconexión de los equipos se lleva a cabo por medio de tres enlaces básicos de ISDN (BRI) contratados con Telmex cada uno a una velocidad de transmisión de 128 Kbps, por lo que la velocidad de transferencia para un enlace de videoconferencia final es de 384 Kbps. Esta velocidad de transferencia se obtiene con una unidad central de proceso llamada CODEC, el cual es el encargado de descanalizar o *DECodificar* el velocidad de transferencia total (384 Kbps) en seis canales independientes de 64 Kbps cada uno, los cuales se transmiten por los enlaces básicos de ISDN hasta el otro punto en donde se encuentra otro equipo con otro CODEC que toma la información de los seis canales y la vuelve a reconstruir o *CODificar*, recuperando de esta forma la información original. De ahí que la unidad central que realiza estos procesos se llame CODEC.

Además de transmitir la información por medio de enlaces de ISDN, los equipos SONY son capaces de comunicarse utilizando la interfaz V.35.

Cuerpo	Nivel	Ubicación	VC en CU	VC en FO
1	PB	CONSULTORIOS	16	1
1	PP	QUIROFANOS	11	1
2	SOTANO	COMEDOR	0	0
2	PB	URGENCIAS	0	0
2	PP	REC. HUMANOS	1	1
2	1°	CUBICULOS	0	1
2	2°	HOSPITALIZACION	0	1
2	3°	HOSPITALIZACION	0	1
2	4°	HOSPITALIZACION	0	1
2	5°	HOSPITALIZACION	0	1
2	6°	HOSPITALIZACION	0	1
2	7°	PRIVADOS	0	0
2	AZOTEA	HELIPUERTO	0	0
3 Y 4	SOTANO	BODEGAS	0	0
3 Y 4	PB	CONSULTORIOS	23	1
3 Y 4	PP	PROTESIS Y ORTESIS	5	0
3 Y 4	1°	AULAS	6	1
3 Y 4	2°	HOSPITALIZACION	1	0
3 Y 4	3°	HOSPITALIZACION	1	0
5	PB	TERAPIAS FISICAS	0	0
6	SOTANO	SERV. GRALES.	0	0
6	PB	SERV. GRALES.	0	0

Tabla 3.3 Resumen de los Servicios de Videoconferencia

7	PB	AM Y SUM	5	5
7	PP	AUDITORIO ESTRADO	1	1
7	AZOTEA	CABINAS CTRL Y TS	1	1
G.C.	GC	DIRECCIONES	11	1
8	PB	CONSULTORIOS	0	0
8	PP	CONSULT. Y QX	21	2
8	1°	CUBIC. TERAPIAS	8	1
9	SEMI-SOT	BIOTERIO Y QX	4	1
9	PB	MICROSCOPIOS	0	0
9	PP	LABS. FISILOGIA	0	0
9	1°	AULA	0	1
9	2°	AULA	0	1
9	3°	BACTERIOLOGIA	0	0
9	4°	CITOMETRIA	0	1
9	5°	ING. REHABILITACION	0	0
9	6°	SALA DE USOS MUL.	1	1
9	7°	CASA DE MAQUINAS	0	0
10	PB	CASA DE MAQUINAS	0	0
10	ALTA	JEFATURA	0	0
11	TODOS	ESTACIONAMIENTO	0	0
TOTAL			116	27

Tabla 3.3 Resumen de los Servicios de Videoconferencia (continuación)

3.6 DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS CON EQUIPOS

En el Centro Nacional de Rehabilitación se cuenta con equipos móviles que son los equipos SONY PCS 3000 los cuales tienen la capacidad de conectarse ya sea por un enlace básico BRI o por interfaz V.35 y dependiendo del tipo de enlace es la velocidad de la transmisión de la videoconferencia, de esta forma si la conexión se realiza por el BRI la velocidad máxima será de 128 Kbps, mientras que por V.35 se puede alcanzar una velocidad de transmisión de 384 Kbps, la cual es la velocidad mínima recomendable para realizar una videoconferencia sin que el movimiento se vea demasiado " pixelado " ó " robotizado " lográndose así una comunicación prácticamente en tiempo real.

En la parte de Telemedicina el Hospital cuenta con un equipo Marca Tandberg, modelo Health Care System III, el cual es un equipo muy útil ya que tiene la facilidad de conectar varios periféricos tales como dermatoscopio, endoscopio, retinoscopio, colposcopio, otoscopio, una cámara de exploración general, una cámara de documentos, cámaras y micrófonos auxiliares, videocaseteras, así como una PC y transmitir archivos como el expediente clínico del paciente, así como imágenes de la patología del mismo como son Rayos-X, tomografía axial computarizada, ultrasonidos, resonancias magnéticas y otras imágenes con lo que se enriquece la información brindada al especialista en el hospital de tercer nivel para dar un cuadro clínico mas amplio facilitando el poder dar un diagnóstico del

paciente desde el sitio a distancia. Este equipo permite realizar telediagnósticos, teleconsultas, teleducación y apoyo médico a distancia.

Además este es un "Equipo de Grado Médico" lo cual significa que es apto para estar en los quirófanos para tomar los acontecimientos que ocurren dentro del quirófano en una cirugía en tiempo real para luego transmitirla hacia alguna aula de enseñanza, o al Auditorio, o al Aula Magna por separado o bien transmitirlo de manera simultánea en todas las instalaciones.

El equipo de telemedicina es capaz de realizar la conectividad de cuatro formas :

- A través de uno hasta cuatro enlaces Básicos (BRI) de ISDN.
- A través de un enlace Primario (PRI) de ISDN.
- A través de un enlace por interfaz V.35.
- A través de la red de datos por IP utilizando la red de datos (LAN).

En las cabinas tanto del Auditorio como del Aula Magna se cuenta con equipo de videoconferencia marca Sony modelo PCS 5100 los cuales se pueden conectar por medio de uno hasta tres enlaces básicos (BRI) o también por interfaz V.35. Con los enlaces anteriores se puede alcanzar una velocidad de transmisión de 384 Kbps, la cual permite realizar una videoconferencia de buena calidad ya que la imagen se recupera rápidamente, disminuyendo de esta forma que se vea pixelada o con un retraso considerable. De igual forma el audio se transmite con calidad estereofónica.

En resumen el Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con los siguientes equipos:

Cantidad	Tipo de equipo	Servicio	Marca	Modelo	Velocidad max. (Kbps)
2	Móviles	Videoconferencia	Sony	PCS-3000	128
2	Fijos	Videoconferencia	Sony	PCS-5100	384
1	Móvil	Telemedicina	Tanberg	HCS-III	512 (Max 1920)

En el caso de el equipo de Telemedicina (Tanberg modelo Health Care System III), se puede conectar hasta con 4 enlaces básicos de ISDN (4 BRI's) lo que permite una velocidad de transmisión de 512 Kbps o bien por medio de un enlace primario (PRI) con un máximo de 30 canales, los cuales proporcionan una velocidad de transmisión máxima de 1920 Kbps.

De esta forma el Hospital tiene la flexibilidad de realizar enlaces desde 128 Kbps hasta un enlace de 1920 Kbps, como se puede ver en la figura 3.1.

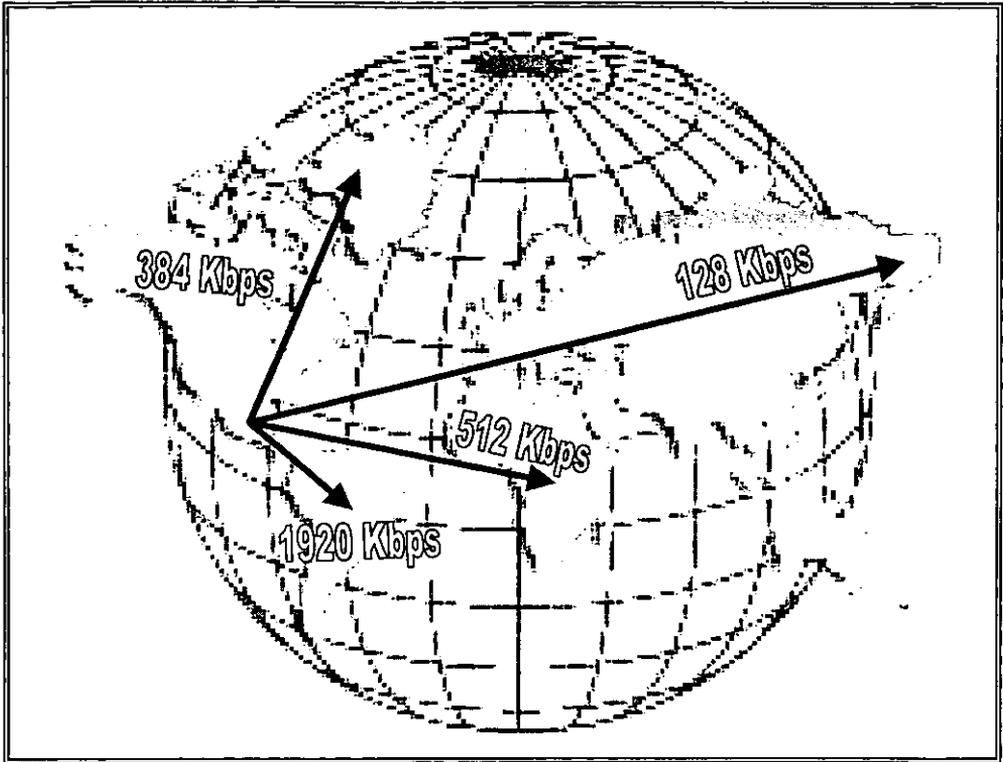


Figura 3.1 Alcances de los enlaces de videoconferencia desde el CNR.

3.7 REQUERIMIENTOS DE UNA VIDEOCONFERENCIA

Para realizar una videoconferencia es necesario considerar varios aspectos tales como:

- **El Equipo:** En los dos o más puntos en donde se va a llevar a cabo la videoconferencia, ya que en función del CODEC dependerá la calidad de la compresión del audio y video y en consecuencia la calidad de la imagen y de la voz en la transmisión. Por lo que se recomiendan equipos con las siguientes características:
 - ✓ Protocolo para videoconferencia de salón H.320, y
 - ✓ Velocidad de transmisión mínima de 384 Kbps.

- **El Enlace:** Es el medio de comunicaciones necesario para llevar a cabo la conectividad entre los equipos participantes, el cual puede ser desde cable UTP, cable coaxial, Fibra Óptica, Microondas, Infrarrojos, Enlaces dedicados satelitales o enlaces dedicados RDI (Red Digital Integrada), etc. y en función de éstos dependerá la velocidad de la transmisión.
- **El Protocolo:** Existen diversos tipos de protocolos. Entre los más comunes están la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN: Integrated Services Digital Network), por medio de una red LAN (por IP), etc.

Prácticamente se ha demostrado que la velocidad de transmisión recomendable para lograr una videoconferencia de buena calidad es a 384 Kbps.

La velocidad de la transmisión va relacionada directamente con la aplicación que se quiera llevar a cabo, ya que para una videoconferencia normal no se requiere de una calidad muy buena, siendo útil una velocidad de transmisión desde 128 Kbps, mientras que para una aplicación de Telemedicina se requiere que la imagen sea de la mejor calidad, inclusive de alta calidad y con ciertas características especiales como la fotometría de la imagen ya que si se envía una imagen de Rayos-X o una tomografía axial computarizada se requiere que la imagen se transmita idéntica a la original para que el diagnóstico no pueda variar debido a un error cromático diagnosticando un hematoma en vez de una mancha de mugre de la superficie en cuestión. De ahí la importancia de considerar la velocidad de la transmisión aunada a la aplicación donde se quiera llevar a cabo dicha transmisión.

La ventaja de una transmisión de baja calidad es que se requiere poca velocidad de transmisión (128Kbps) para realizar la conectividad a un bajo costo, pero la desventaja es que la transmisión es de poca calidad tanto en el video como en el audio, ajustándose estos últimos a los estándares más básicos mínimos para llevar a cabo la comunicación.

En cambio, cuando se lleva a cabo una conectividad de mayor calidad se pueden lograr imágenes de video mucho más claras y nítidas, además de un audio con calidad estereofónica, los cuales son capaces de soportar aplicaciones más complejas en donde la calidad de video y audio juegan un papel trascendente para que la transmisión se lleve a cabo con éxito, tales como las transmisiones de aplicaciones médicas en donde una imagen de Rayos-X debe ser transmitida exactamente igual que la imagen original para evitar un diagnóstico erróneo debido a la mala cromatografía de la imagen transmitida.

De ahí la importancia de realizar un estudio amplio de la aplicación donde se quiera realizar la conectividad para poder hacer una selección correcta del equipo y el tipo de enlace que se requerirá para que la conexión cumpla con todas las exigencias de la aplicación.

En resumen las características mínimas necesarias para realizar una videoconferencia con el Centro Nacional de Rehabilitación con una calidad aceptable son las siguientes :

Protocolo de Videoconferencia de salón H.320.

Enlace con el Centro Nacional de Rehabilitación a una velocidad de transmisión mínima de 384 Kbps.

En el proceso de la videoconferencia se requiere de dos señales principalmente , las cuales son :

- ✓ La señal de video (la imagen) tomada por la cámara, y
- ✓ La señal de audio (el sonido) tomado por el micrófono.

Estas dos señales son tomadas y comprimidas por el CODEC, para luego transmitir las al otro extremo, el cual se encarga de descomprimirlas. Debido a la compresión y descompresión de las señales, es por lo que en una videoconferencia nunca se van a recuperar las señales al 100%.

La recuperación de la imagen se lleva a cabo como se describe a continuación:

Al iniciar un equipo de videoconferencia la imagen recibida desde el otro extremo se muestra por primera vez, como una imagen fija.

En los sistemas de videoconferencia, cuando se tiene una imagen completa, solo se retransmiten las partes de la imagen que han cambiado, ahorrando tiempo de transmisión al no retransmitir toda la señal completa.

El tiempo de recuperación de la imagen depende directamente de la velocidad de transmisión disponible, de ahí que a una velocidad de 128 Kbps el proceso de recuperación es más lento que a una velocidad mayor, como puede ser 384 Kbps, en donde la recuperación de la imagen es casi inmediata.

Esta es la razón de utilizar una velocidad de transmisión mínima de 384 Kbps para realizar una videoconferencia, la cual proporciona una calidad de imagen del 75% aproximadamente, dando como resultado una videoconferencia aceptable.



CAPÍTULO 4

Puesta en operación de la Videoconferencia en el Hospital

.....

La videoconferencia ha jugado un papel muy importante en los últimos tiempos, ya que ha simplificado mucho las reuniones a distancia, evitando los gastos y el tiempo de transportación.

Esta ventaja tiene un alcance aún mayor si se aprovecha en el área médica, llevando los servicios de tercer nivel a lugares en donde resulta muy difícil el acceso, además de no contar con el presupuesto para contar con los recursos de especialidad.

Otra de las ventajas es la intercomunicación con otros Hospitales de tercer nivel, para compartir avances y nuevas tecnologías, con el fin de actualizar el nivel médico en todas las áreas, así como capacitar a otras instituciones de menor nivel que lo requieran.

Con este objetivo se diseñó la red de voz, datos y videoconferencia en el Centro Nacional de Rehabilitación con la objeto de soportar aplicaciones de voz, datos y video, para cumplir con los estándares de videoconferencia, para realizar enlaces a nivel nacional e internacional, ya sea con fines médicos, académicos o de intercambio cultural.

4.1 INFRAESTRUCTURA

El Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con una extensión de 56,192.7 [m²] ubicado en el área que delimitan las avenidas de Viaducto Tlalpan por el norte, Periférico Sur por el poniente, México Xochimilco al oriente y la calle de Forestal por el sur, como se puede ver en la figura 4.1

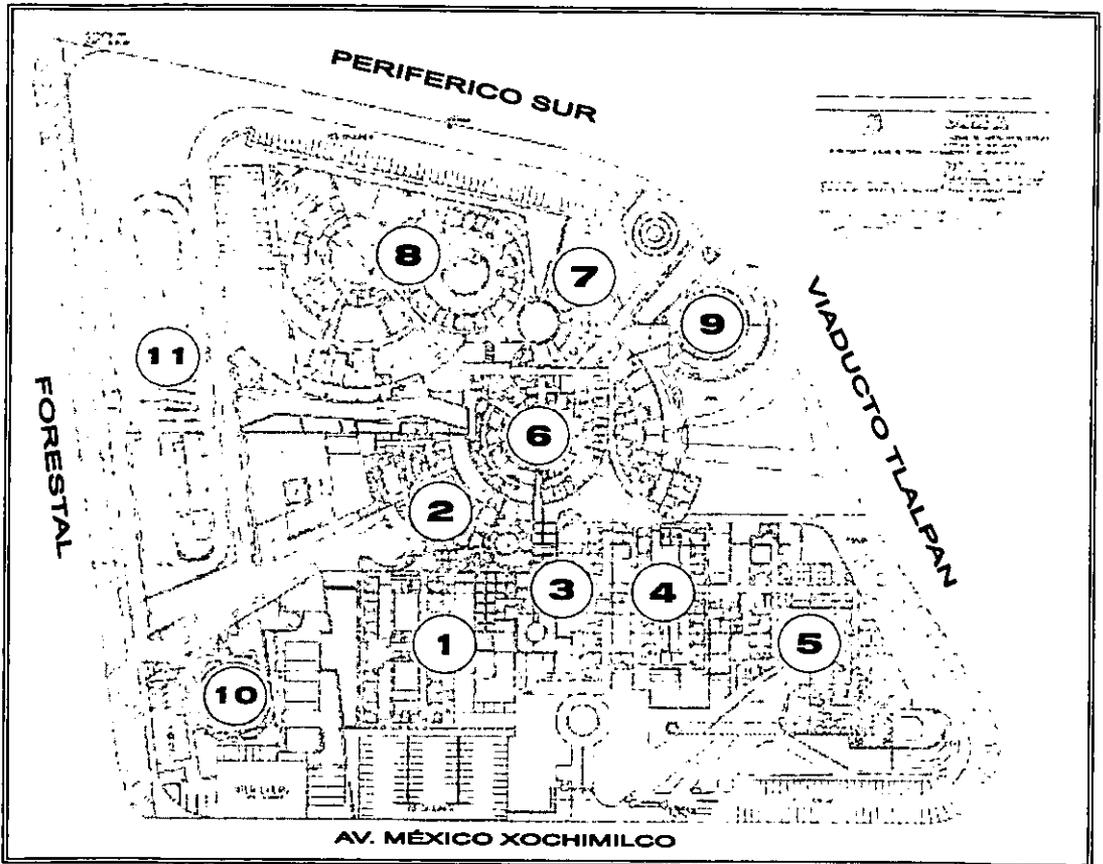


Figura 4.1 Plano estructural de la Planta Baja de conjunto del Centro Nacional de Rehabilitación.

En el Centro Nacional de Rehabilitación se conjuntan tres institutos que son :

- ❖ El Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación. (INMR)
- ❖ El Instituto Nacional de Ortopedia, y (INO)
- ❖ El Instituto Nacional de la Comunicación Humana. (INCH)

Por lo que de esta forma el Centro Nacional de Rehabilitación conjunta las especialidades de Rehabilitación, Ortopedia y Comunicación Humana.

En la figura 4.1 se puede ver la distribución de los once cuerpos que componen el Centro Nacional de Rehabilitación, cuyas actividades se describen a continuación:

El cuerpo 1 está dedicado a la consulta externa de la especialidad de Ortopedia.

El cuerpo 2 está dedicado a la hospitalización de Ortopedia.

El cuerpo 3 está dedicado a la enseñanza y hospitalización de Rehabilitación.

El cuerpo 4 está dedicado a la consulta externa de Rehabilitación.

El cuerpo 5 está dedicado a las terapias de Rehabilitación.

El cuerpo 6 está dedicado a los servicios generales de todo el Centro Nacional de Rehabilitación como son los servicios de radiología, imagenología, medicina nuclear, banco de sangre, laboratorio de patología clínica y el SITE de comunicaciones, e cual es el encargado de la correcta administración y mantenimiento de toda la red de voz, datos y videoconferencia.

El cuerpo 7 está dedicado a los eventos especiales ya que cuenta con un auditorio capaz de albergar a casi 500 personas y una aula más pequeña en donde se pueden realizar eventos más pequeños capaces de recibir a más de 100 personas.

El cuerpo 8 está dedicado a los servicios de la Comunicación Humana como son audiología, otorrinolaringología, lenguaje, etc.

El cuerpo 9 esta dedicado a la investigación.

El cuerpo 10 está dedicado para la casa de máquinas.

El cuerpo 11 está dedicado al estacionamiento.

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL

Actualmente el Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con la infraestructura necesaria para llevar a cabo eventos de videoconferencia, es decir, una red de cableado estructurado con cable UTP Categoría 5E, distribuida a través de los once cuerpos que integran este complejo hospitalario, como se puede ver en la figura 4.2.

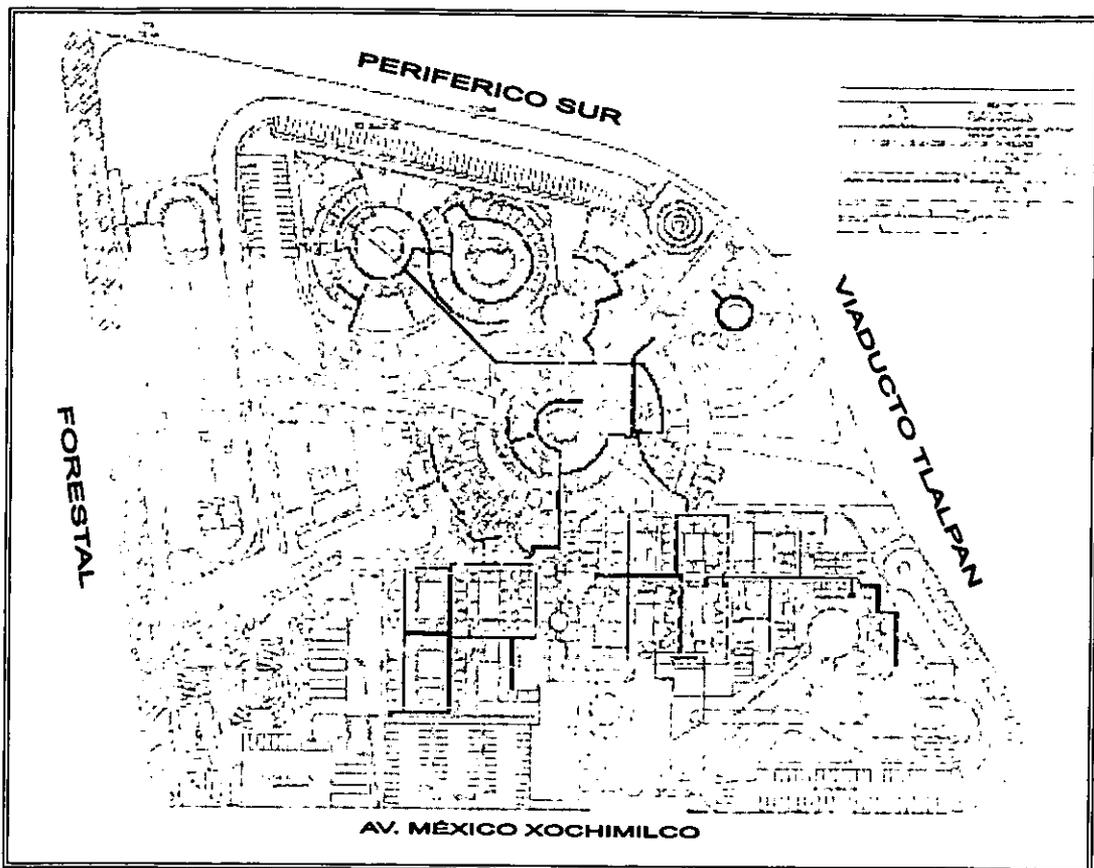


Figura 4.2 Diagrama de la charola principal de cableado estructurado distribuido en la Planta Baja de conjunto del Centro Nacional de Rehabilitación.

Esta red de videoconferencia se diseñó para funcionar con una velocidad de transmisión que va desde los 128 Kbps (dos canales de 64 Kbps) la cual requiere de una terminal de RJ-45 para el servicio de ISDN, hasta los 384 Kbps (seis canales de 64 Kbps) el cual requiere de tres terminales de RJ-45.

Además de la red física, es necesario un proveedor para el servicio de ISDN (Integrated Services Digital Network ó Red Digital de Servicios Integrados).

Para cumplir este objetivo, el Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con un contrato con la Compañía Telefónica de Telmex, con el cual tiene contratados 6 enlaces básicos de ISDN (BRI, Basic Rate Interface).

Por otro lado, también cuenta con un contrato con la Compañía Avantel, la cual proporciona 30 canales Básicos de ISDN para el servicio de videoconferencia.

4.2 EQUIPO ACTUAL

El Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con la infraestructura necesaria para realizar videoconferencias tanto internas (entre los diferentes edificios de todo el CNR) como externas (con otras instituciones a nivel nacional e internacional).

En total el Hospital cuenta con 5 equipos de videoconferencia, de los cuales 2 son equipos móviles para videoconferencia, dos son fijos y un último equipo para telemedicina, que en resumen son los siguientes :

2 Equipos móviles, marca Sony PCS-3000 cuyas características técnicas son las siguientes :

- Una terminal RJ-45 para conectarse a través de un canal Básico de ISDN (BRI), esto es, a una velocidad de 128 Kbps.
- Una terminal DB-35 para conectarse a través de V.35.
- Terminales RCA de entrada / salida de audio.
- Una Terminal de S-Video para el video de salida.
- Una terminal DB-9 (RS-232 serial) para Transmisión / Recepción de datos. (T.120)
- Un puerto para conectar la unidad procesadora de Audio (entrada y salida).
- Un puerto para conectar la cámara de Video.

2 Equipos fijos, marca Sony PCS-5100 cuyas características técnicas son las siguientes :

- Tres terminales RJ-45 para conectarse a través de tres canales Básicos de ISDN (3 BRI's), esto es, a una velocidad de 384 Kbps.
- Una terminal DB-35 para conectarse a través de V.35.

- Terminales RCA de entrada / salida de audio.
- Una Terminal de S-Video para el video de salida.
- Una terminal DB-9 (RS-232 serial) para Transmisión / Recepción de datos. (T.120)
- Un puerto para conectar la unidad procesadora de Audio (entrada y salida).
- Un puerto para conectar la cámara de Video.

1 Equipo para Telemedicina marca Tandberg modelo Health Care System III cuyas características técnicas son las siguientes :

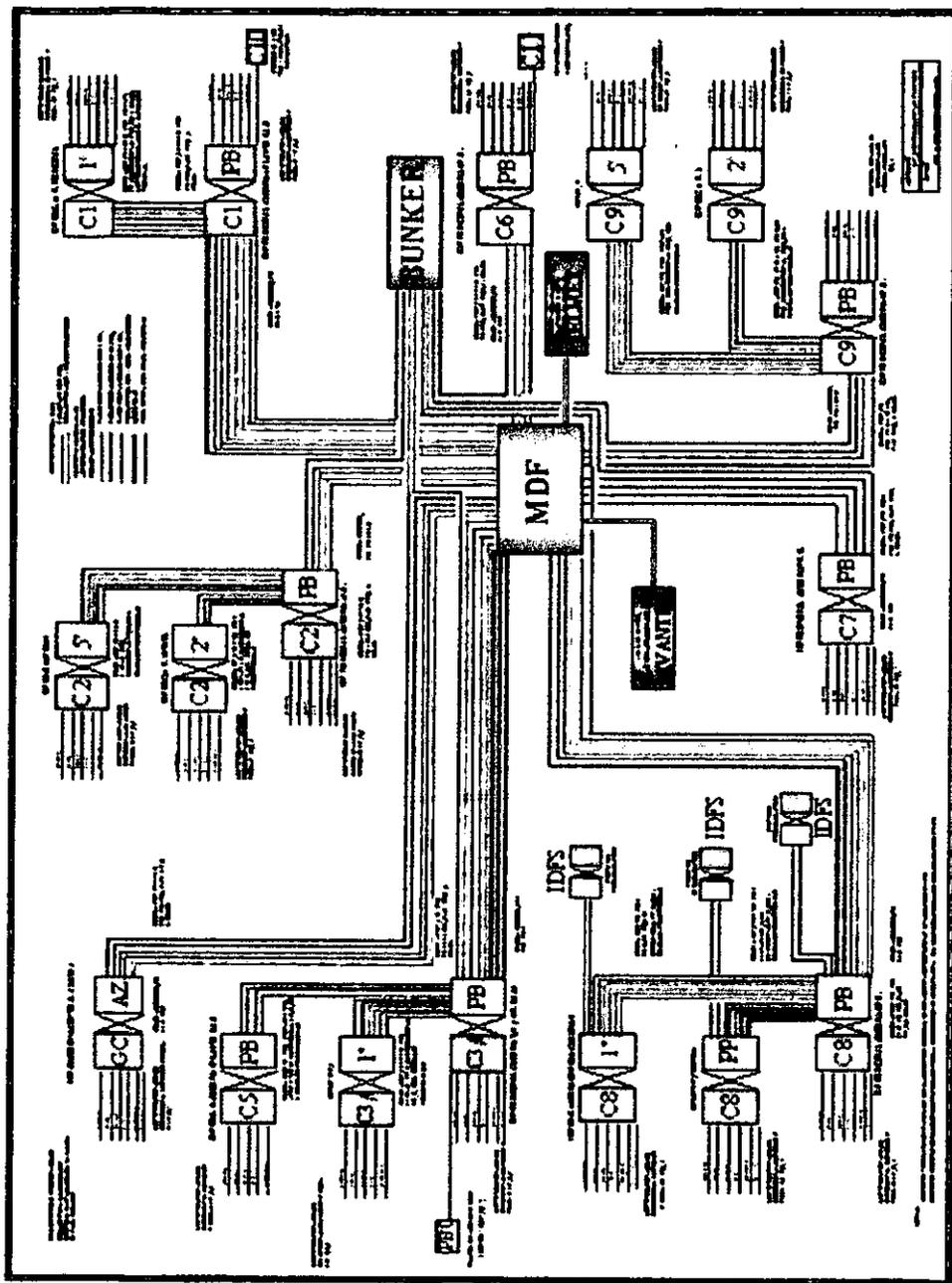
- Cuatro terminales RJ-45 para conectarse a través de hasta cuatro canales Básicos de ISDN, esto es, a una velocidad de 512 Kbps.
- Una terminal RJ-45 para conectarse a través de un enlace PRI de ISDN, esto es, que si el punto remoto lo permite la conectividad se puede realizar hasta con los 30 canales básicos de un enlace Primario (PRI).
- Terminales RCA de entrada / salida de audio.
- Terminales RCA y S-Video para el video de salida.
- Una terminal DB-9 (RS-232 serial) para Transmisión / Recepción de datos. (T.120)

Además el Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con una red de voz y datos en cableado estructurado categoría 5E, concentrando los 2700 servicios de voz, datos y videoconferencia de todo el Hospital en el cuerpo 6 (Servicios Generales), que es en donde se encuentra el SITE de telecomunicaciones para su administración y mantenimiento, que es desde donde se controlan los 6 servicios con los que cuenta esta red, que son los siguientes :

- 1.- Voz
- 2.- Datos
- 3.- Videoconferencia
- 4.- Circuito Cerrado de Televisión – Seguridad (CCTV-SEG)
- 5.- Circuito Cerrado de Televisión – Enseñanza (CCTV-ENS)
- 6.- Control de Edificio Inteligente (control de aire condicionado en generadoras de agua helada, estaciones de bombeo, unidades manejadoras de aire y ventiladores de extracción, control de iluminación, control de acceso y control de asistencia)

El diagrama de la distribución de la red en el Hospital se puede ver en la figura 4.3

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL



4.3 Diagrama de cableado estructurado en el CNR.

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL

Por la parte de voz se cuenta con una red cableada con cable UTP Categoría 3, el cual soporta un ancho de banda de 16 MHz, pero dado que el ancho de banda de la voz humana va desde los 300 Hz hasta los 4.5 KHz, entonces 16 Mhz es un ancho de banda suficiente para las aplicaciones de voz.

Por la parte de datos se cuenta con un backbone con tecnología Gigabit Ethernet en una red 100% switchada, lo cual significa que la información que viaja a través de la red se reenvía inmediatamente a otros puertos previamente configurados, sin perder tiempo en determinar el destino de la información para luego mandarla.

Para este hospital se asignaron direcciones IP clase C, esto es que tenemos 255 nodos diferentes.

El DNS (Domain Name System) o Sistema (Servicio) de Nombres de Domino, ayuda a los usuarios a encontrar su camino en Internet. Cada computadora en Internet tiene una dirección única, -como un número telefónico- el cual es una complicada cadena de números llamada "Dirección IP". Así el DNS es el servicio de internet que traduce de un nombre de Dominio a su respectiva dirección IP.

Las direcciones IP son reguladas por el INTERNIC, el cual es un organismo internacional que regula y determina las direcciones IP a nivel internacional con el fin de que cada dirección IP sea única en el mundo.

De esta forma el INTERNIC ha asignado direcciones IP para cada clase. De esta forma las direcciones IP se han clasificado en tres grandes clases que a continuación se describen.

Clase A : En donde el INTERNIC fija los primeros 8 bits de la dirección IP, dejando los 24 siguientes para que el usuario los asigne. Esta Clase se usa para institutos y empresas muy grandes ya que permite un número muy grande de usuarios, específicamente 2^{24} usuarios distintos, esto es 16 ' 777 , 216 usuarios distintos.

En las redes clase A se prefijan los primeros 8 bits de la dirección IP como se puede ver a continuación:

Desde la 0 . X . X . X hasta la 127 . X . X . X , por lo que entonces solo existen 128 redes Clase A diferentes, con 16 ' 777 , 216 usuarios distintos cada una.

Ejemplo : Dirección IP : 114 . X . X . X, donde el número 114 fue fijado por el INTERNIC.

Clase B : En donde el INTERNIC fija los primeros 16 bits de la dirección IP, dejando los 16 siguientes para que el usuario los asigne.

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL

En especial en esta Clase los primeros dos bits deben ser "1" y luego "0" por lo que esta clase va desde la dirección 10000000 (128 en decimal) hasta la dirección 10111111 (191 en decimal) por lo que el número de redes que soporta esta clase es de 2^{14} , es decir un máximo de 16,384 redes Clase B distintas. Actualmente han sido asignadas 12,000 redes Clase B, esto es un 65 % de las disponibles de esta clase. (Información actualizada hasta Septiembre del 2000)

De esta forma las redes clase B van desde la dirección 128 . 0 . X . X hasta la 191 . 255 . X . X , por lo que entonces solo existen 16,384 redes Clase B diferentes, con 65,536 usuarios distintos cada una.

Ejemplo : Dirección IP : 147. 131 . X . X, donde los números 147 y 131 fueron fijados por el INTERNIC.

Clase C : En donde el INTERNIC fija los primeros 24 bits de la dirección IP, dejando los últimos 8 bits para que el usuario los asigne.

En especial en esta Clase los primeros tres bits deben ser "1" y luego "1" y por último "0" por lo que esta clase va desde la dirección 11000000 (192 en decimal) hasta la dirección 11011111 (223 en decimal) por lo que el número de redes que soporta esta clase es de 2^{21} , es decir un máximo de 2,097,152 redes Clase C distintas. Actualmente han sido asignadas 800,000 redes Clase C, esto es un 40 % de las disponibles de esta clase. (Información actualizada hasta Septiembre del 2000)

De esta forma las redes clase C van desde la dirección 192 . 0 . 0 . X hasta la 223 . 255 . 255 . X , por lo que entonces existen 2,097,152 redes Clase C diferentes, con 256 usuarios distintos cada una.

Ejemplo : Dirección IP : 197. 108 . 223 . X, donde los números 197, 108 y 223 fueron fijados por el INTERNIC.

De la descripción anterior se puede resumir el rango de las direcciones IP por clases como se puede ver en la tabla 4.1

Clase	Desde la dirección :	Hasta la dirección :
A	0.0.0.0	127.255.255.255
B	128.0.0.0	191.255.255.255
C	192.0.0.0	223.255.255.255

Tabla 4.1 Resumen de las direcciones IP por clases.

En todo el Centro Nacional de Rehabilitación se ha instalado una red de datos con direcciones IP Clase C con direcciones dinámicas, esto es, que las direcciones se asignan en el momento en el que se conecta un usuario a la red, de esta manera la dirección asignada a un usuario en particular, no es la misma cada vez que este se conecta a la red, ya que se van asignando las direcciones conforme los usuarios van ingresando a la red.

La forma de transmisión de la información se hace por medio de una red completamente switchada, esto quiere decir, que la información al llegar a un switch / router, que recientemente ha sido llamado "Brouter", este retransmite la información instantáneamente hacia un puerto específico programado anteriormente en dicho Brouter, de manera que el paquete no se detiene en su viaje por la red, hasta que llega a su destino, la información llega más rápido a su destino, evitando colisiones de los paquetes de información

La red de datos está diseñada con cableado de UTP Categoría 5E ya que la categoría 5E soporta un ancho de banda de hasta 100 MHz, el cual es el ancho de banda máxima de transmisión de la red.

Para el servicio de videoconferencia se destinaron en la red de datos tres cables de UTP categoría 5E para cada servicio de videoconferencia en cobre, por lo que cada servicio de videoconferencia cuenta con un face plate (placa terminal de red) con tres terminales de RJ-45, marcadas en color verde (el cual denota la red de datos, mientras que el color azul se refiere a la red de voz).

El servicio de Videoconferencia se integro en la red de datos ya que proporciona un ancho de banda mucho mas robusto (100 MHz) con respecto a la red de voz (16 MHz), debido a que las aplicaciones de videoconferencia tienen un ancho de banda variable (estableciendo una conexión básica de 2 canales de ISDN hasta aplicaciones más sofisticadas en las que el ancho de banda pueda alcanzar los 30 canales de ISDN).

De esta forma se hizo un sembrado de servicios de videoconferencia distribuidos en todo el Centro Nacional de Rehabilitación de tal forma que se tenga acceso al servicio de videoconferencia desde cualquier punto dentro del Hospital.

4.3 EQUIPO A FUTURO

El Centro Nacional de Rehabilitación actualmente esta negociando la compra de una unidad multipunto para realizar videoconferencias simultáneas con distintos puntos remotos, ya sea por ISDN (el numero de sitios que se pueden conectar depende de la velocidad de la conexión al que se conecten) ó por IP (el cual soporta hasta 96 sitios).

Además se está negociando la compra equipo de conectividad satelital, el cual consta de unidades móviles satelitales (camionetas equipadas con una antena de transmisión y recepción), así como los equipos de recepción satelital para el punto ubicado en el Centro Nacional de Rehabilitación.

Estas unidades estarán equipadas con un equipo de telemedicina, con la finalidad de llevar los servicios de especialidad a las regiones rurales en donde se cuenta con los servicios mínimos de medicina.

4.4 PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo un evento de videoconferencia es necesario seguir un procedimiento como se muestra a continuación:

- 1) Se agenda el evento y se programa.
- 2) Se determinan los sitios que intervendrán, para realizar las conexiones respectivas dentro del Centro Nacional de Rehabilitación (si los dos sitios se encuentra dentro del hospital) o el punto de conexión del Hospital.
- 3) Se puentean (parchan) los servicios de ISDN por medio de los IDF's y MDF hasta el punto deseado.
- 4) Se traslada y se instala el equipo respectivo, ya sea para videoconferencia ó para telemedicina..
- 5) Se realizan las pruebas de la conectividad para asegurar que la transmisión se lleve a cabo adecuadamente.

Los enlaces utilizados para videoconferencia son los llamados enlaces ISDN (Red Digital de Servicios Integrados), los cuales son enlaces llamados Básicos o en resumen enlaces BRI's (de las siglas en inglés: Basic Rate Interface), los cuales no son sino dos canales Básicos de ISDN de 64 Kbps mas un canal más pequeño llamado de señalización (D) de 16 Kbps, que en resumen se puede ver como una formula como sigue:

$$1 \text{ BRI} = 2 \text{ B} + \text{D} = 2 (64 \text{ Kbps}) + (16 \text{ Kbps}) = 166 \text{ Kbps}$$

Aunque en realidad solo se ocupan los dos canales básicos para la transmisión de información ya que el canal de señalización no está disponible.

El otro tipo de enlace es el llamada enlace Primario, el cual consta de 30 canales básicos más uno de señalización de 64 Kbps, que en resumen son :

$$1 \text{ PRI} = 30 \text{ B} + \text{D} = 30 (64 \text{ Kbps}) + (64 \text{ Kbps}) = 1948 \text{ Kbps}$$

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL

Para este caso solo se pueden utilizar los 30 canales básicos para la transmisión de la información, ya que la igual que en el caso anterior, el canal de señalización no está disponible.

La velocidad máxima de la conexión dentro de las instalaciones del Centro Nacional de Rehabilitación es de 384 Kbps (6 canales de 64 Kbps), ya que por parte de Telmex, los módems de Prodigy Turbo cuentan con dos canales de 64 Kbps cada uno (128 Kbps) que por tres módems, proporciona una velocidad de transmisión total de 384 Kbps.

Por parte de Avantel, directamente se puenta el servicio de ISDN (sin necesidad de módem alguno) hasta el punto deseado, logrando una conexión de hasta 384 Kbps (6 canales de ISDN), esto es, utilizando las tres terminales de RJ-45.

Un ejemplo de la conectividad de un evento de videoconferencia, se puede ver la figura 4.4.

En la figura anterior se ilustra la forma en la que se realiza un enlace de videoconferencia entre un quirófano (Qx) ubicado en la Planta Principal (PP) del Cuerpo 1, hasta la sala de usos múltiples ubicada en el 7° piso del Cuerpo 9; en el que en resumen se realizan los siguientes pasos:

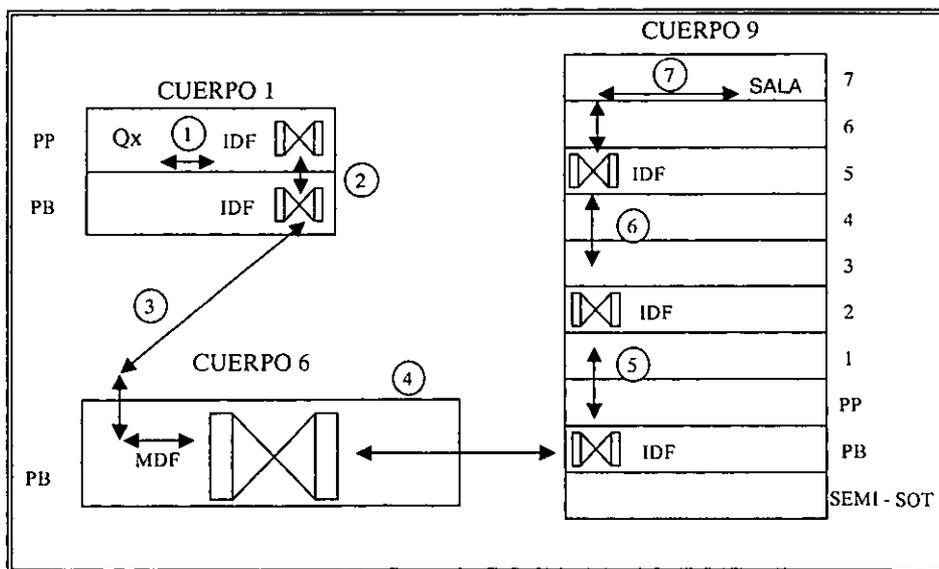


Figura 4.4 Ejemplo de un enlace de videoconferencia en el CNR.

1.- Se puenta el Quirófano y el IDF de Planta Principal del Cuerpo 1.

2.- Se puenta del IDF de Planta Principal al IDF de Planta Baja.

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL

- 3.- Se puentea del IDF del cuerpo 1 hasta el MDF ubicado en el cuerpo 6.
- 4.- Se puentea del MDF hasta el IDF del cuerpo 9, Planta baja.
- 5.- Se puentea del IDF de PB al IDF del 2° Nivel.
- 6.- Se puentea del IDF del 2° Nivel al de 5° Nivel.
- 7.- Finalmente se puentea del IDF de 5° Nivel hasta la sala de usos múltiples ubicada en el 7° Piso del cuerpo 9.

Una vez realizados todos los puentes (Parcheos en los IDF's y MDF correspondientes) se traslada el equipo de Telemedicina (Tandberg) al Quirófano del cuerpo 1 Planta Principal; mientras que de forma simultánea se traslada un equipo móvil de videoconferencia (Sony PCS-3000) a la sala de usos múltiples en el 7° Piso del cuerpo 9.

Finalmente se conectan los equipos, se encienden y se realizan las pruebas para determinar que realmente se haya puenteado de forma correcta de tal manera que se pueda establecer la comunicación entre los dos equipos.

Un factor importante a considerar es el proveedor de los servicios de ISDN, ya que si se proporciona el servicio por parte de Telmex, el primer equipo marca desde el CNR a Telmex, y de Telmex se enlaza nuevamente al CNR con el otro equipo como se puede ver en la figura 4.5.

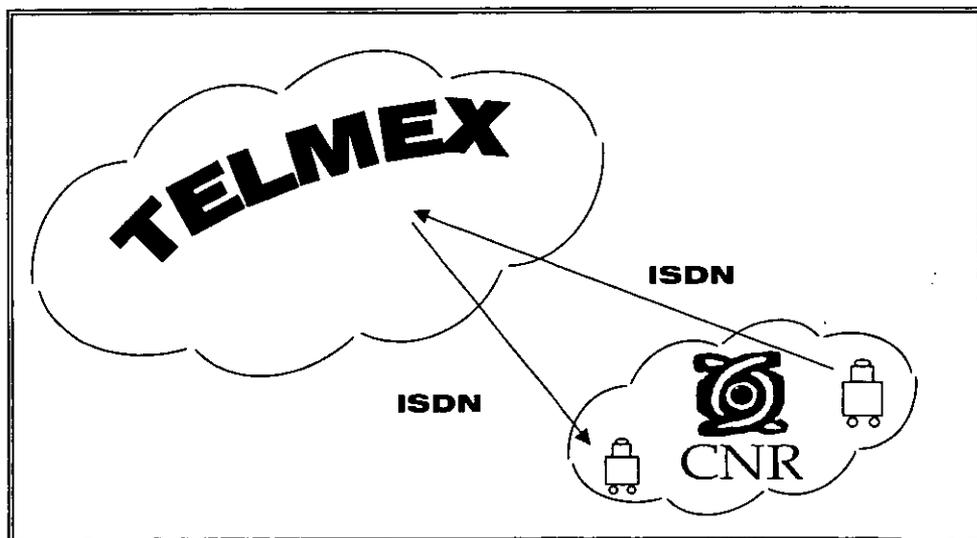


Figura 4.5 Servicio de ISDN proporcionado por Telmex.

Otra posibilidad para realizar la conectividad es con Avantel, marcando a sus instalaciones, y este a su vez realiza la conectividad con el otro sitio, ya sea en el mismo CNR o en otra institución externa, como se puede ver en la figura 4.6

La razón de que haya un contrato con los dos proveedores para el servicio de ISDN, es porque hay contactos que tienen contrato con Telmex y otros tienen el contrato con Avantel.

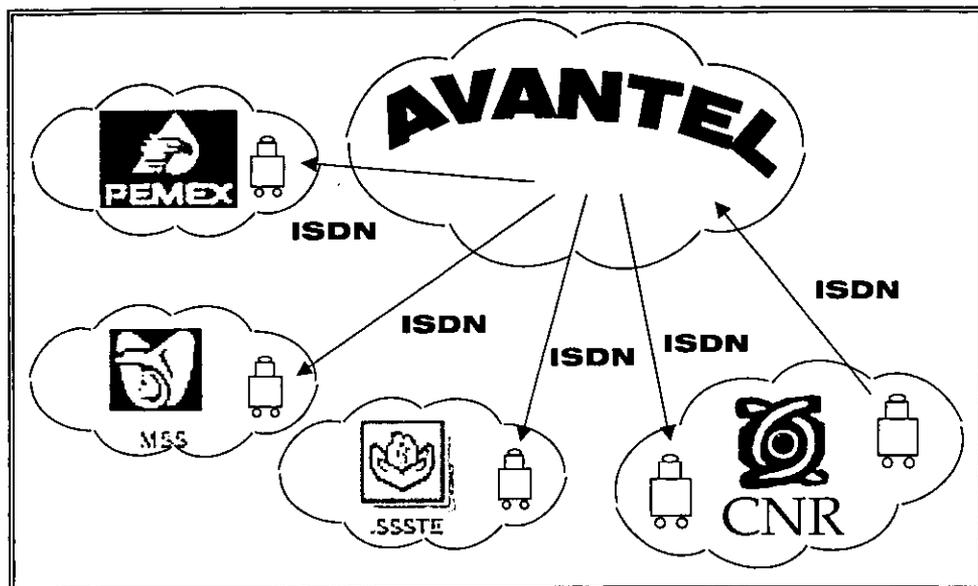


Figura 4.6 Servicio de ISDN proporcionado por Avantel.

De esta forma cuando se requiera de un servicio de videoconferencia con un instituto que cuente con el servicio de ISDN proporcionado por Telmex, la conectividad se realiza utilizando los módems de Prodigy Turbo. De igual forma si se requiere de un enlace a través de Avantel, el CNR tiene enlaces BRI con Avantel, los cuales se conectan directamente sin la necesidad de un equipo intermedio, ya que proporciona el ISDN puro.

De esta manera el Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con la posibilidad de conectarse con la mayoría de las instituciones de gobierno y privadas del sector salud, ya sea nacional o internacional. La condición para que un sitio remoto pueda realizar un enlace de videoconferencia con el Centro Nacional de Rehabilitación es que cuente con los requerimientos mínimos necesarios para realizar un enlace de videoconferencia con la calidad mínima recomendada por la ITU-T que es de 384 Kbps, aunque si algún sitio cuenta con equipos cuya velocidad sea menor, o sea de 128 Kbps, también se cuenta con equipo de videoconferencia que se conecta a 128 Kbps (Sony PCS 3000, a través de un enlace Básico BRI).

PUESTA EN OPERACIÓN DE LA VIDEOCONFERENCIA EN EL HOSPITAL

La recomendación del enlace a una velocidad de 384 Kbps, se hace por la calidad de la imagen de la transmisión en la videoconferencia, la cual a una velocidad de 384 tiene una calidad de imagen del 75 %, la cual es una calidad aceptable en la mayoría de los eventos, ver Tabla 4.2 y Figura 4.7

No. Canales	No. BRI's	$V_{\text{TRANSMISION}}$ (Kbps)	CALIDAD (%)
2	1	128	40
4	2	256	65
6	3	384	75
8	4	512	77
10	5	640	80
12	6	768	82
14	7	896	84
16	8	1024	84
18	9	1152	86
20	10	1280	86
22	11	1408	88
24	12	1536	88
26	13	1664	91
28	14	1792	91
30	15	1920	91

Tabla 4.2 Relación de la velocidad de transmisión contra calidad de imagen en un enlace de videoconferencia.

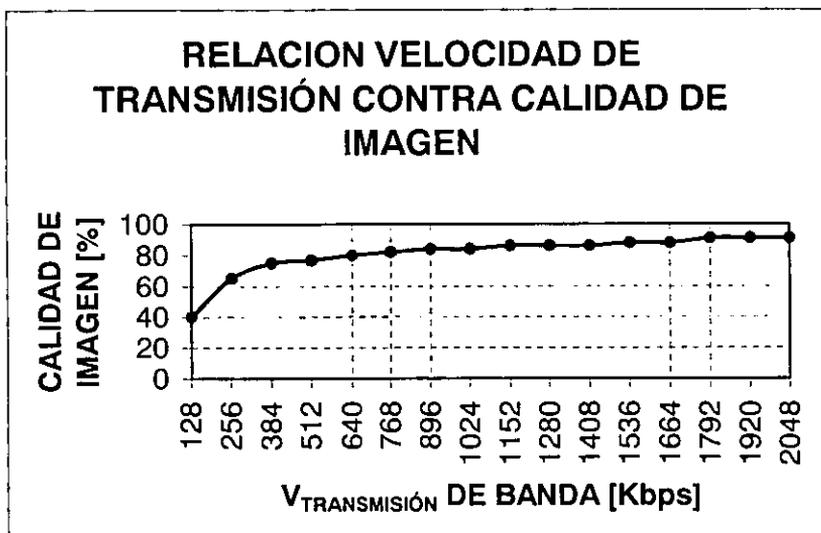


Figura 4.7 Relación de la velocidad de transmisión contra calidad de imagen en un enlace de videoconferencia

Aquí cabe mencionar que no se puede obtener una calidad del 100 % debido a que la imagen original se procesa y se comprime para enviarse al otro punto, el cual a su vez la descomprime. Pero en estos procesos se pierde algo de la calidad de la imagen, dando como resultado una pérdida de la calidad de la imagen.

En la figura 4.7 se puede ver la relación que hay entre la velocidad de transmisión en un enlace de videoconferencia y la calidad de la imagen en la videoconferencia, en donde se puede apreciar que conforme se aumenta dicha velocidad, la calidad de la imagen va mejorando, hasta cierto punto, ya que a partir de los 512 Kbps en adelante, la calidad de la imagen mejora, pero no tan considerablemente como se puede apreciar a velocidades mas bajas.

Por ejemplo la calidad de la imagen con una velocidad de transmisión de 128 Kbps es tan solo del 40%, mientras que a 384 Kbps (el triple de la velocidad), es del 75%, logrando mejorar la calidad en un 187.5%.

Ahora comparando el caso de un enlace con una velocidad de 384 Kbps, con una velocidad de 768 Kbps (solo el doble de la velocidad), la calidad mejora solo del 75% al 82%, lo cual representa solo un incremento del 109.33%, y esto es tan solo al doble del ancho de banda, ahora si comparamos con el ejemplo anterior (al triple) requeriríamos una velocidad de 1152 Kbps con la cual se incrementaría la calidad en un 114.66%.

Ahora, es necesario considerar la relación costo – beneficio, ya que aumentar mucho la velocidad de transmisión se ve reflejado en un incremento bastante considerable en los costos, mientras que la ventaja en la calidad de la imagen no es tan significativa y por lo tanto no justifica una inversión que proporcione una velocidad de transmisión tan grande.

Esta es la razón por la cual la velocidad de transmisión que se requiere para llevar a cabo un evento de videoconferencia de una calidad aceptable es de 384 Kbps.

Actualmente los equipos se conectan por medio de los enlaces ISDN (ya sea por Telmex o por Avantel) o V.35, utilizando el protocolo estándar para videoconferencia de salón H.320.

Este tipo de videoconferencia se llama de salón debido a que los equipos son suficientemente grandes como para considerarlos de escritorio.

El otro protocolo por el que se puede realizar un evento de videoconferencia es el protocolo H.323 ó por IP (a través de una red LAN), por el cual se pueden llevar a cabo videoconferencias por IP, utilizando la red de Internet, o mejor aún una red relativamente nueva llamada internet 2, la cual es una tecnología de banda ancha (es decir que utiliza velocidades de transmisión mayores de un E1, es decir, mayores de 2 Mbps) . Este tipo de videoconferencia es llamada la videoconferencia de escritorio ya que se puede llevar a cabo desde una máquina personal que cuente con un acceso a internet.

4.5 PRUEBAS DE LOS ENLACES DE VIDEOCONFERENCIA

El objetivo de las pruebas del sistema es el de determinar las fallas y deficiencias del sistema.

Es de gran importancia determinar las fallas ya que es la única forma de tener un sistema confiable y seguro para cualquier evento que se quiera realizar en un momento dado.

Las pruebas pueden ser de dos tipos, tanto internas como externas, las cuales a continuación se describen:

❖ PRUEBAS DE CONECTIVIDAD INTERNAS:

Un enlace entre uno de los quirófanos del cuerpo 1 y la sala de usos múltiples ubicada en el 7° nivel del cuerpo 9 (torre de investigación) utilizando un equipo móvil de videoconferencia (Sony PCS-3000) y el equipo de telemedicina (Tandberg HCS-III), a una velocidad de 128 Kbps ya que el equipo Sony solo soporta una velocidad de transmisión de 128 Kbps.

El enlace se llevo a cabo con éxito, por lo que la prueba con una velocidad de transmisión de 128 Kbps se realizó con éxito.

Para realizar la prueba a una velocidad de transmisión de 384 Kbps, en la conectividad anterior solo se intercambio el CODEC del equipo móvil (Sony PCS-3000) por el del equipo fijo (Sony PCS-5100), el cual tiene la capacidad de conectarse a 384 Kbps.

Al igual que la prueba anterior, el enlace se realizó con éxito, por lo que la prueba a una velocidad de transmisión de 384 Kbps se realizó con éxito.

Las pruebas a velocidades mayores no se pudieron realizar debido a que el Centro Nacional de Rehabilitación no cuenta con dos equipos capaces de conectarse a dichas velocidades en forma simultánea.

❖ PRUEBAS DE CONECTIVIDAD EXTERNAS:

Para este caso en especial se realizó un enlace de videoconferencia con la sala de videoconferencia de una empresa nacional de videoconferencia (Disitem Telecomunicaciones) a una velocidad de 384 Kbps.

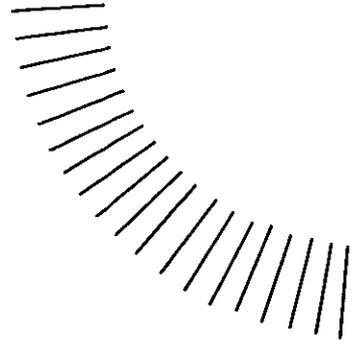
La conectividad no se realizó a 128 Kbps, ya que es suficiente realizar un enlace a 384 Kbps, el cual garantiza la conectividad a velocidades de transmisión menores.

4.6 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

El objetivo del mantenimiento del sistema de videoconferencia es el de mantener operando la videoconferencia bajo los lineamientos y normas necesarios según los estándares internacionales.

Entre los tipos de mantenimiento existen los siguientes:

- 1.- Preventivo: El cual es el encargado de mantener las instalaciones en condiciones óptimas de operación. Entre las actividades que aquí se realizan son las de higiene, limpieza y orden de los rack's, ducterías y cables.
- 2.- Correctivo: El cual es el encargado de corregir las fallas del diseño y operaciones que no fueron detectadas en las pruebas anteriores.
- 3.- Perfectivo: El cual es el encargado de mejorar y perfeccionar el sistema de tal forma que esté a la vanguardia de los adelantos y avances en el área.
- 4.- Adaptativo: El cual es el encargado de adaptar el sistema existente con las nuevas tecnologías o bien a las nuevas necesidades que se vayan presentando debido al crecimiento del sistema o a la actualización del mismo.



CONCLUSIONES

.....

Dado que el Centro Nacional de Rehabilitación es el centro en donde se dan lugar las especialidades de Ortopedia, Rehabilitación y Comunicación Humana, y por lo mismo un importante punto de reunión de diversos especialistas, fue necesario contar con un servicio de comunicación en tiempo real el cual tuviera la flexibilidad de ser tanto un sistema que sirviera para la enseñanza y difusión para conferencias y simposiums, hasta un sistema capaz de realizar diagnósticos, consultas e inclusive asistencia quirúrgica a distancia.

Con este objetivo se pensó en un sistema de videoconferencia capaz de cubrir estas necesidades, utilizando la infraestructura existente del Hospital, para lo cual se realizaron los análisis necesarios para que el Centro Nacional de Rehabilitación pudiera realizar eventos de videoconferencia según las normas y estándares internacionales. Con los antecedentes anteriores se procedió a realizar el siguiente análisis:

Ya que el Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con una red de cableado estructurado con cable UTP Categoría 5E distribuida a través de los once cuerpos que componen este complejo hospitalario, se destinaron tres cables de UTP para cada uno de los 116 servicios de videoconferencia en cobre y un par de cables de fibra óptica para cada uno de los 27 servicios de videoconferencia de fibra óptica.

Por parte del proveedor de servicios cuenta con un contrato con la compañía de Telmex, el cual proporciona 6 enlaces básicos (BRI) de ISDN, cada uno de los cuales proporciona una velocidad de transmisión de 128 Kbps cada uno, lo que representa un velocidad total de 768 Kbps disponibles por parte de Telmex.

Por parte de Avantel se contrató un enlace primario (PRI), el cual proporciona 30 enlaces básicos (BRI) de ISDN, lo que representa un velocidad de transmisión de 1920 Kbps disponibles por parte de Avantel.

Se adquirieron 5 equipos de videoconferencia, de los cuales dos son móviles (marca Sony modelo PCS 3000, capaces de conectarse a través un enlace de ISDN o V.35 a una velocidad de 128 Kbps), otros dos son fijos (marca Sony modelo PCS 5100, capaces de conectarse a través tres enlaces de ISDN o V.35 a una velocidad de 384 Kbps) y finalmente otro equipo de telemedicina (marca Tandberg modelo Health Care System III, capaz de conectarse a través cuatro enlaces de ISDN o V.35 o por IP a una velocidad que puede oscilar desde los 128 Kbps hasta una velocidad máxima de 1920 Kbps).

Con la infraestructura antes mencionada, se programó y se realizó un evento de videoconferencia entre uno de los quirófanos ubicado la planta principal del cuerpo 1 hasta la sala de usos múltiples ubicada en el 7° piso del Cuerpo 9 pasando por el SITE de telecomunicaciones (en el cuerpo 6), realizando las conexiones necesarias a través de los IDF's y MDF correspondientes para habilitar los nodos respectivos.

Este enlace se llevó a cabo con Telmex como el proveedor de servicios de ISDN, por lo que se utilizaron los módems de ISDN (de dos canales de 64 Kbps cada uno), utilizando tres módems en cada punto, de manera que la conexión se realizó a una velocidad de transmisión de 384 Kbps. A esta velocidad, la calidad de la imagen de la transmisión fue de un 75 % aproximadamente, la cual se recupera rápidamente, por lo que las imágenes al cambiar se pixelaban por un momento pero se recuperaban rápidamente, dando como resultado una comunicación aceptable.

De esta forma se logró realizar satisfactoriamente un evento de videoconferencia dentro del Centro Nacional de Rehabilitación a una velocidad de transmisión de 384 Kbps, con una calidad de imagen del 75 % aproximadamente.

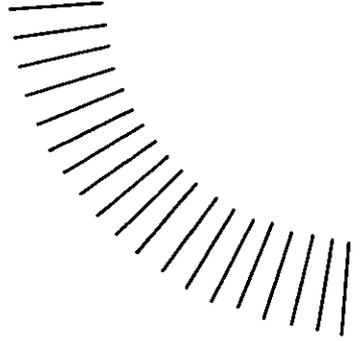
Posteriormente se han llevado a cabo eventos desde un punto del Hospital hacia otro punto externo al Centro Nacional de Rehabilitación, tanto nacionales como internacionales.

De todo lo anterior se pudo ver que el Centro Nacional de Rehabilitación cuenta con una red capaz de soportar aplicaciones de voz, datos y video, así como los estándares de videoconferencia (H.320), para llevar a cabo eventos de videoconferencia.

Se puede concluir finalmente que el Centro Nacional de Rehabilitación está capacitado para realizar eventos de videoconferencia según las normas internacionales de comunicaciones como lo es H.320, a una velocidad de transmisión de 384 Kbps, ya sea tanto un enlace entre dos puntos localizados dentro del mismo Hospital (es decir un enlace interno de videoconferencia), como un enlace desde el Centro Nacional de Rehabilitación con otro punto tanto nacional como internacional.

Uno de los proyectos a futuro es el de realizar y administrar eventos de videoconferencia sirviendo como el Nodo Principal de una red de telemedicina a nivel nacional, por medio de la adquisición de una unidad multipunto capaz de enlazar diferentes sitios a nivel nacional, realizando multiconferencias tanto nacionales como internacionales.

Además de administrar los servicios de telemedicina a nivel nacional, se tiene planeado adquirir un equipo de comunicación satelital en el Centro Nacional de Rehabilitación, así como una unidad móvil de comunicación satelital por cada estado de la república, de tal forma que la medicina de especialidad a través de la telemedicina se pueda llevar hasta los lugares más lejanos en donde no se cuenta con los servicios de especialidad.



APENDICES



A1.- GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados (ARPA: *Advanced Research Projects Agency*): Nombre con que se conocía a la agencia del gobierno estadounidense que financió la creación de la ARPANET y posteriormente de la Internet; ahora es la DARPA.

Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de la Defensa (DARPA: *Defense Advanced Research Projects Agency*): Véase Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada.

Alfabeto Internacional Número 5 (IA5: *International Alphabet Number 5*): El código de caracteres estándar definido por la ITU-T y recomendado por la ISO. Es casi idéntico al código ASCII.

Ancho de Banda (*bandwidth*): La diferencia entre las señales de frecuencia senoidal más alta y más baja que pueden transmitirse por una línea de transmisión o a través de una red. El ancho de banda se mide en hertz (Hz), y también define la capacidad máxima de transporte de información de la línea o red.

Anillo (*ring*): Topología de red ampliamente utilizada para interconectar comunidades de dispositivos digitales distribuidos en un área local, por ejemplo una fábrica o un edificio de oficinas. Cada dispositivo se conecta a su vecino más cercano hasta que todos los dispositivos quedan conectados en forma de un ciclo cerrado o anillo. Los datos se transmiten sólo en un sentido y, conforme cada mensaje circula por el anillo, son leídos por cada uno de los dispositivos conectados al anillo. El dispositivo de origen retira del anillo el mensaje después de haber dado una vuelta completa al mismo.

Anillo con testigo (*token ring*): Tipo de red (de datos) de área local. Todos los dispositivos están conectados formando un anillo (físico) y los mensajes se transmiten dejándolos que circulen por el anillo. Un dispositivo sólo puede transmitir un mensaje por el anillo cuando es el poseedor de un testigo de control (permiso). El testigo único se pasa de un dispositivo a otro alrededor del anillo.

Anillo ranurado (*slotted ring*): Tipo de red (de datos) de área local. Todos los dispositivos se conectan en forma de un anillo (físico) y se utiliza un dispositivo adicional llamado monitor para asegurar que el anillo contenga un número fijo de ranuras de mensaje (dígitos binarios) que circulan por el anillo en un solo sentido. Un dispositivo envía un mensaje colocándolo en una ranura vacía cuando ésta pasa por él. Todos los demás dispositivos del anillo leen este mensaje, que posteriormente es retirado por el dispositivo originador.

ARPANET: La red de área extensa financiada por ARPAN DARPA y que enlaza muchas universidades, establecimientos de investigación y organismos de

defensa en todo Estados Unidos y otros países. Además de transportar tráfico vivo, la ARPANET se ha utilizado como área de prueba para investigaciones sobre la interconexión de redes; ahora forma parte de la Internet.

Banda ancha (*broadband*): Modo de operación específico de un cable coaxial. Se puede utilizar un solo cable coaxial para transmitir varios flujos de datos independientes al mismo tiempo asignando a cada flujo una porción del ancho de banda total disponible. Los datos se transmiten modulando una señal de monofrecuencia de la banda de frecuencia elegida y se reciben desmodulando la señal recibida.

Banda base (*baseband*): Modo de operación específico de una línea de transmisión: cada dígito binario (bit) de un mensaje se convierte en uno o dos niveles de voltaje (o en ocasiones de corriente), uno para el 1 binario y el otro para el 0. Los voltajes se aplican directamente a la línea. La señal de la línea varía con el tiempo entre estos dos niveles de voltaje conforme se transmiten los datos.

Base de información de gestión (MIB: *Management Information Base*): Nombre de la base de datos en la que se guarda la información de gestión relacionada con una red o interred.

Código Estándar Americano para el Intercambio de Información (ASCII: *American Standard Code for Information Interchange*): Código o conjunto de caracteres de paridad 7-bits-plus, establecida por ANSI para alcanzar una compatibilidad entre los servicios de datos; algunas veces se llama USASCII (USA Standard Code Information Interchange), código estándar USA para el intercambio de información; se utiliza normalmente para transmisión asíncrona. Es el equivalente al código ISO de 7-bits.

Diafonía: Es la transferencia indeseada de una señal de un circuito, llamado circuito perturbador, a otro, llamado circuito distribuido. Es la energía indeseada transferida de un circuito a otro circuito.

A2.- RESUMEN DE ORGANIZACIONES DE NORMAS

American National Standards Institute (ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Normas): Una organización nacional de normas entre cuyos miembros están fabricantes y usuarios de computadores de Estados Unidos; también es el cuerpo miembro de la ISO por de parte de E. U.A. Sus miembros participan en la creación de normas de todos los niveles del modelo de referencia de la ISO.

ATM Forum (Foro ATM): Organización a nivel mundial de compañías que participan en la fabricación de equipos de redes; elabora normas relacionadas con las redes ATM privadas.

British Standards Institution (BSI: Institución Británica de normas): Organización nacional de normas que se ocupa de producir normas para todo tipo de industrias de fabricación y consumo; es el miembro británico de la ISO ya actúa como fuente de todos sus documentos.

Electronics Industries Association (EIA: Asociación de Industrias Electrónicas): Organización nacional estadounidense de normas que comprende miembros de la industria electrónica. En el contexto de las comunicaciones de datos y los computadores, la EIA ha producido una diversidad de normas de interfaz (física) para conectar periféricos a un computador y, en fechas más recientes, gracias a la contribución de General Motors, ha participado activamente en la creación de la norma de capa 7 para el servicio de mensajes de fabricación (MMS). La EIA es miembro del ANSI y, a través de él, de la ISO.

European Computer Manufacturers Association (ECMA: Asociación de Fabricantes Europeos de computadores): Los miembros de esta asociación son fabricantes de computadores de Europa, entre ellas algunas divisiones europeas de compañías estadounidenses. La ECMA produce sus propias normas y también contribuye con la ITU-T y la ISO; sus miembros intervienen activamente en la creación de normas en todos los niveles del modelo de referencia de la ISO.

European Telecommunications Standards Institute (ETSI: Instituto Europeo de Normas para Telecomunicaciones): Organismo europeo que produce normas para fines de regulación en países miembros de la EU y la EFTA; elabora normas relacionadas con servicios de telecomunicaciones, redes de datos públicas, videotex y servicios celulares digitales, emitidas como Normas Europeas de Telecomunicaciones (NET, también llamadas ETS).

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE: Instituto de Ingenieros eléctricos y electrónicos): Sociedad profesional estadounidense que también participa en la creación de normas para la industria de los computadores. En el contexto de la comunicación de computadores, el IEEE se ha encargado de

la producción de normas relacionadas con las LAN y, en particular, las que se ocupan de las (sub)capas de MAC y LLC.

International Organization Standardization (ISO: Organización Internacional de Normas): Organización internacional formada por organismos de normas designados por los países participantes; se ocupa de una amplia gama de normas, cada una controlada por un comité técnico independiente. El comité técnico que produce normas para la industria de la computación es TC97 – sistemas de procesamiento de información –. Este comité se ha encargado de producir el modelo de referencia básico de la ISO para OSI, así como de las diversas normas de protocolo para cada capa del modelo de referencia.

International Telecommunications Union – Telecommuincations (ITU-T: Unión internacional de Telecomunicaciones – Telecomunicaciones), antes Comité Consultor Internacional de Telégrafos y Teléfonos (CCITT): Una organización internacional de normas formada por las autoridades de correos, telégrafos y teléfonos de los países miembros. La ITU-T se ocupa primordialmente del desarrollo y la producción de normas para conectar equipos a las redes públicas de telecomunicaciones, que incluyen la PSTN analógica, la ISDN y la PPSDN; también produce normas para facsímil, Teletex, Videotex y otros servicios de valor agregado (teleservicios).

National Bureau Of Standards (NBS: Oficina Nacional de Normas): Organización nacional estadounidense que se ocupa de producir normas relacionadas tanto con la ISO como con la ITU-T; emite normas para los equipos adquiridos por el gobierno federal estadounidense en el área general del procesamiento de información. Estas normas reciben el nombre de normas federales de procesamiento de información. (FIPS)

OSI Network Management Forum (NMF: Foro de Gestión de Redes OSI): Organización a nivel mundial formada por compañías de telecomunicaciones y computadores, proveedores de servicios y usuarios de servicios. El NMF elabora normas para la gestión de redes basadas en los protocolos de gestión ISO/OSI.

A3.- MODELO OSI¹ DE REFERENCIA DE LA ISO²

¹ Open Systems Interconnection: Interconexión de sistemas abiertos.

² International Standard Organization: Organización internacional de normas.

Este modelo de referencia fue definido entre 1977 Y 1983 por la ISO, el cual es un conjunto de protocolos independiente del fabricante, y que consta de las siguientes partes:

Se compone de 7 capas:

- Capa 7: Aplicación
- Capa 6: Presentación
- Capa 5: Sesión
- Capa 4: Transporte
- Capa 3: Red
- Capa 2: Enlace
- Capa 1: Física

A continuación se da una breve descripción de cada una de las capas:

Capa Física

- Define la manera de transmitir bits.
- Especificaciones eléctricas, mecánicas y procedimiento.
- Define concepto DCE y DTE.
- Ejemplos:
 - ? EIA
 - ? RS-232-C
 - ? CCITT
 - ? V.35
 - ? IEEE 802.3.

Capa de Enlace

- Ofrece servicio de comunicación fiable.
- Realiza control de errores y flujo entre sistemas contiguos.
- Transmite los bits en grupos denominados tramas.
- Redes difusión usan subcapa MAC (Media Access Control).

Capa de Red

- Se ocupa del control de la subred.
- Tiene conciencia de la topología de la red.
- Decide porque ruta viajará la información.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

-
- Estáticamente.
 - Dinámicamente.
 - Bits se transmiten en paquetes de tamaño variable.
 - Otras funciones.
 - Control de errores.
 - Control de flujo.
 - Gestión de conexión.

Capa de Transporte

- Comunica directamente nodos terminales
- Utiliza la subred como medio de transporte transparente
- Fragmenta los datos recibidos de la capa superior
- Asegura que lleguen a su destino
- Comprueba que son recompuestos correctamente
- Realiza control de flujo y de errores
- Ejemplos :
 - ? TCP, UDP (Protocolos de transporte de Internet)
 - ? OSI TP4

Capa de Sesión

- Primera que el usuario puede usar y proporciona:
- Control de diálogo
- Agrupamiento
- Recuperación

Capa de Presentación

- Básicamente realiza conversiones de datos
- Uso de código estándar en la red
- Transforma representaciones computador-red-computador

Capa de Aplicación

- Suministra servicios para el usuario final

Debido a la necesidad de interoperar diversas redes y tomando como referencia el modelo anterior, nace otro modelo de referencia llamado: " *Modelo de referencia TCP/IP* ", el cual se describe a continuación.

Modelo de Referencia TCP/IP

Nace por la necesidad de interoperar redes diversas
Internetworking

Principios: Agencia ARPA del DoD (USA, 1969)

Especificación: Cerf y Kahn, artículo de 1974

Se compone de 4 capas:

- Capa 4: Aplicación
- Capa 3: Transporte
- Capa 2: Internet
- Capa 1: Host-Red

Capa Host-Red

Pobremente definida (se considera una caja negra)

"Nodo ha de conectarse a red usando algún protocolo que permita enviar paquetes IP"

Se encarga de definir:

características del medio de transmisión

esquema de codificación de las señales

tasa de señalización

interfaz entre sistema final y subred

Capa Internet

Es el corazón de la red (equivale a la capa de red OSI)

Encamina paquetes para que lleguen a su destino

Evita situaciones de congestión en nodos intermedios

Proporciona un solo servicio (requisitos de robustez)

Conmutación de paquetes no orientado a la conexión

Capa de transporte

Permite la comunicación extremo a extremo

Define 2 protocolos

TCP (Transmission Control Protocol)

UDP (User Datagram Protocol)

TCP

Servicio orientado a la conexión

Paquetes llegan ordenados y libres de errores

UDP

Servicio no orientado a la conexión

No realiza control de errores y flujo

Capa de aplicación

Proporciona comunicación entre procesos o aplicaciones en computadores distintos

Comparación OSI-TCP/IP

En OSI primero fue el modelo y luego los protocolos; en TCP/IP primero los protocolos y luego el modelo.

En OSI los productos llegaban tarde, eran caros y tenían muchos fallos

En TCP/IP los productos aparecían rápido, estaban muy probados, y a menudo eran gratis

Seguiremos el modelo OSI pero veremos los protocolos TCP/IP

Ejemplos de Redes

Novell Netware

Red de PC's más popular del mundo

ARPANET, NSFNET, y la Internet

ARPANET: Department of Defense, 1969

NSFNET: National Science Foundation, 1984

Internet: evolución natural de NSFNET

RedIRIS

Red nacional de I+D, 1988

PNID (Plan Nacional de Investigación y Desarrollo)

Topología Red ETSE

Topología Red URV

Infraestructura de Red: Cataluña

Red Troncal Nacional

TEN-155

Organizaciones

Principales organizaciones que definen estándares:

ISO (International Standards Organization)

ITU-T (International Telecommunications Union)

ISOC (International Society)

Fors Industriales

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

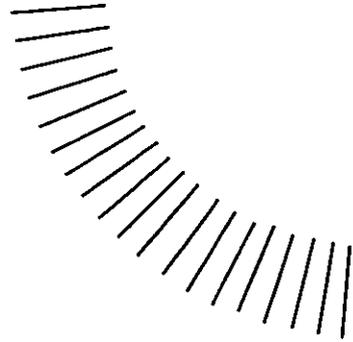
ANSI (American National Standards Institute)

Nivel Físico

Primera capa de cualquier modelo de red está formada por el medio físico de transmisión y sus interfaces ópticas o eléctricas.

Consideraciones de diseño:

- Mecánicas : Propiedades físicas de la interfaz con el medio de transmisión
- Eléctricas: Representación de los bits y tasa de transmisión de datos
- Funcionales: Funciones de la interfaz física entre sistema y medio de transmisión
- De procedimiento: Secuencia de eventos para intercambiar flujo de bits
- Datos y Señales



BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.ktln.com/Technical/h320.htm>

Aquí se hace un resumen de los estándares y protocolos utilizados en un enlace de videoconferencia por medio de H.320.

- <http://www.kn.pacbell.com/wired/vidconf/index.html>

Aquí se puede encontrar una breve descripción de lo que es la videoconferencia, así como links a otras páginas relacionadas con la videoconferencia.

- “Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos” Fred Halsall. Cuarta Edición Editorial: Addison – Wesley Iberoamericana.
- “Sistemas de Cableado, Catalogo de productos” Anixter. 1992

- **BIBLIOGRAFÍA DE LAS CLASES DE LAS DIRECCIONES IP :**

INDICE : <http://www.ipindex.net/>

Aquí se puede ver la lista general de las direcciones agrupadas por clases.

Clase A <http://www.ipindex.net/a/indexa.html>

Incluye lista de direcciones desde la 0.0.0.0 hasta la 127.0.0.0.

Clase B <http://www.ipindex.net/b/indexb.html>

Incluye lista de direcciones desde la 128.0.0.0 hasta la 172.180.255.255, cada una por bloques.

De la 173.0.0.0 a la 191.255.255.255 no han sido usadas (no están asignadas).

Clase C <http://www.ipindex.net/c/indexc.html>

Incluye lista de direcciones desde la 192.0.0.0 hasta la 239.255.255.0, cada una por bloques.

De la 240.0.0.0 a la 255.255.255.0 no han sido usadas (no están asignadas).