



DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE  
VIDEOCONFERENCIA PARA UNA UNIVERSIDAD O CENTRO  
DE INVESTIGACIONES CON CONEXION INTERNACIONAL

TRABAJO DE GRADUACION  
PREPARADO PARA LA FACULTAD  
DE INGENIERIA



PARA OPTAR AL GRADO DE:  
INGENIERO EN ELECTRONICA

POR  
ERICK JONATHAN CORTEZ GUZMAN

SEPTIEMBRE DE 1997

SOYAPANGO

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA



UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

PBRO. PEDRO GARCIA CASTRO S.B.D

DECANO FACULTAD DE INGENIERIA

ING. CARLOS ALBERTO GUTIERREZ PEÑA

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACION

ING. MARIO MARTINEZ ULLOA

JURADO EXAMINADOR

ING. WILLIAN FLORES BLANDON

ING. CARLOS GUILLERMO QUIÑONEZ

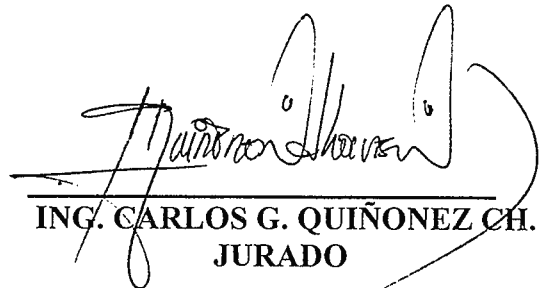
SEPTIEMBRE, 1995

**UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA**

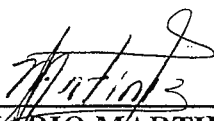
**JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION  
DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE  
VIDEOCONFERENCIA PARA UNA UNIVERSIDAD O CENTRO DE  
INVESTIGACIONES CON CONEXIÓN INTERNACIONAL**



**ING. WILLIAN FLORES BLANDON  
JURADO**



**ING. CARLOS G. QUIÑONEZ CH.  
JURADO**



**ING. MARIO MARTINEZ ULLOA  
ASESOR**

## AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer a DIOS todo poderoso por haberme guiado en mis estudios y en este trabajo de graduación por que sin el nunca hubiera alcanzado a culminar esta carrera GRACIAS.

También quiero agradecer a:

Mi madre y mi padre por haber me apoyado en todos los sentidos por su trabajo, sus desvelos, sacrificios y amor en mi vida y en todos mis años de estudio desde el kinder hasta la Universidad por que sin ellos no hubiera sido posible culminar con esta carrera siempre les estaré eternamente agradecido de todo corazón.

Ing. Mario Martínez por haberme apoyado desde un inicio con sus incontables observaciones y sugerencias así como también en la logística del desarrollo de este trabajo y para el de mi persona, por apoyarme en la consulta de personas amigas, de material bibliográfico y de proporcionarme la ayuda para consultar a personas de COMTELCA usando el sistema de Videoconferencia por que sin su ayuda no hubiera sido posible desarrollar este trabajo, muchas gracias.

Ing Willian Flores y el Ing. Carlos Quiñones por su evaluación, observaciones, sugerencias, por su disponibilidad al momento de las defensas , de ser consultados y el esmero de hacer que este trabajo se llevara de la mejor manera y llegar a un feliz termino por que sin ustedes no hubiera sido posible desarrollar y terminar este trabajo, por sus palabras de apoyo en la conclusión de este trabajo, muchas gracias.

Ing. Julio Cesar Hernández por su tremenda colaboración para este proyecto desde sus inicios y el apoyo para mi persona , en proporcionarme material bibliográfico, logístico, comentarios, sugerencias, por estar pendiente del desarrollo de este proyecto y por su gran apoyo por que sin su ayuda no hubiera sido posible la realización total de este proyecto muchas gracias.

Ing. Jaime Morales por su tremenda colaboración en la logística y la revisión de gran parte del documento, por las incontables sugerencias en el desarrollo y conformación de este proyecto, por su atención y comentarios que ayudaron en mucho y su gran apoyo, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible desarrollar y terminar este trabajo muchas gracias.

Lic. Cesar Montenegro por su tremendo apoyo, colaboración y calidad humana brindada desde el inicio de este proyecto ya que de lo contrario hubiera sido muy difícil desarrollar este proyecto, muchas gracias.

Ing. Ángel Soriano Por su colaboración, apoyo y su tiempo al facilitarme el uso de su correo electrónico ya que sin ello no hubiera sido posible solicitar y adquirir mucha de la de la información que se utilizo en el desarrollo de esta tesis muchas gracias.

Ing. Miguel Ángel Espinosa por su gran colaboración con sus comentarios, las sesiones de Videoconferencia y el préstamo de material bibliográfico desde el inicio de este trabajo sin lo cual no se hubiera sido posible la realización de gran parte de este proyecto, muchas gracias.

Ing Francisco Díaz y Eduardo Ómelas del IPN de México por su colaboración en proporcionarme material bibliográfico para los primeros capítulos de esta tesis.

Ing Roberto Carlos Alvarenga. por su colaboración y su atención brindada para este proyecto .

Lic. Meylin de Castro por su gran colaboración y el tiempo brindado para este proyecto, así como también la ayuda proporcionada en la estructuración del capitulo final de esta tesis .

Ing. Roberto Orellana por su gran colaboración en sus comentarios y material bibliográfico en la realización del capitulo V así como también por sus exposiciones y su tiempo brindado en la explicación de muchos conceptos de este capitulo.

Tec. Franklin Sánchez Burgos por su valioso aporte de material bibliográfico y de contactos personales en el desarrollo del capitulo V.

Ing. Estanley Vega por el préstamo de material bibliográfico y de sus comentarios para el desarrollo del capítulo V.

Ing. Roberto Garay Sandoval por su colaboración y el tiempo brindado en sus comentarios y material bibliográfico para el desarrollo del capítulo V.

Ing. Edwin Grijalba por su tiempo y colaboración en material bibliográfico para el desarrollo del capítulo V.

Ing Víctor Artiga por su tiempo y colaboración en las consultas usando el sistema de Videoconferencia de COMTELCA.

Ing. Daniel Martínez por consultas y facilitarme material bibliográfico para el desarrollo del capítulo V.

Mayra de Sosa por su tremenda colaboración y las innumerables molestias que le hice pasar para el desarrollo de la primera parte de esta tesis.

Claudia Flores Rivas por los dibujos de la ambientación de las salas de Videoconferencia ya que sin ellos no hubiera sido posible el acabado final de este trabajo.

Pablo Ramírez por su colaboración brindada y las molestias ocasionadas en las primeras etapas de este proyecto y su atención.

Feliciano López mi amigo desde la infancia por su colaboración y prestancia para este trabajo, la atención brindada en su casa así como también las molestias ocasionadas .

Niña Cristi del centro de computo por su gran paciencia, colaboración y comprensión para conmigo así como también a Ceci, los dos Erick por toda la colaboración brindada para mi persona y para este proyecto.

Una mención especial a Ricardo Bezalel González por su tremenda colaboración y ayuda en este trabajo desde sus inicios ya que sin su ayuda y colaboración no habría sido posible culminar con este trabajo, además de su apoyo y amistad y las incontables molestias ocasionadas en su casa.

Rolín Azmitia por su colaboración y ayuda en el uso del internet y su colaboración en la impresión de documentos.

Carlos Castillo y Efrain Romero por su colaboración, ayuda en este trabajo y amistad sin las cuales no habría sido posible culminar este trabajo y también las incontables molestias ocasionadas.

Sandra por su colaboración y disponibilidad de su tiempo para con este trabajo.

Nury por su gran colaboración y disponibilidad en el desarrollo de gran parte de los primeros Capítulos en lo cual ayudo en mucho para avanzar en otros aspectos de este trabajo.

Aminta, Carla, Evelyn y Fátima por las incontables molestias que les cause por su tremenda colaboración, comprensión en la ayuda de muchos de los detalles de mi trabajo sin ello hubiera sido mas difícil el termino de este trabajo.

Ing. Hernández por haberme esperado con mis documentos en el ultimo momento para poder ser incluido en esta promoción, Muchas gracias.

GRACIAS DE TODO CORAZON a todas estas personas por su tremenda calidad humana, por que creyeron en este trabajo, confiaron en mi persona y a todos aquellos amigos y compañeros que me apoyaron les estoy muy agradecido.

## **DEDICATORIA.**

Quiero dedicar este esfuerzo realizado primeramente a DIOS todo poderoso, a mi madre Concepción Guzmán de Cortez, mi padre Eduardo Cortez Agreda que sin ellos nunca hubiera llegado a culminar esta carrera, mi Hermanita Yanci Beatriz Cortez Guzmán, mis hermanos Ricardo y Eduardo Cortez y a todos mis familiares.

También quiero dedicar este trabajo a todos mis amigos:

Ricardo Bezalel, Dennis Fabricio, Carlos Argueta, Elmer Argueta, Jaime Díaz , José Batres, Carlos Quintanilla (Que en paz descanse), Felipe Lazo, Ernesto Sosa , Moisés Mejía, Julio Villalta, Balmore Castro, Marlon López, Ovidio Sánchez, Omar Hernández, William Hernández y también a aquellos que estuvieron en la selección de fútbol del 93 y 94 al Profesor Juan Ramón Paredes que es una gran persona y que lo fue con este grupo.

También a Miguel Conde, Mayra, Carolina, Nury, Antonio Zura, Luis Escobar, Feliciano López, Efrain Romero , Carlos Castillo , Rolin Azmitia, Ramiro Rodas Meléndez, Rene Vásquez, Roberto Sibrian, Edgar Basil , Leon Keslers, Juan Carlos Gómez, Carlos Guerrero, Renato Díaz, Walter, Rubén, Carlos E. Castillo, Cesar Contreras, Jaime Rodríguez , a mis amigos de ADUSAL Ernesto López, Wilber Quezada, Carlos Loucel, Raúl Leiva, Raúl Barrillas y todos aquellos que estuvieron conmigo a lo largo de mis estudios les dedico este trabajo y sacrificio.

# INDICE

Introducción	I
CAPITULO I La Videoconferencia, su Historia y Elementos.	
1.1 Introducción	1
1.2 Definición de Videoconferencia	2
1.3 Historia de la Videoconferencia	5
1.4 Aplicaciones de Videoconferencia	6
1.5 Elementos básicos de la Videoconferencia	6
1.5.1 La red de comunicaciones	7
1.5.2 La sala de Videoconferencia	7
1.5.3 CODEC	7
1.6 Aspectos a tomar en cuenta en una Videoconferencia	8
1.6.1 Tamaño del sistema	8
1.6.2 Forma de Interconexión	8
1.6.3 Capacidad de Multiconferencia	9
1.6.4 Compatibilidad	10
1.6.5 Calidad de Imagen	11
CAPITULO II Normas de un Sistema de Videoconferencia	
2.1 Introducción	12
2.2 Estándares e Intereoperabilidad de los Sistemas de Videoconferencia	12
2.3 Comunicaciones de Video según el estándar H.320 del ITU-T una Introducción a P*64	14
2.4 Estándar de codificación de Video H.261 y sus Componentes	15
2.4.1 Componentes Principales según H.261	16
2.4.1.1 Codificador fuente	17
2.4.1.2 Estructura de la Imagen	18
2.4.1.3 El Multiplexor de Video	19
2.4.1.3.1 Capa de Imagen	20
2.4.1.3.2 Capa de Grupo de Bloques	21
2.4.1.3.3 Capa de Macrobloques	22
2.4.1.3.4 Capa de Bloques	23
2.4.1.3.5 Jerarquía de datos MPEG	25
2.4.1.4 Buffer de Transmisión	25
2.4.1.5 Codificador de Transmisión	26
2.5 Estándares Relacionados con H.261	28
2.5.1 Estándar H.221	28
2.5.2 Estándar H.242	28
2.5.3 Estándar H.230	30
2.5.4 Codificación de Audio	30

2.5.5	Multipunto	31
2.5.6	Privacia	31
2.5.7	Estándares ISO para el Almacenamiento y Recuperación Audiovisual	32
2.5.7.1	El Estándar MPEG	32
2.5.7.1.1	Capa de Sistemas	33
2.5.7.1.2	Codificación de Video	33
2.5.7.1.3	Codificación de Audio	33
2.5.7.2	El Estándar JPEG	34
2.5.7.3	El Estándar JBIG	34

### CAPITULO III Compresión de Video Según H.261

3.1	Introducción	36
3.2	Componentes de la Información de Video	36
3.2.1	Técnicas de Compresión de Video	37
3.3	Metodos de compresión de Video Digital mas Utilizados	38
3.3.1	Codificación Intracuos	38
3.3.1.1	Codificación por Predicción	38
3.3.1.2	Codificación de la Transformada	39
3.3.1.3	Codificación de la Subbanda	41
3.3.2	Codificación Intercuos	42
3.3.2.1	Estimación del Desplazamiento del Movimiento	43
3.3.2.1.1	Codificación de compresión despues de la estimación del Desplazamiento del Movimiento	44
3.4	El modelo de Compresión H.261	45
3.4.1	Estimación y Compensación del Movimiento	47
3.4.2	Etapa de Transformación	48
3.4.3	Cuantificación	49
3.4.4	Codificación de los Elementos Cuantificados	49
3.4.5	Codificación Huffman	51
3.4.6	Ejemplos de Codificación de Bloques	53

### CAPITULO IV Ambientación de la Sala de Videoconferencia

4.1	Introducción	55
4.2	Iluminación	55
4.3	Acustica	59
4.3.1	Micrófono	59

5.3.1.2	El Segmento Espacial	-----	105
5.3.1.2.1	Satelites Geoestacionarios	-----	105
5.3.1.2.2	Plan de Frecuencias	-----	106
5.3.1.3	Parametros tipicos de los equipos de una red VSAT	-----	107
5.3.2	Analisis del Enlace de Radiofrecuencia	-----	108
5.3.2.1	Analisis del Enlace Ascendente	-----	111
5.3.2.2	Analisis del Enlace Descendente	-----	116
5.3.2.3	Analisis de las Interferencias	-----	123
5.3.2.4	Calculo de un Enlace Ascendente y Descendente de Soyapango hasta Mexico D.F.	-----	126
5.3.3	Aspectos de Funcionamiento de las Redes VSAT	-----	135
5.3.3.1	Requisitos de una red VSAT	-----	135
5.3.3.2	Estructura Fisica y de Protocolos de una red VSAT	-----	135
5.3.3.3	Técnicas de Acceso Multiple	-----	139
5.4	Instalación de la red y Licencia de Operación	-----	148
5.4.1	Proceso de Instalación de una red o Estación VSAT	-----	148
5.4.2	Obtención de la Licencia	-----	149
5.4.3	Otros Aspectos de las Redes VSAT	-----	150
5.5	Parametros de Interes de los Sistemas VSAT a Tomar en cuenta por la UDB	-----	152
5.6	Puntos Geograficos y Satelites a utilizar para Videoconferencia	-----	160
5.7	Desarrollo y Utilización Futura.	-----	169

**CAPITULO VI Elección del equipo y sus Consideraciones para Conectarlo ala red Centroamericana de Videoconferencia.**

6.1	Introducción	-----	172
6.2	Uso de Modulación por Impulsos Codificados para la Transmisión de Videoconferencia	----	172
6.3	Selección del Equipo de Videoconferencia para la UDB según sus Parametros Tecnicos y Funcionales	-----	174
6.4	Características de la Unidad Multipunto dentro de la Red Centroamericana de Videoconferencia	-----	179
6.4.1	La Estación de trabajo de la Unidad Multipunto ( MCU Workstation)	-----	182
6.5	El Sistema de Videoconferencia RADIANCE para la UDB	-----	183
6.5.1	El CODEC Rembrandt II	-----	187
6.5.2	Módulos Básicos de CODEC Rembrandt II	-----	187
6.5.2.1	Controlador del Sistema	-----	189
6.5.2.2	Modulo Bypass de Video	-----	190
6.5.2.3	Procesador de Video de Entrada (IVP)	-----	190
6.5.2.4	Procesador de Video de Salida	-----	191
6.5.2.5	Procesador de Bloques	-----	192

6.5.2.6	Administrador de Comunicaciones	193
6.5.2.7	Interface de línea (LIF)	193
6.5.2.8	Procesador de Audio	193
6.6	Esquema de Enlace de equipos utilizando la red telefónica y enlaces Microondas	195
6.6.1	Diagrama de Conexión de la Red Centroamericana de Videoconferencia incluyendo el Sistema de la UDB	196
6.7	Veantajas que puede obtener la Ciudadela con la Incorporación de la Videoconferencia	200
6.8	Programa de Mantenimiento y Actividades de un Sistema de Videoconferencia	200

## CAPITULO VII Propuesta de Conexión de Videoconferencia para la UDB conectada a la Red de COMTELCA

7.1	Introducción	203
7.2	Justificación	203
7.3	El Proyecto	206
7.3.1	Descripción del Proyecto	206
7.3.2	Objetivos	208
7.3.2.1	Objetivo General	208
7.3.2.1	Objetivos Especificos	208
7.3.3	Beneficios	209
7.3.4	Mercado Potencial del Proyecto	209
7.3.5	Ingeniería del Proyecto	210
7.3.5.1	Instalaciones Físicas y Ubuicación de los Equipos	210
7.3.5.2	Equipoa Necesario	211
7.3.6	Recursos Humanos para Ejecutar el Proyecto	212
7.3.7	Presupuesto	212
7.3.7.1	Presupuesto General de Ambientación de las Salas	212
7.3.7.2	Presupuesto General del Equipo de Videoconferencia	213
7.3.7.3	Presupuesto General de Equipo Complementario	213
7.3.7.4	Presupuesto de Operaciones	214
7.3.8	Fuentes Posibles de Finaciamiento	214
7.3.9	Conclusiones, Recomendaciones y Consideraciunes.	214
ANEXO I		217
ANEXO II		218
ANEXO III		220
BIBLIOGRAFIA		221

## INTRODUCCIÓN.

En los próximos años van a cambiar substancialmente las herramientas de las cuales se van a disponer para el trabajo de educación por medio de la Videoconferencia. Esto no quiere decir que se va a sustituir la enseñanza tradicional por otra distinta, sino que la enseñanza va a ser complementada de manera que los conceptos de educación presencial vs educación a distancia no sean tan antagónicos como pueden en estos momentos parecer para algunas personas.

La National Education Telecommunications Organization (NETO) estimaba a finales de 1994 que el mercado de la educación a distancia va a crecer un 35% anual, mientras que las necesidades de la enseñanza tradicional solo lo harán en un 5%, y es sobre este mercado de la educación a distancia como la Videoconferencia, de lo que trata este trabajo, en el cual se busca con la implementación de un sistema de este tipo dentro de la Universidad Don Bosco hacer cada vez más normales aquellas situaciones en las que los profesores y los alumnos no se encuentran en la misma habitación, mientras se desarrolla el proceso de aprendizaje. Para ser posible esto es necesario contar con programas educativos accesibles de modo remoto, tanto a individuos como a grupos.

Actualmente la Universidad no cuenta con un sistema de este tipo es por eso que el trabajo está orientado a proporcionar la mayor parte de información para llevar a cabo un proyecto de este tipo desde lo que es los conceptos básicos de la Videoconferencia hasta lo que son aplicaciones específicas de estos sistemas usando enlaces satelitales y la red telefónica.

En el Capítulo I se dan los conceptos básicos de la Videoconferencia, su historia, los elementos que la conforman y sus distintas formas en las que se puede interconectar. En el Capítulo II se detallan las normas según la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y la ISO con las cuales deben cumplir los sistemas de Videoconferencia y con las cuales operan. En el Capítulo III se detalla la compresión de vídeo el cual está basado en el estándar H.261 que es el modelo de Compresión establecido por la ITU-T. En el Capítulo IV se describen todos los aspectos a tomar en cuenta en la Ambientación de un sistema de Videoconferencia y se muestra la propuesta de ambientación para los salones en la UDB. En el Capítulo V se habla de lo que es usar un sistema VSAT (Very Small Aperture Terminal) para tener Videoconferencia vía satélite con otras partes del mundo, la ubicación del VSAT dentro de la UDB, su apuntamiento de acuerdo al satélite que se quiera acceder, la realización de un enlace satelital mediante un cálculo matemático, el procedimiento que deberá seguir la UDB para tener Videoconferencia usando este sistema. En el Capítulo VI se detalla lo que es la otra propuesta concreta por medio de la Red Centroamericana de Videoconferencia, además se describe la elección del equipo de Videoconferencia de acuerdo a sus características funcionales y operacionales, el funcionamiento del administrador de la red Centroamericana (MCU), el funcionamiento del equipo propuesto y lo que sería la conexión del sistema de la UDB a la red Centroamericana de Videoconferencia y su plan de mantenimiento y actividades para este sistema. Y en el Capítulo VII se detalla la justificación del proyecto, los presupuestos para la ambientación, equipos y operación, así como también las recomendaciones para la UDB para el desarrollo de un programa de educación.

## CAPITULO I La Videoconferencia, su Historia y Elementos.

### 1.1 INTRODUCCIÓN.

La orientación hacia aspectos visuales ha sido un factor determinante en la evolución de los seres humanos ya que la predilección por las imágenes es mayor que las palabras escritas o las ideas conceptuales, todo esto data desde hace unos 40,000 años en la era de las cavernas, hasta lo que es actualmente la demanda de utilizar interfaces gráficas en aplicaciones de computadoras.

En nuestro cerebro gran parte de el esta dedicado no solo a la visión y al análisis visual sino que también a la capacidad de transporte de información de nuestro sistema visual, ya que es mucho mayor que cualquier otro de nuestros sentidos. Por otra parte el rostro humano es la mas importante fuente de información durante una conversación, ya que cuando hablamos cara a cara con otra persona obtenemos bastante información de las expresiones faciales mas que de sus palabras o calidad de voz combinadas.

De hecho en estudios hechos por psicólogos han determinado que cuando hablamos cara a cara, solo el 7% de lo que es comunicado es transferido por el significado de las palabras, otro 38% proviene de como las palabras son dichas. Eso deja al 55% restante de la comunicación tomar la forma de señales visuales.

Hoy en día el problema es que en el ambiente global de los negocios y educación, las comunicaciones cara a cara han llegado a ser una actividad muy costosa y con un alto consumo de tiempo, en la educación esto ha afectado el no tener a mas estudiantes optando a una especialización. La videoconferencia ofrece una solución accesible a estas necesidades de comunicación, con sistemas que permiten el transmitir y recibir información visual y sonora entre puntos o zonas diferentes evitando así, los gastos y pérdidas de tiempo que implican el traslado físico de la persona, todo esto a costos cada vez más bajos y con señales de mejor calidad. Estas ventajas hacen que la videoconferencia sea uno de los segmentos de mayor proyección en el área de las telecomunicaciones en el mundo.

La videoconferencia puede dividirse en 2 áreas:

- A)** La videoconferencia grupal o videoconferencia sala a sala con comunicación de vídeo comprimido a velocidades desde 64 Kbps (E0) hasta 2.048 Mbps (E1) y
- B)** Videotelefonía, la cual está asociada con la red digital de servicios integrados (ISDN), operando a velocidades de 64 y 128 Kbps. Esta forma de videoconferencia esta asociada a la comunicación personal o videoconferencia escritorio a escritorio (Desktop Videoconference).

En el presente capitulo se trata de proporcionar la información mas general concerniente a la videoconferencia como es definir un concepto para este termino, su evolución y aplicaciones. Esto permitirá que en los posteriores capítulos se logre una mejor comprensión y asimilación sobre el tema. Durante el desarrollo de este trabajo se utilizará el termino videoconferencia haciendo referencia al modo grupal o sala a s

## 1.2 DEFINICION DE VIDEOCONFERENCIA

Una videoconferencia es básicamente la transmisión de una señal, portadora de imagen, sonido y datos desde un punto donde se desarrolla un determinado acontecimiento hasta uno o varios centros remotos que la reciben, haciendo uso de diversas tecnologías y medios de transmisión como el satélite, la fibra óptica, enlaces terrestres de microondas, cable coaxial, líneas digitales, líneas telefónicas y/o la red internet. Estos puntos remotos, dispersos geográficamente, quedan conectados con el punto principal con el objeto de intercambiar imágenes, voz y datos permitiendo de una forma compartida la comunicación multimedia entre personas que pueden estar separadas por enormes distancias y establecer una conversación como lo harían si todas se encontraran reunidas en una sala de juntas.

El termino videoconferencia se utilizará en el desarrollo de este tema para representar la comunicación en doble sentido o interactiva entre dos puntos separados geográficamente utilizando audio y vídeo.

Como es usual en la aparición de nuevas tecnologías los vocablos que se utilizan no están completamente definidas, ya que pueden ser interpretados de manera diferente así como otros términos que sean similares a este. La palabra "TELECONFERENCIA" se refiere a una reunión a distancia, ya que esta formada por el prefijo "TELE" que se refiere a distancia y la palabra conferencia que se refiere a reunión. En Los Estados Unidos, la palabra teleconferencia se usa para referirse a cualquier encuentro a distancia por medio de la tecnología de comunicaciones; de esa forma es que regularmente se añade la palabra vídeo a "TELECONFERENCIA" o a "CONFERENCIA" para especificar exactamente a que tipo de encuentro se esta haciendo mención. De esa forma es que se suele emplear el termino "AUDIOCONFERENCIA" para cuando se refiere a una conferencia realizada mediante señales de audio.

## 1.3 HISTORIA DE LA VIDEOCONFERENCIA

A través de los tiempos el interés de la comunicación entre las personas ha llevado a diferentes desarrollos tecnológicos desde las señales de humo, el correo, la invención del telégrafo, el teléfono, etc. hasta la utilización del vídeo que ha ido creciendo paulatinamente con la disponibilidad de la T.V. Esto ha llevado a que las personas se acostumbren a tener acceso visual a los eventos mundiales más relevantes en el momento que están ocurriendo. Desde la invención del teléfono, las personas han tenido la idea de que el vídeo se pueda combinar y ser incorporado a este es así que series animadas de la televisión como los Supersónicos, Dick Tracy, 007 y otras de los 70's usaban el videoteléfono rutinariamente insinuando que podríamos esperar uno para nuestro uso cualquier día.

AT&T presentó en 1964 en la Feria del Comercio Mundial de New York un prototipo de videoteléfono para transmitir vídeo en movimiento, lo que llevaba al problema que tanta información y el tipo de esta requería de líneas de comunicación bastante costosas. Ya que las señales de vídeo tienen frecuencias mucho más altas que las que podía soportar la red telefónica de esa época, lo que sugería el uso de satélites para poder cubrir esas largas distancias pero entonces la renta de tiempo del satélite superaba en mucho el equipo terrestre y los beneficios que se podían obtener al tener pequeños grupos reunidos no compensaban la inversión.

En los años 70's se efectuaron progresos significativos en muchas áreas de las telecomunicaciones, lo que llevó a cambiar los métodos análogos hacia métodos de transmisión digitales. Esto llevó también a que la industria de las computadoras avanzara enormemente en la velocidad de procesamiento de datos, descubriendo y mejorando los métodos de muestreo y conversión de señales analógicas en bits digitales como lo fue el audio y el vídeo.

La norma utilizada para digitalizar una señal de vídeo era el método común CPM (Modificación por Codificación de Pulsos ) de 8 bits con 780 píxeles por línea, 480 líneas activas por cuadro de los 525 para NTSC y con 30 cuadros por segundo.

En las redes telefónicas en su cambio de analógicas a digitales se usaban diferentes relaciones de transferencia, una de esas fue a 56 Kbps, la cual era necesaria para una llamada telefónica. Posteriormente se unieron grupos de canales de 56 Kbps para formar un canal de 1.5 Mbps llamada T1 que es igual a un Primary Rate Interface (PRI/ Interfase índice primario) de ISDN, tiene 23 canales B y un canal D reforzado de 64 Kbps (23B+D). Varios grupos de canales T1 fueron unidos para conformar un canal que corría a 45 Mbps (T3). De esa manera usando vídeo comprimido a 45 Mbps fue finalmente posible, pero era extremadamente caro, transmitir vídeo en movimiento a través de la red telefónica pública.

Era evidente la necesidad de comprimir aun mas el vídeo digital para llegar a ser uso de un canal T1 eso implicaba una razón de compresión de 60:1 lo que significaba el abrir el mercado hacia estos métodos.

A principios de los ochenta los primeros algoritmos para reducir la redundancia que tuvieron aplicación práctica eran de dos tipos: los primeros se basaban en la redundancia de las señales de vídeo en el espacio, por ejemplo la transformada discreta del coseno ( DCT) y los segundos se apoyaban en la correlación temporal de las imágenes, como por ejemplo MIC diferencial (DPCM). Estas últimas técnicas son mucho más sencillas de utilizar en equipos en tiempo reales, pero ofrecen servicios más limitados y se ven especialmente influidos por la velocidad de movimiento de la imagen.

El algoritmo de la transformada discreta del coseno es la base del funcionamiento de todos los CODEC de compresión más complejos. Esta nueva generación de vídeo CODEC toma ventaja sobre la redundancia tomando como base el sistema de visión humana, ya que en Norteamérica las imágenes se presentan en 30 cuadros por segundo y las películas cinematográficas lo hacen a 24 cuadros por segundo, siendo la percepción de movimiento en las personas entre 15 y 20 cuadros por segundo. Usando este tipo de presentación se logra una compresión de 4:1 sin lograr aun el objetivo de tener una razón de compresión de 60:1.

Los codec, a partir de los ochenta usaron la DCT , la cual analizaba las imágenes encontrando redundancia temporal y espacial. La redundancia espacial es aquella que puede ser encontrada dentro de un cuadro sencillo de vídeo, o sea que procesa aquellas áreas de la imagen que se aparecen y las representas en con una misma secuencia, la redundancia temporal es aquella que se encuentra de un cuadro de la imagen con otro, lo que significa que procesa áreas de la imagen que no cambia en cuadros sucesivos. Con la combinación de estos métodos se logro obtener una razón de compresión de 60:1.

El primer codec fue introducido al mercado por al compañía Compresión Labs Inc. (CLI, <http://www.clix.com>) y fue conocido como el VTS1.5, el VTS significaba Vídeo Teleconference Sistem y el 1.5 se refería a 1.5 Mbps (T1). Este codec se mejora en cuestión de un año para obtener una razón de compresión de 117:1 (768Kbps), y se llamo este nuevo producto VTS 1.5 E.

En 1985, comenzó en Alcatel Telettra el desarrollo de un codec de televisión con técnicas de reducción por redundancia, con los primeros estudios de viabilidad efectuados en el departamento central de investigaciones sobre el desarrollo del algoritmo de la transformada discreta del coseno(DCT) El primer producto comercial fue el 1721VC. Luego en los codec de la ultima generación se combina DCT bidimensional con DPCM y se aplica a bloques de muestras 8 por 8 este tipo de realización se conoce como transformada discreta de coseno híbrida (HDCT) el cual se utilizo para el modelo 1722VC. El CODEC 1721VC fue presentado al publico en 1987 en Ginebra, este funciona a 34 mbps con la sustitución de las placas de Interfase el codec podía precisar señales de vídeo entrantes (PAL o NTSC). Estas señales de vídeo se muestreaban y codificaban en 9 bits controladas por un reloj sincronizado con la línea de vídeo a una velocidad cuatro veces mayor que la de la subportadora de color, y se convertían en los pseudo componentes Y, Cr/b (luminancia y crominencia) mediante una técnica exclusiva en los laboratorios de Alcatel telettra. A finales de 1989 apareció en el catalogo de Alcatel el 1740VC, un CODEC a 45 mbits/s, diseñado acorde a los requisitos impuestos por el mercado norteamericano. Las diferencias con el anterior radicaban en la interfaz de línea que funcionaba solamente a 45 Mbits. El diseño y desarrollo del CODEC 1740VC comenzó en 1989, teniendo como objetivo la transmisión de señales de televisión de alta definición (HDTV) la cual surge en 1980 la cual se basa esencialmente en el aumento del numero de líneas de exploración horizontal con un nuevo formato de imagen de 16:9 y tramas de 1125 líneas ya que el formato tradicional es de 4:3 otra característica es que trabaja con señales análogas o digitales para mejorar su calidad en los cuales la información sobre crominancia y luminancia se transmiten por separado ver **fig.1.1**.

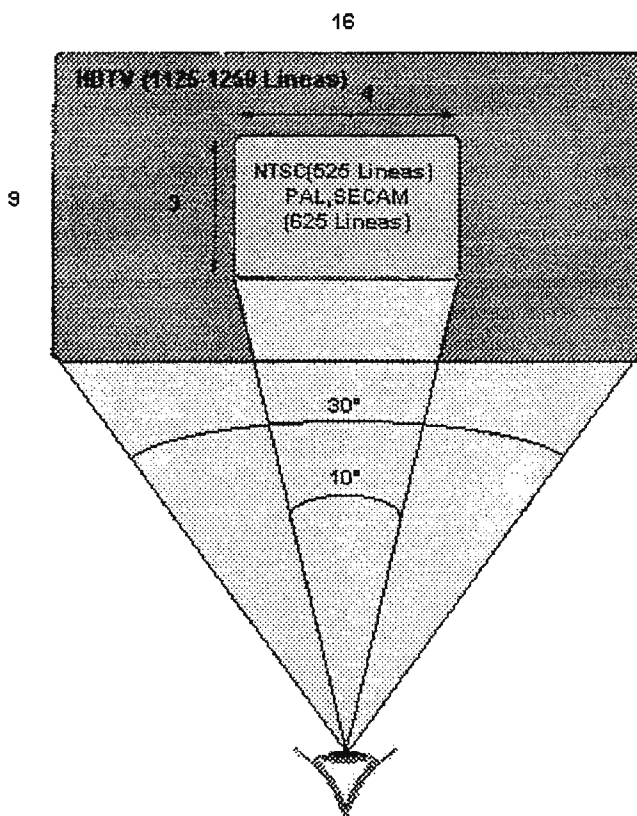


figura 1.1

Basado con HDCT, en 1990 surgió la recomendación de la CCITT h.261 con lo de el mercado de la videoconferencia creció, al tiempo que el ETSI (Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones) comenzó sus trabajos encaminados a la normalización de los codec de compresión de velocidades de 34 o 45 Mbits/s. Luego en Diciembre de 1992 se aprobó la versión definitiva de la recomendación, luego surgió el codec 1722VC usando HDCT, el cual comenzó a fabricarse en la primavera de 1992, causando una gran innovación tanto por los por los algoritmos de compresión como por su tecnología.

#### 1.4 APLICACIONES DE VIDEOCONFERENCIA

La baja significativa en los precios en los equipos de videoconferencia, así como también la disponibilidad de los servicios de comunicación han hecho que el mercado de videoconferencia sea el de mayor crecimiento en las teleconferencias en los últimos años como se muestra en la fig.1.3.

**CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DE LA VIDEOCONFERENCIA  
DESDE 1988**

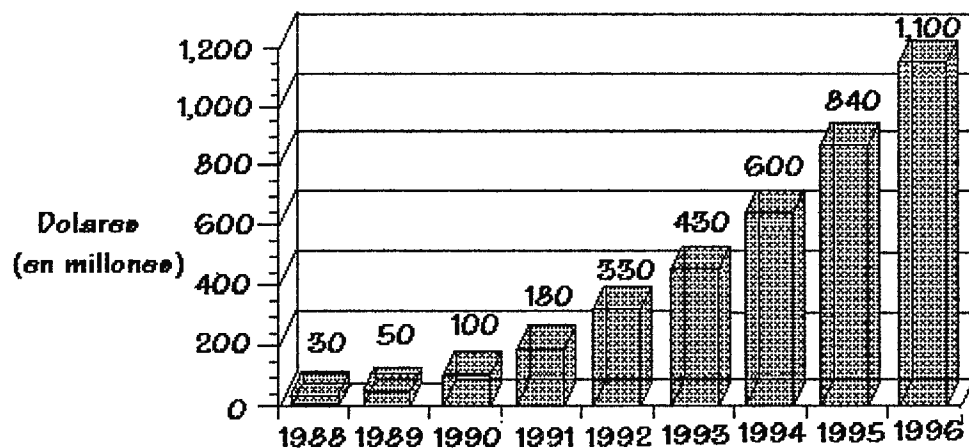


figura 1.3

Estas son algunas de las necesidades que la videoconferencia resuelve con rapidez, reducción de costo, y un aumento muy significativo de la productividad y la enseñanza de las instituciones que la ocupen.

**REUNIONES.**

- \* Trabajos en grupo de departamento distantes
- \*Toma de decisiones
- \*Juntas de directorio
- \*Manejo de crisis
- \*Servicio al cliente
- \*Reunión de ejecutivos
- \*Estudios financieros
- \*Declaración ante la corte
- \*Aprobación de prestamos
- \*Actividad en bancos de inversión
- \*Contratación / entrevistas

**FORMACIÓN.**

- \*Cursillo de formación programados
- \*Educación a distancia
- \*Formación continuada
- \*Desarrollo de ingeniería
- \*Control de Manufactura
- \*Diagnostico médicos
- \*Supervisión
- \*Evaluación de resultados docentes
- \*Adiestramiento/capacitación

**1.5 ELEMENTOS BASICOS DE UN SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA**

Aunque la videoconferencia no es algo nuevo, hasta el momento ha estado limitado a sistemas grandes y de alto costo que ocupan mucho espacio. Con el desarrollo de la tecnología informática, últimamente se han desarrollado sistemas de mayor tamaño. Para fines de estudio y de diseño los sistemas de VC se dividen en 3 elementos básicos ver figura 1.2 que son: la red de comunicaciones, la sala de videoconferencia y el codec.

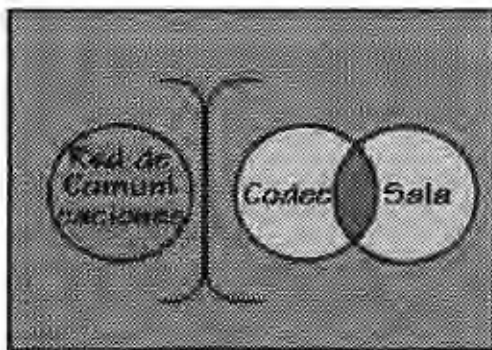


Fig. 1.2

### **1.5.1 LA RED DE COMUNICACIONES**

Para realizar cualquier tipo de comunicación es necesario contar con un medio que realice el transporte de la información entre el transmisor y el receptor y viceversa. En los sistemas de videoconferencia se necesita que el medio de comunicación se realice por medio de una conexión digital Bidireccional y de alta velocidad entre los puntos que van a estar conectados, la razón de esta conexión digital se desarrollara en los subsiguientes capítulos donde se tratara el procesamiento de las señales de audio y vídeo. Hay que hacer notar que las posibilidades de redes de comunicación es grande, pero que la opción a utilizar va a depender exclusivamente de las exigencias y requerimientos particulares del usuario.

Es muy interesante hacer notar que el CODEC y la sala de V.C. esta aislada de la red ya que la mayoría de suministradores de red de comunicación solo trabajan con equipo aprobado y esto hecha incompatible algunos sistemas y hasta hace muy poco (1990) los fabricantes de CODEC no incluían en sus equipos interfaces aprobados lo que llevaba a que no hubiera una estandarización la cual hoy en día si es mas factible.

### **1.5.2 LA SALA DE VIDEOCONFERENCIA**

La sala de V.C. es el lugar cuidadosamente acondicionado en el cual se reunirán los participantes de la videoconferencia, así como también todo lo que se refiere al equipo de control (audio y vídeo), que permitirá controlar los sonidos e imágenes que habrán de transmitirse hacia el (los) punto(s) remoto(s).

El nivel de ambientación y confort de la sala determinara la calidad de la instalación, ya que una sala de V.C. perfecta es una sala normal de conferencia donde la tecnología requerida no debe notarse o debe presentarse en forma transparente para el usuario.

### **1.5.3 CODEC.**

Es la abreviatura de CODificador / DECodificador, transmisor y receptor respectivamente donde las señales de audio y vídeo en forma analógica que se desean transmitir se convierten mediante algún método a una señal digital y una vez realizado se comprime y multiplexa para su transmisión hasta una estación remota distinta donde un CODEC realiza el proceso inverso para poder reproducir los datos. El CODEC además de incluir los equipos de audio, vídeo y control, también se adicionan otros equipos periféricos que entre otros son: - Procesador de palabras - tabla de anotaciones - cámara de documentos - vídeo casetera - pizarra electrónica - PC - proyector de vídeo - diapositivas - convertidor de gráficos informativos - proyector de cañón.

## 1.6 ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA EN UNA VIDEOCONFERENCIA.

Aunque la videoconferencia es una tecnología relativamente nueva, hasta el momento ha estado limitada a sistemas grandes y de alto costo que ocupan mucho espacio. Con el desarrollo de la tecnología informática, últimamente se han desarrollado sistemas de menor tamaño que incluso pueden funcionar sobre computadoras personales.

En el tema de videoconferencia existen varios aspectos que deben ser tomados en cuenta, los cuales se detallan a continuación: Tamaño del sistema, Forma de interconexión, Capacidad de multiconferencia, Compatibilidad, Calidad de imagen.

### 1.6.1 TAMAÑO DEL SISTEMA.

Hasta el momento, en el mercado han prevalecido los sistemas de gran tamaño distribuidos alrededor de un cuarto y orientados a la comunicación personal o a aspectos didácticos. Los sistemas surgidos últimamente son aplicaciones de menor tamaño (Desktop) orientados a soportar grupos de trabajo y a la distribución de información. Las ventajas de la primera opción es la comodidad de la sesión, la segunda ofrece una serie de nuevas capacidades, entre las que se cuentan las siguientes:

- Pizarrón común (Whiteboard). Con esta facilidad los participantes realizan una conferencia de documentos, trabajando todos sobre un documento electrónico, usando herramienta de software (procesadores de palabras o dibujos).
- Uso común de aplicaciones: con esta facilidad los participantes colaboran en un proyecto usando todos la misma aplicación: CAD, base de datos , hoja de trabajo o procesador de palabra.
- Transferencia de archivos.
- Directorio telefónico.

### 1.6.2 FORMA DE INTERCONEXION.

Existen básicamente 7 formas de interconexión para los participantes en una videoconferencia:

- a. Conexión dedicada punto a punto.
- b. Conexión a través de líneas ISDN.
- c. Conexión a través de una red de computadoras (LANs).
- d. Conexión a través de un conmutador ATM.
- e. Conexión conmutada punto a punto.
- f. Conexión mediante enlaces satelitales.
- g. Conexión multipunto y Bulletin Board System.

- a. Este método es el que se utiliza habitualmente en los sistemas grandes y presume una conexión permanente o semi-permanente entre los dos puntos que participan en la conferencia.
- b. Este método hace uso de una línea ISDN de 128 Kbps por ser un usuario ISDN normal, existe la posibilidad de interconectarse con cualquier otro usuario ISDN que cuente con un equipo compatible. Para conexiones remotas, ISDN es la mejor opción, desafortunadamente los servicios ISDN aun no son universales o completamente estandarizados. Tampoco existe un método simple y de bajo costo para hacer una videoconferencia cuando existen mas de dos participantes.
- c. Este método utiliza una red de computadoras para efectuar la interconexión. Los LAN's tienen un ancho de banda mayor que el ISDN con lo cual mejora notablemente la calidad de la imagen, pero las características de las transmisiones de vídeo no se adaptan bien a las características de una red LAN, a menos que se empleen redes LAN de alta velocidad que absorban los picos en el flujo de datos que genera una videoconferencia. Además las redes LAN se usan para tener Multiconferencias.
- d. EL ATM puede resolver los problemas que envuelven ancho de banda y la estandarizacion, Con velocidades que van de 155 Mbps a 2 Gbps el ATM puede proveer la velocidad necesaria para una videoconferencia. Sin embargo aun no se han definido completamente los estándares para vídeo ATM y la tecnología aun no se ha difundido. Cuando los servicios ATM se implementen ampliamente, se definirán nuevos estándar y se construirán nuevos sistemas para la multiconferencia.
- e. Este método utiliza sistemas grandes y es una conexión habitual entre dos puntos ya que se puede conectar con otros puntos y no esta restringido a conectase a un solo punto en especifico ya que es posible conmutar con otro punto igual que una llamada telefónica.
- f. Este método hace uso combinado de líneas terrestres y enlaces satelitales y tiene la característica de conectarse en configuraciones de red malla o una red estrella así como también punto a punto para esto se hace uso de estaciones VSAT (Very Small Aperture Terminal), dicha tecnología ha sido tomada para el diseño de este trabajo y que será vista con mas detalle en el capítulo 5.
- g. Con una configuración de este tipo se busca videoconferencias en varios puntos de un país e instaurar un modelo de formación haciendo uso del BBS (Bolletin Board Sistem) que es un acceso remoto que tienen a los participantes conectados a un servidor que les permite acceder a cursos multimedia durante todo el periodo en que el servidor este dando este servicio para ingresar a foros, conversaciones, E-mail, consultas a bases de datos, etc. El usuario vera en su pantalla una imagen como Windows la cual dará acceso a los diferentes servicios con solo un "clic".

### **1.6.3 CAPACIDAD DE MULTICONFERENCIA.**

Para llegar a tener una multiconferencia se necesita de un puente multipunto el cual esta provisto de una poderosa flexibilidad, capacidades para usar fácilmente el deseado y controlar eficientemente encuentros de videoconferencias. A través de un puente multipunto se pueden llegar a controla hasta 16 lugares en cualquier combinación de conferencias independientes, proveyéndolas de la misma alta calidad de audio y vídeo. La capacidad

de multiconferencia estará controlada a través de una PC dedicada por medio de un software el cual puede realizar las siguientes funciones: Crear y controlar videoconferencias, administrar los controladores de ancho de banda de un multiplexor inversor, acceder a la lista de espera de videoconferencias, recolección de estadística de canal de transmisión, manejo de alarmas, colocar y descolocar los NIF\*s (Networks interface) de una vídeo conferencia, observar la operación de cada NIF, acceder a controladores en forma remota o acceder a puentes multipunto remotos por medio de modems externos.

El multipunto permite acceder a un menú de operación desde cualquier equipo de videoconferencia o desde el controlador del multipunto con el cual se pueden manejar diferentes reuniones en diferentes formas como son:

- a. Control por activación: Permite que cualquier orador tome la palabra y sea automáticamente visto por todas las localidades (reuniones interactivas).
- b. Control Director: Centraliza el control para reuniones mas estructurado, el director determina que orador será visto por todas las localidades.
- c. Control de Dirección Distribuida: Permite que el control de dirección sea pasado a diferentes sitios cuando la reunión se esta llevando a cabo.

Algunas características para versatilidad en las reuniones incluyen también:

-Visualización instantánea: que permite que documentos, gráficos y diapositivas puedan ser enviadas para ser visualizados por cualquier lugar en cualquier momento.

-Hojear/repasar: Permite que los participantes puedan selectivamente ver a otros participantes o materiales de otras localidades.

-Control de cámara lejana: Cualquier director de conferencia puede mover, precolocar y almacenar posiciones de la cámara de su interlocutor.

#### **1.6.4 COMPATIBILIDAD**

En lo que respecta a los sistemas de videoconferencia la compatibilidad dependerá de las recomendaciones y normas en los que se basó su diseño ya que de no haber una estandarizacion seria muy difícil el acceder con otros sistemas y tomar ventajas de nuevas capacidades. Es por eso que hoy en día se puede hablar de normas ya establecidas, las cuales han sido proporcionadas por el ITU-T (CCITT) y la ISO(International Standar Organization), estas se basan en la construcción de los nuevos sistemas independientemente de las marcas que lo elaboran. No todos llegan a ser compatibles, ya que dependen de la capacidad ya sea de velocidad o acceso a conferencia, las posibilidad de usar líneas conmutadas y líneas dedicadas. Para solventar estos problemas se hacen uso de interfaces que faciliten el acoplamiento de estos sistemas.

### 1.6.5 CALIDAD DE IMAGEN.

Además de la transmisión a colores y sin retardos apreciables, la Evaluación de la calidad del vídeo envuelve varios factores entre los cuales se encuentran los siguientes:

- a.* Resolución
  - b.* Claridad de la imagen.
  - c.* Cuadro por segundo
- 
- a.* Este factor se refiere a la calidad de puntos que forman una imagen, un T.V. por ejemplo tiene 400 por 300 puntos. Al aumentar la cantidad de puntos aumenta la calidad de información que deben enviarse y se necesitan un mayor ancho de banda, o una velocidad más alta en el canal de transmisión.
  - b.* Este factor así como el primero, es en parte subjetivo, y se refiere a si la imagen es percibida como difusa o corrida.
  - c.* Este factor puede ser fácilmente medido ya que la cantidad de cuadros por segundo son los que dan la idea de movimiento. Cuando la cantidad de cuadros es muy baja se mueve a saltos y la movilidad completa se ve entre cortada. La movilidad completa se define como 30 cuadros por segundo.

A fin de utilizar de la mejor manera posible la capacidad del canal se hace uso de una compresión de vídeo; sin embargo, el movimiento en las imágenes hace menos efectivo la compresión e incremento de la cantidad de información enviada por cada cuadro. Cuando la velocidad del canal es limitada, el software usualmente bota cuadros o deteriora la calidad de la imagen, por lo tanto, la velocidad de los cuadros y la calidad de la imagen típicamente varía con la cantidad de movimiento.

## **CAPITULO II Normas de un Sistema de Videoconferencia.**

### **2.1 INTRODUCCIÓN.**

En un sistema de videoconferencia el componente principal es el CODEC de videoconferencia, el cual recibe una señal digital proveniente de un punto remoto, la cual demultiplexa en audio, vídeo y datos de la información del usuario y luego decodifica la información de tal manera que puede ser vista, escuchada y dirigida hacia un dispositivo periférico de salida situado en la sala de conferencia.

Uno de los principales prerequisites para el diseño de un CODEC y el éxito de estos sistemas es la compatibilidad entre terminales. Por consiguiente es necesario encontrar estándares nacionales e internacionales para velocidades de transferencia de datos, interfaces, protocolos y señalización. Como los costos de transmisión aumentan con relación al aumento de velocidad de Tx de las señales de vídeo se hace imperativo el usar técnicas de compresión y codificación de fuentes para conseguir la más baja velocidad posible.

Desde la década de los ochenta los fabricantes de sistemas para videoconferencia han respondido a los requerimientos del mercado con sus temas más simples y más efectivos. En la mayoría de los casos se requiere de una simplificación del diseño y de incorporar las funciones de otros dispositivos que trabajan en forma separada en un solo dispositivo. Los diseños más actuales de CODEC incluyen muchos de los componentes claves de los subsistemas originalmente concebidos fuera del CODEC, como el sistema de distribución de vídeo se movió hacia adentro del CODEC, junto con el sistema de control central, mezclador de audio, amplificador y cancelador de eco. Así mismo, las cámaras, micrófonos, bocinas y paneles de control, continúan estando fuera del CODEC, pero se conectan directamente a él.

En el desarrollo de este capítulo, se describirán las normas y recomendaciones para el CODEC de vídeo el cual es uno de los componentes principales del CODEC de videoconferencia, además se describirán los componentes del vídeo CODEC y también de ISDN ya que es una plataforma de red con la cual se puede adaptar fácilmente la videoconferencia.

### **2.2 ESTANDARES E INTEROPERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE VIDEOCONFERENCIA.**

Por muchos años el mercado de facsimil estuvo restringido hasta que el estándar desarrollado por el grupo 3 del comité consultivo internacional para la telefonía y telegrafía (CCITT), hizo posible que las unidades de fax de diferentes fabricantes fueran compatibles. Algo similar ocurrió con la videoconferencia/videotelefonía. El mercado de la videoconferencia punto a punto estuvo restringido por la falta de compatibilidad hasta que en 1990 surgió la recomendación de CCITT H.261 que hizo que el mercado de videoconferencia creciera. Además existen 3 factores

que han influido en este crecimiento, el primero fue el descubrimiento de la tecnología de videocompresión, a partir del cual el estándar está basado. Mediante la combinación de las técnicas de la codificación predictiva, la transformada discreta del coseno (DCT), compensación del movimiento y la codificación de longitud variable, (las cuales serán descritas en el capítulo III) el estándar H.261 hace posible el transmitir imágenes de TV de calidad aceptable con bajos requerimientos de ancho de banda, el cual se ha reducido lo bastante para lograr comunicaciones de bajo costo sobre redes digitales montadas.

El segundo factor que influye fue el desarrollo de la tecnología VLSI la cual redujo los costos de los codecs de vídeo, ya que ahora en el mercado se encuentran chips mediante los cuales se pueden implementar las tecnologías DCT y de compensación de movimiento que son parte del estándar.

El tercer factor ha sido el desarrollo de ISDN (Integrated Services Data Network; Red digital de servicios integrados) el cual promete proveer de servicios de comunicaciones digitales conmutados de bajo costo. El acceso básico de ISDN consiste en 2 canales full duplex de 64 Kbps denominados canales B y un canal también full duplex de 16 kbps denominado canal D. El estándar H.261 está basado en la estructura básica de 64 kbps de ISDN. Esta da nombre al título de la recomendación H.261 "Video Codec para servicios audiovisuales a  $P \times 64$  kbps", donde  $p$  es igual a 1, 2, ..., etc. Aunque pasarán muchos años para que ISDN esté disponible globalmente, los videos codec que cumplen con el estándar H.261 pueden operar en estos momentos sobre las redes de comunicaciones que están actualmente disponibles en el mundo.

El ente regulador que se encarga de asegurar que las comunicaciones mundiales sean establecidas eficientemente y efectivamente, mediante el desarrollo formal de "recomendaciones" es la CCITT (ahora ITU-T, el sector de estandarización en telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones) es una parte de la Organización de las Naciones Unidas. La CCITT trabaja en ciclos de 4 años y al final de cada período un grupo de recomendaciones es publicado. Los libros "rojo" y "azul" que contienen estas recomendaciones fueron publicados en 1984 y 1988 respectivamente.

En el libro rojo de 1984 fueron establecidas las primeras recomendaciones para Codec de vídeo conferencia (la H.120 y H.130) Estas recomendaciones fueron definidas específicamente para la región de Europa (625 líneas; 2048 Mbps que fue el ancho de banda primario) y para la interconexión entre Europa y otras regiones.

Ya que en esos años no existían recomendaciones para las regiones que estaban fuera de Europa, la CCITT designó un "grupo de especialistas en codificación para telefonía visual" con el fin de desarrollar una recomendación internacional. La CCITT estableció 2 objetivos principales para este grupo de especialistas: 1) Desarrollar una recomendación para un vídeo codec para aplicaciones de videoconferencia que operara a  $N \times 384$  kbps ( $N=1, 2, \dots, 5$ ) y 2) Empezar un proceso de estandarización para el vídeo codec de videoconferencia/vídeo teléfono que operara a  $M \times 64$  kbps ( $M=1, 2$ ).

El resultado fue una sola recomendación que se aplica a los rangos desde 64 kbps hasta 2 Mbps usando  $P \times 64$  kbps donde los valores claves para  $P$  son 1, 2, 5, 24 y 30 que serían los siguientes valores 64, 128, 384 kbps, 1.536 y 1.920 Mbps (aprox. 2 Mbps).

En 1989 varias organizaciones de Europa, EUA y Japón desarrollaron codec flexibles para encontrar una especificación preliminar de la recomendación. Varios sistemas fueron probados en los laboratorios interconectandolos a través de largas distancias para poder de esa manera validar la recomendación. Estas pruebas resultaron exitosa y apareció entonces una versión preliminar de la recomendación H.261 en el libro azul de la CCITT. Sin embargo, esta versión estaba incompleta, la versión final de la recomendación fue aprobada en diciembre de 1990.

Actualmente la mayoría de los fabricantes ofrecen algoritmos de comprensión que cumplen con las condiciones especificadas en la norma CCITT H.261 y presenta también en los mismos codec, algoritmos de comprensión propios. La norma CCITT H.261 facilita un mínimo común denominador para asegurar que entre codec de diferentes fabricantes exista una buena comunicación.

### **2.3 COMUNICACIONES DE VIDEO SEGUN EL ESTANDAR H.320 DEL ITU-T. UNA INTRODUCCION A PX64.**

La recomendación H.320 fue terminada junto con cuatro recomendaciones más en diciembre de 1990 (H.261, H.221, H.242, H.230) las cuales definen en conjunto a una terminal de audiovisual para cubrir los servicios de vídeo teleconferencia (VTC) y vídeo telefonía (VT) sobre ISDN (Red Digital de Servicios Integrados). La H.320 define la estructura de los equipos codificadores de vídeo para comunicación audiovisual a velocidades de transmisión de hasta 1900 Kbit/s (acceso primario de N-ISDN llamado H.12).

Son posibles varias técnicas de codificación para la velocidad de acceso básico ISDN con su velocidad de transferencia de datos de usuario de 2x64 Kbps. Conviene hacer notar que cada dispositivo debe cumplir totalmente las condiciones para la codificación de audio que se hacen notar en la recomendación G.711 de ITU-T que asegura la compatibilidad. Se pueden utilizar opcionalmente técnicas más costosas y con mayor grado de compresión. La codificación de imágenes se hace siempre de acuerdo a la recomendación H.261 del ITU-T. Las siguientes combinaciones de velocidades de transferencia de datos de audio y vídeo son los convencionales.

- 3.1 Khz de anchura de banda a 56 Kbit/s (G.711) y vídeo a 68.8 Kbit/s.
- 7 Khz. de anchura de banda para audio a 48 kbit/s (G.722) y vídeo a 76.8 Kbit/s.
- La cantidad restante de los 2x64 Kbit/s de velocidad de transferencia de datos se necesita para la trama de multiplexión usada de acuerdo con la recomendación H.221 de ITU-T. Esta trama incluye un protocolo de señalización entre terminales. El protocolo real se describe con la recomendación H.242 del ITU-T.

Debido a que el bloque básico de construcción de ISDN es un canal básico operando a 64Kbps, el termino genérico "P\*64 Kbps" se refiere a la operación de estos terminales con valores integrales de P con un máximo de 30 (los valores de P de mayor interés son 1, 2, 6, 12, 24, 30).

La recomendación H.320 de ITU-T define la interrelación entre las 5 recomendaciones (H.261, H.221, H.242, H.230 y H.320) como se muestran en la **fig. 2-1**.

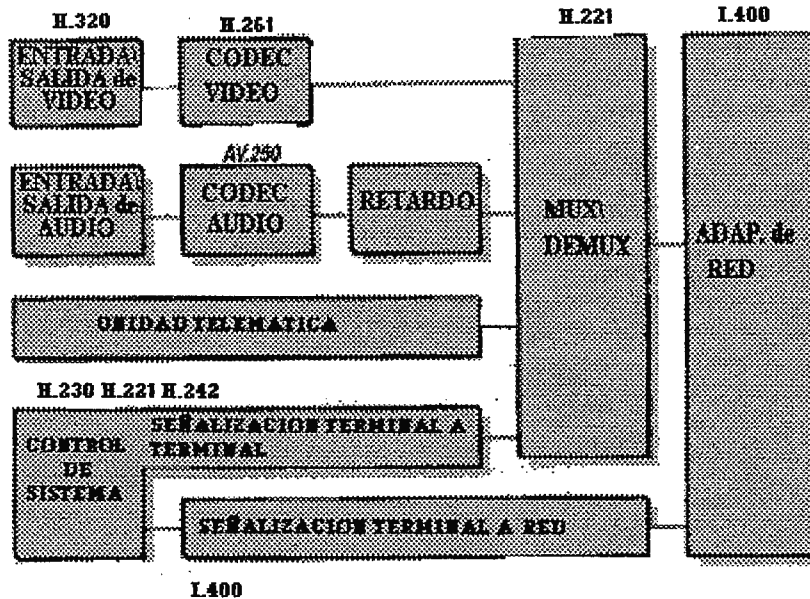


figura 2.1

Donde la recomendación H.221 describe una trama apropiada de multiplexación la cual incluye un protocolo de señalización entre terminales, en H.242 se define el protocolo de control de terminales en el cual también se define el intercambiar capacidades entre los terminales como parte del procedimiento del establecimiento de la llamada, en H.261 se codifica la señal de vídeo realizando estimación y compensación del movimiento (sobre esta recomendación se da mas detalle en el apartado 2.4) y en H.230 se define el control de sincronización para la señal. Podemos decir como función principal de la recomendación H.320 se encuentra la definición de las fases del establecimiento de una llamada en un teléfono visual y la definición de 16 tipos distintos de terminales audiovisuales y de sus respectivos modos de operación.

#### 2.4 Estándar de codificación de vídeo H.261 y sus componentes.

Si la señal estándar de vídeo fuera digitalizada empleando el método común PCM de 8 bits, se requeriría de un ancho de banda de aproximadamente 90Mbps para su transmisión (tomando en cuenta que cada línea consiste de 780 pixeles, con 480 líneas activas por cuadro de las 525 para NTSC y con 30 cuadros por segundo). Las tecnologías de videocompresión se emplean para reducir este valor a los valores primarios como 1.544Mbps y 2.048Mbps o a valores básicos de 64Kbps o múltiplos de ellos. La función de compresión es ejecutada por un vídeo CODEC (CODificador/DECodificador), H.261 es la recomendación de la ITU-T (antes CCITT) para los CODECs de videoconferencia.

### 2.4.1 Componentes principales según H.261 para un vídeo CODEC.

La fig. 2-2es el diagrama a bloques de un CODEC de vídeo como lo define la recomendación H.261 de los cuales se detalla cada uno de ellos en los siguientes apartados. En la fig. 2.21 se muestra la jerarquía de datos de H.261.

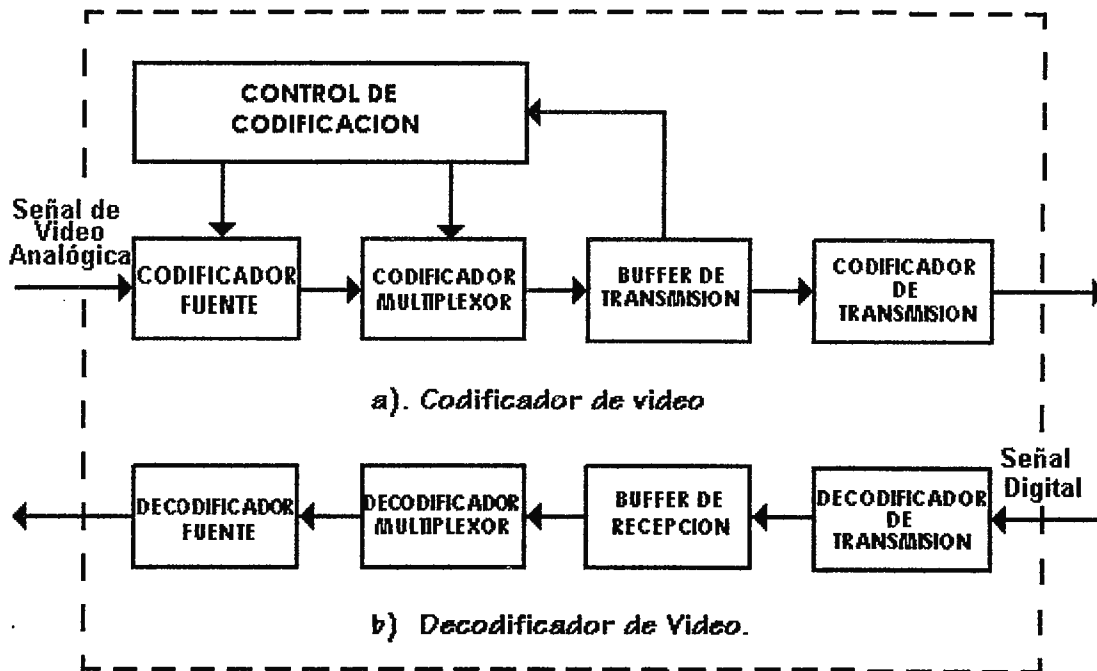


fig. 2.2 Diagrama de bloques del CODEC

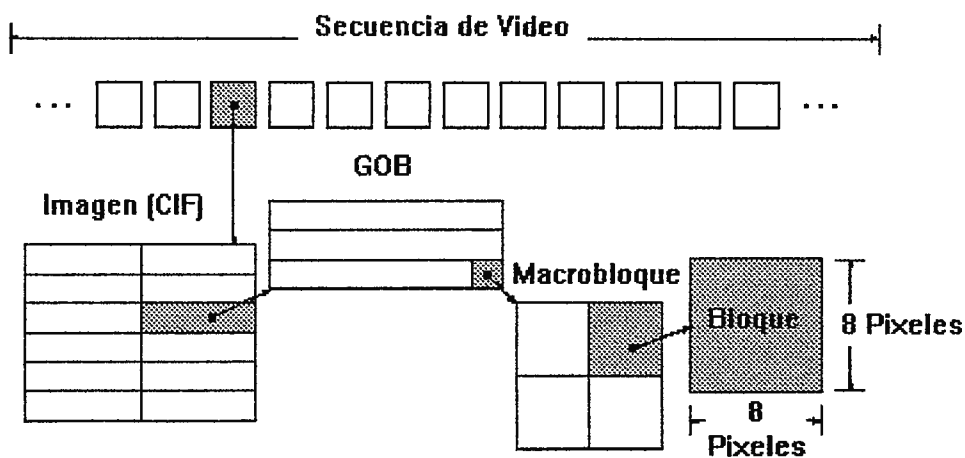


fig. 2.21 Jerarquía de datos de H.261

### 2.4.1.1 Codificador Fuente.

El punto mas principal del sistema es el codificador fuente el cual realiza la compresión del video que se introduce reduciendo las redundancias inherentes de la señal de TV . Para hacer que una sola recomendación lograra esta función cubriendo a los estándares de televisión de 525 y 625 líneas, el codificador fuente opera sobre imágenes basadas en un formato intermedio común (CIF) . PAL (sistema de alternación de fase por línea, usada en Europa Occidental) y SECAM (Secuencial de Memoria, usada en Francia y Europa del Este) emplean 625 líneas y 50Hz de velocidad de cuadros, mientras que NTSC ( Comité Nacional de Sistemas de Televisión) emplea 525 líneas y 60Hz. Luego surge un segundo formato denominado QCIF (un cuarto de CIF). Los parametros de CIF y QCIF se definen en la tabla 2-1.

	CIF	QCIF
Imágenes codificadas por segundo	29.97	(o submúltiplos enteros)
Píxeles de luminancia codificados p/línea	352	176
Líneas de luminancia codif. p/imagen	288	144
Píxeles de color codificados por línea	176	88
Líneas de color codificadas por imagen	144	72

tabla 2.1

El formato QCIF, que emplea la mitad de la resolución espacial del formato CIF (Common Image Format) en direcciones verticales y horizontales, es el formato principal para H.261. El formato CIF es opcional . Esta anticipado que QCIF será empleado para aplicaciones de videotelefono donde imágenes de cabeza y hombros son enviados, mientras que el formato CIF será utilizado para videoconferencias donde muchas personas deberán ser vistas en una sala de conferencia. Para el estándar H.261 se adoptó un metodo de compresión de video llamado compresión de video hibrido, el cual agrego una técnica de predicción dentro de las imágenes para reducir redundancias temporales y la codificación de la transformada para reducir la redundancia espacial. El decodificador cuenta con la capacidad de compensación del movimiento; Todo el metodo de compresión de video recomendado por la CCITT en H.261 se detallara en el capitulo III.

### 2.4.1.2 Estructura de la Imagen.

En el proceso de codificación, que se realiza dentro del codificador fuente, cada imagen es dividida en grupos de bloques (GOB). como se muestra en la fig 2-3 , la imagen CIF es dividida en 12 GOB, mientras que la imagen QCIF es dividida en 3 GOB . Desde el nivel de GOBs la estructura del CIF y QCIF es idéntica. Un encabezado situado en el principio del GOB permite la resincronización y el cambio en la exactitud de la codificación.

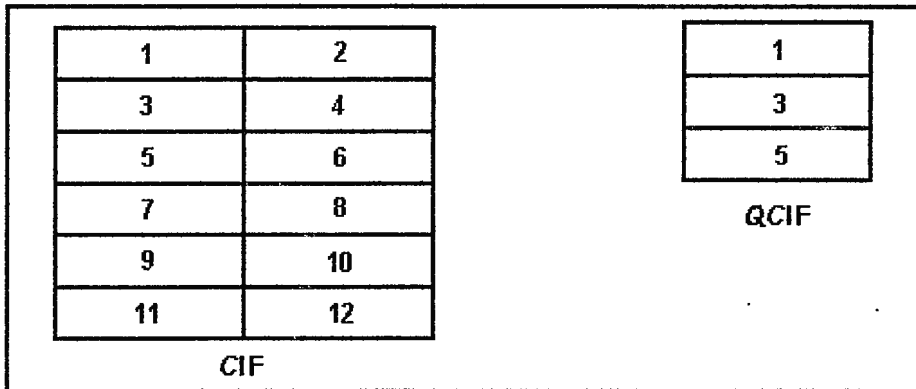


figura 2.3

Cada GOB es entonces dividido en 33 macrobloques fig 2-4. El encabezado del macrobloque define la localización del macrobloque dentro del GOB, el tipo de codificación ha ser ejecutada , los vectores de movimiento posibles y cuales bloques dentro de los macrobloques serán codificados. Existen 2 tipos básicos de codificación : intra e inter . En la codificación intra. la codificación es ejecutada sin referencia a las imágenes previas., en otras palabras la codificación intra establece una compresión al reducir la redundancia espacial en una imagen, esta tecnica trabaja con los pixeles cercanos en una imagen que son usualmente similares y mediante esto se realiza una estimación del resto de la imagen.

En la codificación inter establece la diferencia entre la imagen previa y la actual es codificada . Por supuesto para áreas de imagen sin movimiento, el macrobloque no tiene que ser codificado del todo, osea que realiza la compresión al reducir la redundancia temporal entre imagenes.

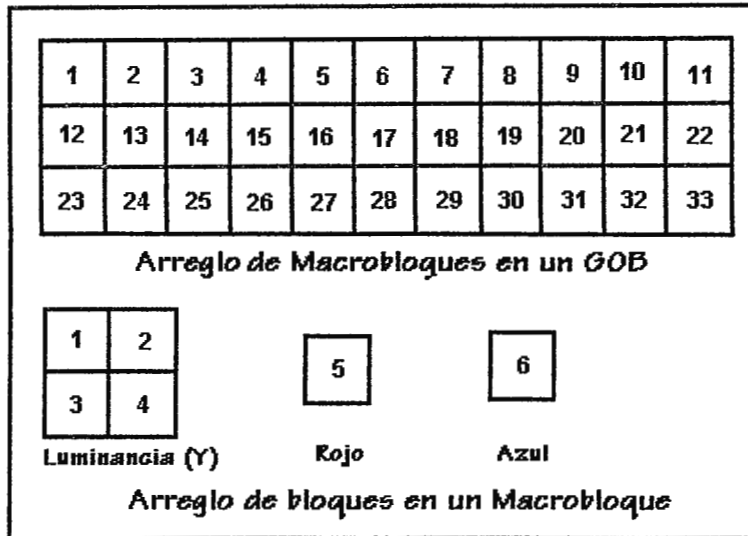


figura 2.4

Cada macrobloque es dividido a su vez en seis bloques ver fig 2-4 . Cuatro de los bloques representan la luminancia o brillantes (Y) mientras que los otros dos representan las diferencias de color de rojo y azul (Cr y Cb respectivamente ). Cada bloque mide 8\*8 pixeles , asi que puede verse que la resolución de color es la mitad de la resolución de la luminancia en ambas dimensiones. Cada bloque típicamente tiene energía esparcida en todos sus elementos.

#### 2.4.1.3 El Multiplexor de video.

El multiplexor combina los puntos comprimidos con otro tipo de información que indica los modos alternos de operación . El multiplexor esta dimensionado en una estructura jerárquica con 4 capas: La capa de imagen, capa de grupo de bloques (GOB), Macrobloque (MB) y bloques .

Un diagrama de sintaxis del codificador multiplexor de video se muestra en la fig 2-5 y las figuras 2.6, 2.7 y 2.8 muestran este mismo diagrama pero en pequeños bloques, en esta etapa se pretende expresar un cuadro de una secuencia de video en una forma binaria en donde se emplean diferentes técnicas de compresión para luego procesarla, se muestra como se asignan los códigos de inicio, tipo de imagen, tipo de cuantificador, relleno, etc.

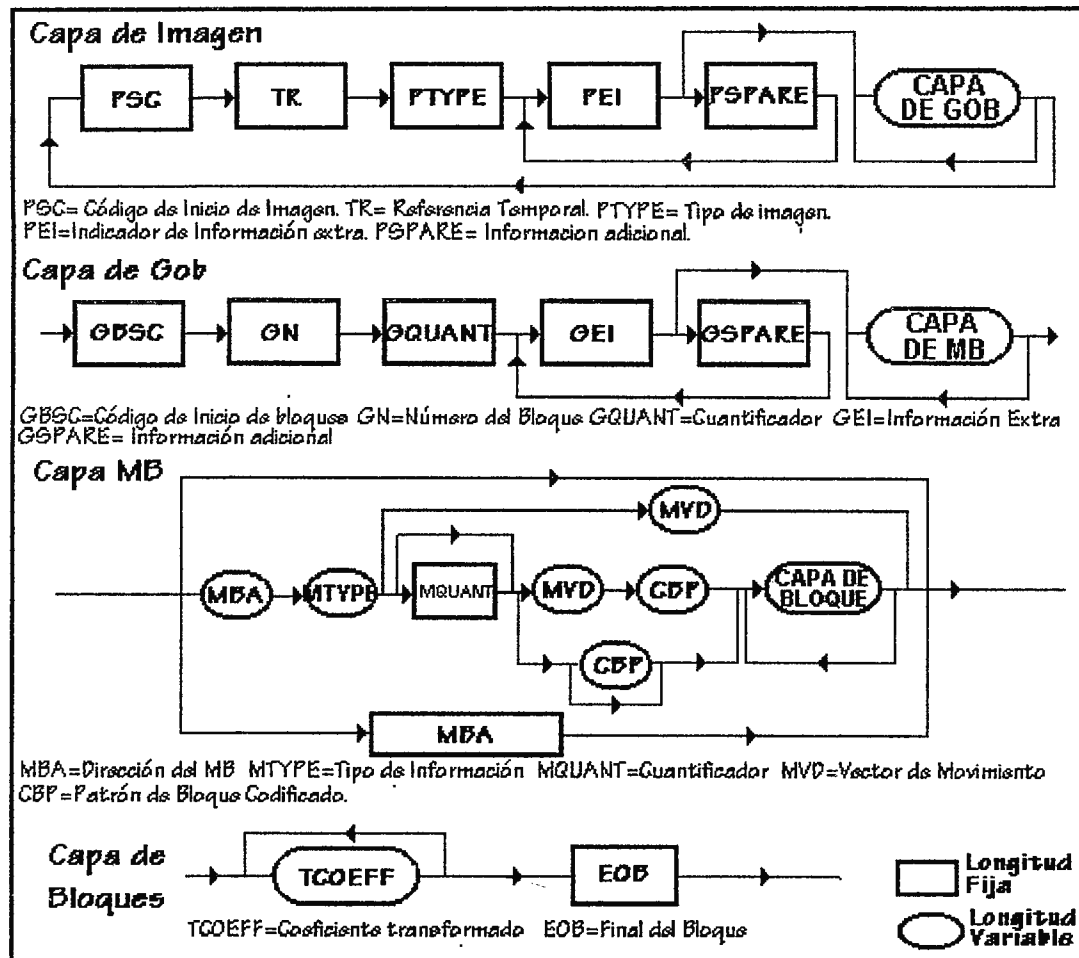


figura 2.5

#### 2.4.1.3.1 Capa de Imagen.

Los datos para cada imagen consisten de un encabezado seguido por los datos correspondientes a los GOBs que integran a la imagen.

La estructura se muestra en la fig 2-6.



figura 2.6

Código de inicio de imagen (PSC) (20 bits).

Es una palabra de 20 bits. Su valor es 0000 0000 0000 0001 0000

Referencia Temporal (TR) (5bits).

Un numero de 5 bits el cual puede tener 32 posibles valores. Esta formado por el incremento en una unidad del valor en el encabezado de imagen previo mas el número de las imágenes no transmitidas (a 29.97 Hz ), apartir de la ultima imagen que fue transmitida.

La aritmetica es ejecutada con solo los 5 bits menos significativos.

Información del tipo de imagen (PTYPE) (6 bits)

Información general acerca de la imagen .

Bit 1 indicador de división de pantalla , “0” apagado, “1” encendido.

Bit 2 indicador de la cámara de documentos “0” apagado, “1” encendido.

Bit 3 liberación de imagen congelada “0” apagado , “1” encendido.

Bit 4 Formato fuente , “0” QCIF.

Bit 5 a 6 información adicional si es que existe.

Inserción de información extra (PEI) (1 bit).

Un bit que cuando tiene el valor de “1” indica la presencia de un campo de datos opcional.

Información adicional (PSPARE) (0/8/16/.....bits).

Si el PEI tiene el valor de “1” entonces indica que siguen 9 bits consistentes de 8 bits de datos (PSPARE) y otro bit PEI, el cual indicaría la existencia de otros 9 bits y así sucesivamente.

#### 2.4.1.3.2 Capa del Grupo de bloques.

Cada imagen es dividida en grupos de bloques (GOBs). Un grupo de bloques abarca un doceavo de las áreas de imagen de el CIF y una tercera parte de QCIF ver **fig 2-7**. Un GOB relaciona a 176 pixeles por 48 líneas de luminancia (Y) y 88 pixeles por 24 líneas de los componentes de crominancia rojo y azul.



**figura 2.7**

Los datos para cada grupo de bloques consisten de un encabezado de GOB es transmitido entre codigos de inicio de imagen en le secuencia CIF o QCIF numerados en la **fig 2-3** , aun si no hay datos de macrobloque presentes en ese GOB.

Código de inicio de grupo de bloque (GBSC) (16 bits)

Es una palabra de 16 bits, su valor es 0000 0000 0000 0001.

Numero de grupo (GN) (4 bits)

Son cuatro bits que indican la posición de el grupo de bloques. Los bits son la representación binaria del número especificado en la **fig 2-3** . Los numeros de grupo 13, 14 , 15 estan reservados para un uso futuro. El numero de grupo 0 es utilizado en el PSC.

Información de cuantificación (GQUANT) (5 bits).

Una palabra de 5 bits de longitud que indica el valor del cuantificador ha ser utilizado en el grupo de bloques hasta que sea invalidado por cualquier MQUANT subsecuente. GQUANT es la representación binaria de el valor de QUANT, el cual puede variar desde 1 hasta 31.

Inserción de información extra (GEI) (1 bit).

Un bit que cuando adquiere el valor “1” indica la presencia de un campo de datos opcional.

Información adicional (GSPARE) (0/8/16.....bits).

Si el GEI tiene un valor de “1”, entonces indica que siguen 9 bits conformadas por 8 bits de datos (GSPARE) y otro bit GEI, el cual indicará la existencia ó inexistencia de otros 9 bits y así sucesivamente.

#### 2.4.1.3.3 Capa de Macrobloques.

Cada GOB es dividido en 33 macrobloque como se muestra en la **fig 2-4**. Un macrobloque relaciona a 16 pixeles por 16 lineas de Y (luminancia) y a 8 pixeles por 8 lineas para los componentes de crominancia rojo azul. Los datos para el macrobloque consisten de un encabezado de macrobloque seguido por los datos correspondientes a los bloques que lo conforman (ver **fig 2-8**). MQUANT, MVD y CBP se presentan cuando son indicados por MTYPE.



figura 2.8

Dirección del macrobloque (MBA) (longitud variable)

Es un codigo de longitud variable que indica la posición del macrobloque dentro de un grupo de bloque. El orden de transmisión esta mostrado en la **fig 2-4**. Para el primer macrobloque transmitido en un GOB, MBA es la dirección absoluta representada en la **fig 2-4**. Para los macrobloques subsecuentes, MBA es la diferencia entre las direcciones absolutas del presente macrobloque y el ultimo macrobloque transmitido.

Un código extra esta disponible en la tabla como “relleno” inmediatamente después de un encabezado GOB o un macrobloque codificado (relleno MBA). Este código deberá ser descartado por los decodificadores. Los macrobloques no son transmitidos cuando no contienen información para esa parte de la imagen .

### Tipo de Información (MTYPE) (longitud variable)

Da la información acerca de el macrobloque y cuáles elementos de los datos están presentes. Los tipos de macrobloques, los elementos incluidos y las palabras con códigos de longitud variable.

MTYPE siempre esta incluida en los macrobloques transmitidos.

### Cuantificador (MQUANT) (5 bits)

MQUANT estara presente sólo si es indicado por MTYPE .

Una palabra de 5 bits que indica el valor del cuantificador que deberá ser utilizado en el bloque presente y en cualquiera de los bloques siguientes hasta que sea anulado por cualquier MQUANT subsecuente. Los códigos para MQUANT son los mismos que para GQUANT.

### Datos del vector de Movimiento (MVD) (Longitud variable)

Los datos del vector de movimiento están incluidos en todos los macrobloques compensados en movimiento MVD se obtiene del vector del macrobloque substrayendo el vector del macrobloque precedente. Para este cálculo el vector del macrobloque precedente es considerado como cero en las siguientes 3 situaciones:

- 1) Evaluación del MVD para los macrobloques 1, 12 y 33
- 2) Evaluación del MVD para los macrobloques en los cuales MBA no represente una diferencia de 1
- 3) MTYPE del macrobloque previo no estuviera compensado en movimiento.

MVD consiste de un código de longitud variable para el componente horizontal seguido por un código de longitud variable para el componente vertical.

Se adquieren ciertas ventajas del hecho de que el rango del vector de movimiento este comprimido. Cada palabra de longitud variable representa un par de valores de diferencia. Solamente uno del par cederá un vector de movimiento cuyo valor este dentro del rango permitido.

### Patrón de bloque codificado (CBP) (longitud variable).

CBP se presenta si esta indicado en MTYPE. El código da un número de modelo que representa a aquellos bloques en el macrobloque para los cuales al menos un coeficiente de la transformada es transmitido. El número de modelo esta dado por:

$$32.p_1 + 16.p_2 + 8.p_3 + 4.p_4 + 2.p_5 + p_6$$

Donde  $P_n=1$  si cualquier coeficiente esta presente en el bloque n, de cualquier otra manera valdrá cero.

#### **2.4.1.3.4 CAPA de BLOQUES.**

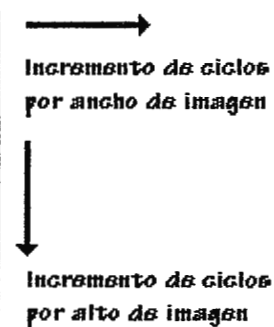
Un macrobloque comprende 4 bloques de luminancia y uno para cada una de las macrobloques consisten de los códigos para los coeficientes transformados seguidos por una indicación de fin de bloque. El orden de la transmisión de bloques esta mostrado en la **fig. 2-4**.

### Coefficientes Transformados (TCOEFF).

Los datos de los coeficientes transformados est<n siempre presentes para todos los 6 bloques en un

macrobloque cuando MTYPE indica INTRA. Los coeficientes transformados son transmitidos secuencialmente de acuerdo al orden mostrado en la fig. 2-9.

1	2	6	7	15	16	28	29
3	5	8	14	17	27	30	43
4	9	13	18	26	31	42	44
10	12	19	25	32	41	45	54
11	20	24	33	40	46	53	55
21	23	34	39	47	52	56	61
22	35	38	48	51	57	60	62
36	37	49	50	58	59	63	64


  
 Incremento de ciclos  
 por ancho de imagen

Incremento de ciclos  
 por alto de imagen

figura 2.9

La combinación de ceros sucesivos que mas ocurren (RUN) y valor del coeficiente transformado diferente de cero (VALOR) son codificados con códigos de longitud variable. Otras combinaciones (menos frecuentes) de RUN, VALOR son codificados con una palabra de 20 bits consistentes de 6 bits ESCAPE, 6 Bits RUN y 8 Bits VALOR. Para la codificación de longitud variable hay 2 tablas de códigos una que es utilizada para el primer VALOR transmitido en bloques INTER ; INTER compensados en movimiento y filtrados, la segunda para todos los otros VALOR excepto el primero en los bloques INTRA los cuales son codificados con 8 bits, la combinación de ceros que mas comúnmente ocurre y el valor del siguiente coeficiente son codificados utilizando códigos de longitud variable listados en las tablas siguientes.

La indicación del final de bloque (EOB) esta también representado en esta tabla. Debido a que CBP indica aquellos bloques con datos que no son coeficientes, EOB no puede ocurrir como el primer coeficiente.

El ultimo "s" denota el signo de el valor, "0" para positivo y "1" para negativo. las combinaciones faltantes (RUN,VALOR) están codificadas con una palabra de 20 bits que consisten de 6 bits de ESCAPE, 6 bits que indican el valor de RUN (numero de ceros sucesivos previos al valor del coeficiente transformado) y 8 bits del valor del coeficiente transformado (VALOR).

Para todos los coeficientes diferentes al coeficiente DC (el coeficiente marcado con el valor 1 en la fig. 2-9), los valores de reconstrucción (REC) están en el rango de -2048 a 2047 y están dados por los siguientes fórmulas:

$$REC = QUANT.(2.valor+1); \text{ valor} > 0$$

$$REC = QUANT.(2.valor-1); \text{ valor} < 0 \text{ QUANT} = \text{"par"}$$

$$REC = QUANT.(2.valor+1)-1; \text{ valor} > 0$$

$$REC = QUANT.(2.valor+1)+1; \text{ valor} < 0 \text{ QUANT} = \text{"impar"}$$

REC = 0 ; valor = 0

NOTA. El valor de QUANT varia de 1 a 31 y puede Ser transmitido por GQUANT o MQUANT.

Para los bloques codificados de manera INTRA el primer coeficiente es normalmente el valor DC transformado linealmente cuantificado con un valor de 8, los valores resultantes son representados por 8 bits. Un bloque negro nominalmente es representado mediante 0001 0000 y un bloques blanco con 1110 1011. El código 1000 0000 no es utilizado, al igual que el código 1000 0000, el valor de reconstrucción de 1024 esta codificado como 1111 1111,

#### 2.4.1.3.5 Jerarquía de datos MPEG.

Una secuencia de vídeo MPEG comienza con una secuencia de cabecera seguida por uno o mas grupos de imagen la secuencia es terminada en 32 bit, continuación se muestra los cuatro niveles para los grupos de imágenes en la fig. 2.10

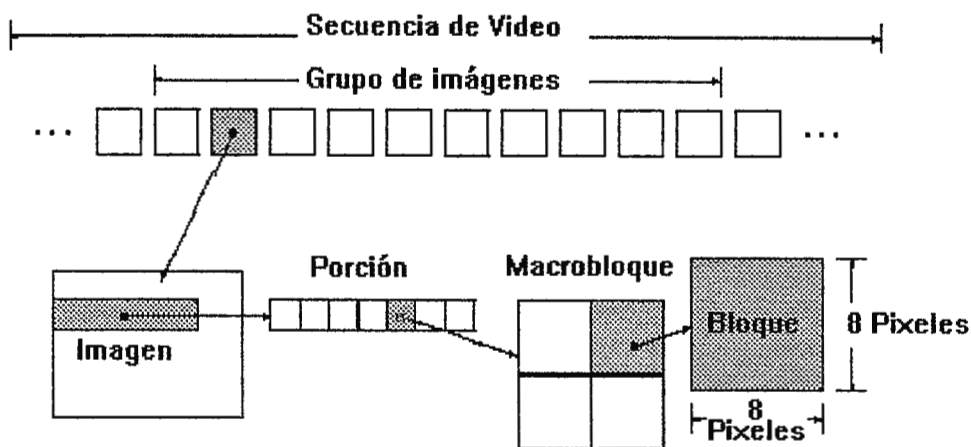


figura 2.10

#### 2.4.1.4 BUFFER de TRANSMISION.

Un buffer de transmisión es empleado para suavizar los cambios en las variaciones de la velocidad de transmisión del codificador fuente para adoptarlo a un canal de comunicaciones con velocidad variables.

### 2.4.1.5 CODIFICADOR de TRANSMISION

El codificador de transmisión incluye funciones de control de error para preparar la señal para el enlace de datos. El reloj de transmisión es provisto externamente.

Cuando se opera con CIF el numero de bits creados al codificador cualquier imagen sencilla no deberá exceder 256\*Kbits K=1024, cuando opera con QCIF el número de bits creados por la codificación de cualquier imagen sencilla no deberá exceder 64\*Kbits .

En ambos casos la contabilidad de bits incluyen el código de inicio de imagen y todos los datos relacionados a la imagen como PSPARE, GSPARE y todos los MBA de relleno. La contabilidad de bits de corrección de error, indicador de relleno (Fi), bits de llenado o información de corrección de error de paridad.

Los datos de vídeo deberán ser provistos en cada ciclo de reloj valido. Esto puede asegurarse por el uso de el bit indicador de llenado (Fi) o el llenado subsecuente de bits con valor 1 en el bloque de corrección de error. (ver fig. 2.11) o también mediante el relleno de MBA o ambos.

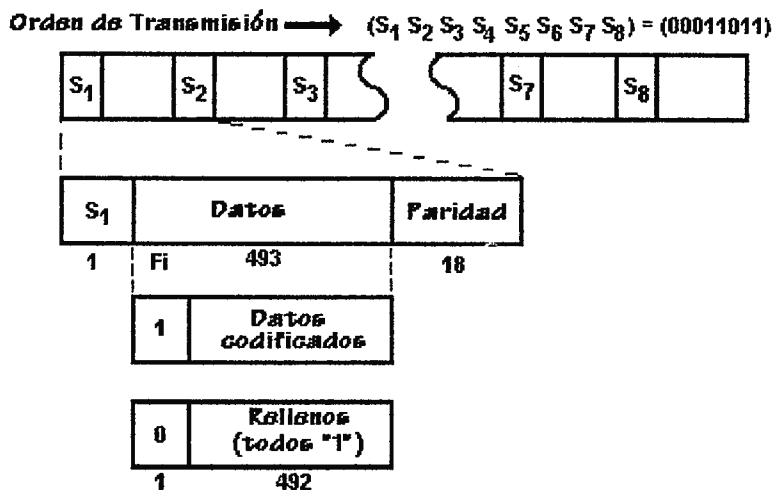


figura 2.11

### RETARDO EN LA CODIFICACION DEL VIDEO.

Esta característica esta incluida en la recomendación debido a que el retardo en el codificador y decodificador de vídeo necesita ser conocido para permitir la compensación en el retardo cuando H.261 es utilizada para formar parte de un servicio convencional. Esto permitiría mantener la sincronización de los labios.

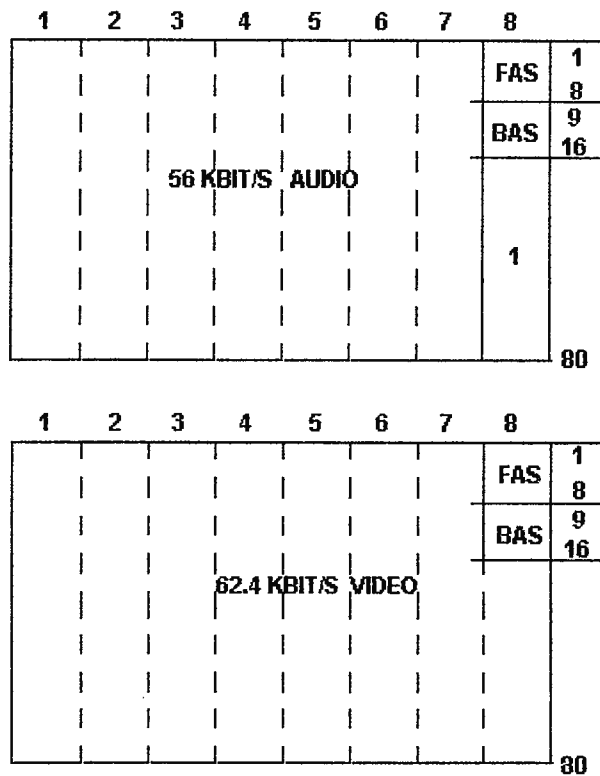
### CORRECCION DE ERRORES PARA LA SEÑAL DE VIDEO CODIFICADO.

La cadena de bit transmitida contiene un código de corrección de errores de trama, el cual consiste de una multitrama de 8 tramas, cada trama comprende un bit de trama, 1 bit de trama, 1 bit de indicador de llenado (Fi), 492 bits de datos codificados y 18 bits de paridad. El patrón de alineación de la trama es:

$$(s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 s_6 s_7 s_8) = (00011011)$$

Vea la **fig. 2-12** para observar el arreglo de la trama. La paridad es calculada contra los 493 bits incluyendo el indicador de llenado (Fi).

El indicador de llenado (Fi) puede ser puesto en cero por un codificador. En este caso, solamente los 492 bits de llenado (todos con valor 1) mas los bits de paridad son enviados y no son transmitidos los datos codificados.



**figura 2.12**

## 2.5 ESTANDARES RELACIONADOS CON H.261

### 2.5.1 ESTANDAR H.221: ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE COMUNICACIONES PARA UN CANAL DE 64 a 1920 Kbps EN TELESERVICIOS AUDIOVISUALES

El propósito de esta recomendación es definir la estructura de la trama de comunicaciones para los teleservicios audiovisuales en un canal sencillo de 64 Kbps o múltiples canales de 1536 Kbps y 1920 Kbps los cuales hacen mejor uso de las propiedades y características de los algoritmos de codificación de audio y vídeo de la estructura de trama de comunicaciones y de las recomendaciones de la CCITT existentes. El cual ofrece las siguientes ventajas :

- Es simple, económico y flexible. Puede ser implementada en un simple microprocesador utilizando principios de hardware bien conocidos.
- Es un procedimiento sincrónico. El tiempo exacto de cambio de configuración es el mismo en el receptor y en el transmisor.

Las configuraciones pueden ser cambiadas en intervalos de 20ms.

- No necesita de enlace de retorno para la transmisión de la señal audiovisual, debido a que una configuración esta señalizada por códigos que se transmiten repetidamente.
- Es muy segura en caso de transmisión de errores, debido a que el código que controla el multiplexor esta protegido por un doble código de corrección de errores.
- Permite la sincronización de múltiples conexiones a 64 o 384 Kbps y el control del multiplexado de audio, vídeo, datos y otras señales dentro de la estructura de la multiconexión sincronizada en el caso de servicios multimedia como el de videoconferencia.

Esta recomendación provee de la subdivisión dinámica o de un uso total de un canal de transmisión de 64 a 1920 Kbps dentro de velocidades mas bajas utilizadas para audio, vídeo, datos y propósitos telemáticos. Un canal simple de 64 Kbps esta estructurado dentro de octetos transmitidos a 8 Khz. La posición de cada bit del octeto puede ser considerada como un sub-canal de 8 Kbps. EL octavo sub-canal es denominado el canal de servicio (SC), el cual contiene las dos partes criticas listadas a continuación:

**FAS** (señal de alineación de trama ): Este código de 8 bits es utilizado para situar los 80 octetos de información en un canal B (64 Kbps).

**BAS** (señal de control de velocidad de transmisión de los bits): Este código de 8 bits describe la habilidad de una terminal para estructurar la capacidad de un canal o canales múltiples sincronizados de varias maneras y dirigir un receptor para demultiplexar y hacer uso de las señales constituyentes es esa estructura . Esta señal es utilizada también para control y señalización.

La cadena de bits de vídeo es transportada en tramas de datos como se muestra en la **fig. 2-12**. Cada trama corresponde a un canal B de 64 Kbps en ISDN. En la figura se muestran 2 tramas, una para la porción de audio de la conferencia y la otra para la porción de vídeo. En cada una de ellas, hay 8 bits de señal de alineación de la trama (FAS) que permiten la sincronización de la trama y la señalización de baja velocidad de la línea de comunicación. Hay también una señal de 8 bits de control de la velocidad (BAS) que define como es que están divididos los canales H.221 Y que tipo de servicio es utilizado en cada sección. Por ejemplo un código BAS es utilizado para indicar "estándar de vídeo, recomendación H.261", mientras que otro podría indicar que 2 canales B estan asignados a este servicio. Los códigos BAS pueden cambiar de trama a trama para indicar protocolos complejos o cambios de modo de operación.

Cada trama de 640 bits es transmitida en 10 ms, dando una velocidad total de 64,000 bits por segundo. Sin embargo, el FAS y el BAS usan 16 de los 640 bits, así que la velocidad de la red disponible para el vídeo es solo de 62.5 Kbps para un canal B sencillo. El orden de transmisión va de izquierda a derecha para una línea, al termino de la línea el desplazamiento es una línea abajo. Velocidades mas altas pueden ser obtenidas utilizando múltiples canales b( arriba de 2 para el acceso básico de ISDN, arriba de 30 para el acceso primario).

## **2.5.2 ESTANDAR H.242: SISTEMA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNICACION ENTRE 2 TERMINALES AUDIOVISUALES USANDO CANALES DIGITALES DE MAS 2 Mbps.**

La recomendación H:242 define el protocolo detallado de comunicación y los procedimientos que son empleados por los terminales H.320.

Los principales típicos cubiertos por esta recomendación se listan a continuación:

- Secuencias básicas para la utilización de los canales de transmisión.
- Modos de operación, de inicialización, Modo dinámico de cambio y Modo de recuperación forzada para condiciones de falla.
- Consideraciones de red: llamado a conexión, desconexion, y llamado a transferencia.
- Procedimiento para la activación y desactivacion de los canales de datos.
- Procedimiento para la operación de terminales en redes restringidas.

### **2.5.3 ESTANDAR H.230 CONTROL SINCRONO DE TRAMO E INDICADORES DE SEÑALES PARA SISTEMAS AUDIOVISUALES.**

Los servicios audiovisuales digitales son provistos por un sistema de transmisión en el cual, las señales relevantes son multiplexadas dentro de un patrón digital. Además de la información de audio, vídeo, datos de usuario, estas señales incluyen información utilizada para el funcionamiento adecuado del sistema. La información adicional ha sido llamada como "Control e Indicación", para reflejar el hecho de que mientras algunos bits están genuinamente para el "Control", causando un estado de cambio en algún otro lado en el mismo sistema, otros proveen de las indicaciones para los usuarios como para el funcionamiento del sistema.

La recomendación H.230 tiene dos elementos primarios. El primero, define a los símbolos "Control e Indicación", relacionados al vídeo, audio, mantenimiento y multipunto. El segundo contiene la tabla de códigos de escape BAS los cuales especifican las circunstancias bajo las cuales algunas funciones "Control e Indicación", son prioritarios y otras opcionales.

### **2.5.4 CODIFICACION DE AUDIO**

Los códigos BAS de H.221 son utilizados para la Señalización de una amplia gama de métodos de codificación de audio posibles. Los modos mas prominentes se definen en las recomendaciones de la ITU-T (antes CCITT), G.711 y G.722. La recomendación G.711 (Modulación por código de pulsos de frecuencias de la voz) es utilizada para la voz y es muestreada a 8,000 muestras/seg. y codifica a 8 bits/muestra para una velocidad de 64Kbps. La recomendación G.722 (codificación de audio de 7 KHz con 64 Kbps) describe las características de un sistema de codificación de audio (50 a 7,000 Hz) el cual puede ser utilizado en gran variedad de aplicaciones de voz de una mayor calidad. El sistema de codificación utiliza la modulación adaptativa diferencial de la sub-banda para pulsos codificados (SB-ADPCM) para una velocidad de 64 Kbps, en la técnica SB-ADPCM utilizada. La banda de frecuencia es dividida dentro de dos sub-bandas (Mayor y Menor) y las Señales en cada sub-banda son codificadas utilizando ADPCM. El sistema tiene tres modos básicos de operación correspondientes a las velocidades de transición utilizadas para la codificación de audio de 7KHz: 64, 56 y 48Kbps. G.728 es una nueva recomendación utilizada para la transición de voz de buena calidad a 16 Kbps.

### 2.5.5 MULTIPUNTO

Hasta ahora, no existe un estándar para la operación Multipunto de las terminales H.320/P\*64. Sin embargo la CCITT esta trabajando en dos recomendaciones para cubrir este rubro.

- AV.231 Unidad de control multipunto para los servicios audiovisuales.
- AV.243 Sistema para el establecimiento de comunicación entre tres o mas terminales audiovisuales usando canales digitales arriba de 2Mbps.

### 2.5.6 PRIVACIA

La ITU-T se encuentra trabajando activamente en la recomendación para proveer la primacía de la transmisión entre las terminales audiovisuales. Un sistema de primacía consiste en dos partes: El mecanismo de confidencialidad, Proceso de encriptacion para los datos en el cual esta el sub-sistema de administración de las claves. La CCITT esta desarrollando recomendaciones por separado para cada una de estas dos partes:

- H.233 documento que describe a los sistemas de confidencialidad para los servicios audiovisuales. Este documento describe la confidencialidad de un sistema de primacía apropiado para su utilización es servicios audiovisuales de banda angosta conforme a las recomendaciones del CCITT H.221, H.230 y H.242. Aun y cuando se requiere de un algoritmo de encriptacion, para este sistema de primacía ningún algoritmo esta indicado.
- H.KEY documento sobre el sistema de autenticidad y administración de las claves de encriptacion para los servicios audiovisuales. Este documento describe la autenticidad y los métodos de administración de las claves para un sistema de primacía apropiado para ser utilizado en servicios audiovisuales de banda angosta que cumplen con las recomendaciones del CCITT H.221, H.230 y H.242. La primacía es alcanzada por el uso de claves secretas, las cuales son cargadas dentro de la parte de confidencialidad del sistema de primacía y controlan la manera en la cual los datos transmitidos son encriptados y descriptados. Si una tercera parte gana acceso a las claves que están siendo utilizadas, entonces el sistema de primacía no será seguro.

## 2.5.7 ESTANDARES ISO PARA ALMACENAMIENTO Y RECUPERACION AUDIOVISUAL.

### 2.5.7.1 EL Estándar MPEG (GRUPO DE EXPERTO EN IMAGENES EN MOVIMIENTO).

**MPEG** es un grupo de personas establecidas por la ISO (Internacional Standard Organization) los cuales establecen los estándares para vídeo digital (secuencia de imágenes) y compresión de audio. En particular ellos definen la compresión del flujo de bits el cual esta definido implícitamente en la descompresión. El trabajo es organizado y planeado en las reuniones del **MPEG** nombre con el que es conocido, el nombre oficial es: ISO/IEC JTC1 SC29 WG11.

ISO: International Organization for Standardization.

IEC: International Electro-technical Commission.

JTC1: Joint Technical Committee 1

SC29: Sub-Committee 29

WG11: Work Group 11 (imágenes en movimiento con audio).

El cual ha desarrollado 3 estándares para la codificación de las sedales audiovisuales para su almacenamiento en medios digitales. Las velocidades para los 3 estándares (**MPEG1**, **MPEG2**, **MPEG3**) son de 1.5, 10 y 40 Mbps respectivamente.

El algoritmo **MPEG** es el mas eficaz de los conocidos gracias a que no solo comprime imágenes estáticas sino que además compara los fotogramas presentes con los futuros y los anteriores con lo que almacena solamente aquellas partes del vídeo que cambian y de esta manera es capaz de hacer predicciones de forma matemática. Además la señal incluye también sonido de calidad digital. El principal inconveniente es que debido a su complejidad no es posible sacarle el máximo partido en tiempo real mediante soluciones de software, es imprescindible apoyarse en un hardware específico para compresión y descompresión y no es recomendable en ningún caso si lo que queremos es edición de vídeo a través de un tratamiento digital debido a esa misma complejidad. Existen distintas opciones dependiendo del uso que le vayamos a dar. De esta manera se encuentra que el **MPEG-1** esta pensado para obtener los máximos resultados siendo su soporte el video-CD consiguiendo calidad VHS con sonido digital. EL **MPEG-2** es el estándar escogido para el DVD (Digital Video Disc), el próximo estándar en vídeo y sustituto natural del CD-ROM que cosige calidades superiores e incluye una serie de posibilidades que lo hacen mas atractivo para el mercado del vídeo que el **MPEG-1**. El **MPEG-3** es el estándar para calidades ya importantes de vídeo con transferencias entre 20 y 40 Mbit/seg. A diferencia del MPEG-1 y 2, el planteamiento a la hora de definir el MPEG-3 no se basa en ningún soporte, puesto que no existe un soporte que satisfaga las necesidades de MPEG-3. EL MPEG-4 esta en fase de desarrollo. Será transmisión móvil audiovisual, video-telefonos, correos electrónicos, bases de datos multimedia, etc. y gracias a que incluirá facilidades para la interactividad, tendrá el apoyo de aplicaciones basadas en la realidad virtual, reconocimiento o generación por ordenador, etc.

La principal característica que tendrá será el bajo índice de transferencia (entre 4,800 y 64,000 bps), aunque su calidad no será superior a los anteriores. Debido a esto se esta trabajando en unos modelos algoritmicos completamente nuevos que posiblemente incluirá factores extraordinariamente complejos. Se estima que el estándar

este definitivamente aprobado a finales de 1998.

EL estándar MPEG-1 tiene 3 partes o capas (sistemas, vídeo, audio) de los cuales también están basados el MPEG-2 y 3 a continuación se hablara brevemente de ellos.

#### **2.5.7.1.1 CAPA DE SISTEMAS.**

Una cadena de bits esta construida en 2 capas, la capa externa es la capa del sistema y la capa interna es la capa denominada capa de compresión. La capa de sistema provee las funciones necesarias para el uso de una o mas cadenas de bits comprimidas en un sistema. Las parte de vídeo y audio de esta especificación definen la capa de codificación de compresión para los datos de audio y vídeo. La codificación de otro tipo de datos no esta definida por la especificación pero son soportados por la capa del sistema, permitiendo que otros tipos de datos sean adheridos a la compresión del sistema. La capa de sistema soporta 4 funciones básicas: La sincronización de múltiples cadenas comprimidas durante la reproducción, el entrelazado de múltiples cadenas comprimidas en una sola cadena, la inicialización del buffer para la reproducción inicial y la identificación de la hora.

#### **2.5.7.1.2 CODIFICACION DE VIDEO.**

El estándar MPEG especifica la representación codificada de vídeo para medios de almacenamiento digital y especifica el proceso de decodificación. La representación soporta la velocidad normal de reproducción así como también la función especial de acceso aleatorio, reproducción rápida, reproducción hacia atrás, procedimiento de pausa y congelamiento de imagen. Este estándar internacional es compatible con los formatos de televisión de 525 y 625 líneas y provee la facilidad de utilización con monitores de computadoras personales y estaciones de trabajo.

#### **2.5.7.1.3 CODIFICACION DE AUDIO.**

Este estándar especifica la representación codificada de audio de alta calidad para medios de almacenamiento y el método para la codificación de sedales de audio de alta calidad. Es compatible con los formatos corrientes (compact disc y cinta digital de audio) para el almacenamiento y reproducción de audio. Esta representación soporta velocidades normales de reproducción, ya que este estándar esta hecho para aplicaciones a medios de almacenamiento digitales a una velocidad total de 1.5 Mbps para las cadenas de audio y vídeo, como el CD, discos duros magnéticos , etc. EL medio de almacenamiento digital puede ser conectado directamente al decodificador, o vía otro medio tal como líneas de comunicación y la capa de sistemas MPEG.

### **2.5.7.2 EL ESTANDAR JPEG (GRUPO UNIDOS de EXPERTOS en FOTOGRAFIA)**

JPEG es un grupo de trabajo ISO/CCITT que tiene como fin el desarrollo de un estándar internacional (compresión y codificación digital de imágenes fijas en escala de grises o a color), para propósito general. EL propósito del algoritmo es el dar soporte a una amplia gama de servicios de comunicaciones a través de imágenes como lo es el facsímile por ejemplo. JPEG reporta conjuntamente a el grupo ISO responsable para la representación codificada de imagen e información de audio. EL nombre oficial es ISO/IEC JTC1/SC29/WG8 y el grupo especial de CCITT para la comunicación de imágenes (un sub grupo de ITU-T). Esta estructura de reporte dual tiene como objetivo asegurar que tanto ISO como ITU-T manejen un mismo estándar de compresión de imágenes.

El equipo de estándar JPEG especifica 2 clases de procesos de codificación y decodificación: procesos con perdidas (lossy) y procesos sin perdidas (lossless). Aquellos procesos que están basados en la transformada discreta del coseno (DCT) son llamados lossy, los cuales permiten que se logre una compresión substancial produciendo una imagen reconstruida con alta fidelidad visual a la imagen fuente del codificador. El proceso mas simple de codificación basado en la transformada discreta del coseno (DCT) es referido a esta como el proceso secuencial de Línea de base. Este proceso provee de la capacidad mínima para llevar a cabo diversas aplicaciones. Existen procesos adicionales basados en DCT los cuales extienden el proceso secuencial de línea de base a una mas amplia gama de aplicaciones. En cualquier ambiente de aplicación que utilice procesos de decodificación DCT extendidos, la decodificación base es requerida para dotar de la capacidad de decodificación de default. EL segundo proceso de decodificación no esta basado en DCT y es provisto para satisfacer las necesidades de las aplicaciones que requieren compresión lossless,(por ejemplo imágenes de rayos x). Los procesos de codificación y decodificación lossless son utilizados independientemente de cualquiera de los procesos que utilizan DCT.

### **2.5.7.3 EL ESTANDAR JBIG (GRUPO UNIDOS PARA IMAGENES BI-NIVEL)**

Esta técnica de compresión de imagen se desarrollo por el grupo de expertos de imagen bi-nivel del ISO/IEC y ITU-T el cual fue formado en 1988. Este estándar esta registrado como recomendación T.82 de ITU-T y también como norma 11544 del ISO/IEC.

JBIG ha desarrollado un documento titulado "Estándar de compresión progresiva para imágenes bi-nivel", el cual define un método para la compresión de imágenes bi-nivel (esto es una imagen blanco y negro). Debido a que el método se adapta a una amplia gama de características de imágenes, es una técnica de codificación muy robusta. EL método es preservador de bits, lo cual significa que la imagen decodificada final es idéntica a la original.

EL estándar JBIG opera ya sea en modo secuencial o progresivo, cuando de decodifica una imagen codificada progresivamente, una imagen de baja resolución con respecto a la original esta disponible primero, la imagen va aumentando su resolución conforme mas datos son decodificados. La codificación progresiva presenta 2 beneficios:

- a) Es que una misma base de datos de imágenes puede servir a diferentes dispositivos de salida con

resoluciones distintas cada uno. Solamente aquella información en el archivo de imágenes comprimidas que permita la reconstrucción a la resolución del dispositivo de salida en particular necesita ser enviado y decodificado.

- b) Es que provea subjetivamente de imágenes superiores (en un monitor) sobre enlaces de comunicación de velocidades baja o medias. Una imagen de baja resolución es rápidamente transmitida y desplegada , con el mejoramiento de la resolución que se desee enseguida. Cada etapa de mejoramiento de la resolución se construye en la imagen ya disponible. La codificación progresiva lo hace fácil para el usuario para el reconocimiento rápido de la imagen siendo desplegada, lo cual hace posible que el usuario pueda interrumpir la transmisión de una imagen indeseada.

## **CAPITULO III Compresión de Vídeo Según H.261**

### **3.1 INTRODUCCION**

El desarrollo acelerado en las tecnologías de procesamiento de señales y VLSI( Integración a gran escala ), en la pasada década han mejorado en el desarrollo de las comunicaciones de voz tradicionales, las redes digitales de telecomunicaciones, permitiendo la introducción de servicios de comunicación de vídeo económicos. Estos sistemas de comunicación modernos son ahora capaces de transmitir la información no hablada que se considera crítica en conversaciones naturales y eficientes. Las aplicaciones de estos sistemas modernos incluyen Multimedia, Videotelefonía, Videoconferencia, etc. esto ha llevado a que se aplique en la educación y los negocios, integrando voz, datos, imágenes instantáneas y en movimiento, el objetivo de la compresión de vídeo es disminuir el ancho de banda de transmisión haciendo uso de diferentes técnicas de compresión en las cuales se procesan las redundancias espacial y temporal en donde la redundancia espacial se realiza dentro de un cuadro y la redundancia temporal se realiza dentro de cuadros sucesivos, esto se detallara en los siguientes apartados.

Todo esto ha llevado a que las tecnologías de compresión para señales de vídeo a diferentes velocidades de transmisión hayan experimentado un desarrollo acelerado. De esta manera, los codificadores de vídeo que en un tiempo era técnicamente o económicamente imposibles, han emergido y han llegado a ser una herramienta practica.

Uno de los principales pre-requisitos para el éxito de estos sistemas es la compatibilidad entre terminales. Por consiguiente, es necesario encontrar estandares nacionales e internacionales para velocidad de Transferencia de datos, Interfaces, Protocolos y señalización.

Como los costos de transmisión son directamente proporcionales al aumento de velocidad en la señal de vídeo, se hace imperativo el uso de técnicas de codificación para conseguir la mas baja velocidad posible que proporcione una aceptable calidad de imagen.

El presente capitulo examinara los principios y posibilidades del proceso de señales de vídeo en base a la recomendación H.261 para los CODEC de Videoconferencia.

### **3.2 COMPONENTES DE LA INFORMACION DE VIDEO**

La información de vídeo es provista en una serie de imágenes o "cuadros" y el efecto del movimiento es llevado a cabo a través de cambios pequeños y continuos en los cuadros. Debido a que la velocidad de estas imágenes es de 30 cuadros por segundo para NTSC ( comité Nacional de Sistemas de Televisión ) y 25 cuadros por segundo para PAL ( Alternación de Línea de Fase ), los cambios continuos entre cuadros darán la sensación al ojo humano de movimiento natural.

Las imágenes de vídeo están compuestas de información en el dominio del espacio y el tiempo. La información en el dominio del espacio es provista en cada cuadro, y la información en el dominio del tiempo es provista por imágenes que cambian en el tiempo. Puesto que los cambios entre cuadros adyacentes son diminutos, esto hace que los objetos aparenten moverse suavemente.

En los sistemas de vídeo digital, cada cuadro es muestreado en unidades de píxeles o elementos de imagen. Las imágenes de vídeo están codificadas por tres componentes que se denominan "señal Y-U-V ", donde Y es la componente de Luminancia y U-V son dos señales de diferencia de color conocidas como Componentes de Crominancia. Normalmente cada componente de Crominancia se muestrea a la mitad que la de Luminancia.

El valor de la Luminancia de cada píxel es cuantificado con ocho bits por píxel para el caso de imágenes blanco y negro. En el caso de imágenes de color, cada píxel mantiene la información de color asociada; por lo tanto, los tres elementos de la información de Luminancia designados son: rojo, verde y azul, los cuales son codificados a ocho bits.

La información de vídeo compuesta de esta manera posee una cantidad tremenda de información; lo que para transmisión o almacenamiento, se requiere de la compresión (o codificación ) de la imagen.

### **3.2.1 TÉCNICAS DE COMPRESION DE VIDEO**

Las técnicas de compresión de vídeo consisten de tres pasos fundamentales, primero el procesamiento de las diferentes fuentes de vídeo de entrada ( señales de TV, Señales de TV de alta definición HDTV, señales de Videograbadoras VHS, BETA, etc.), paso en el cual se realiza el filtrado de la señal de entrada para remover componentes no útiles y el ruido que pudiera haber en esta. El segundo paso es la conversión de la señal a un Formato Intermedio Común (CIF), y como tercer paso sería la compresión.

Las imágenes comprimidas son transmitidas a través de la línea de transmisión digital y se hacen llegar al receptor donde son reconvertidas a el formato común CIF y son desplegadas después de haber pasado por la etapa de post-procesamiento.

Mediante la compresión de imagen se elimina información redundante, principalmente la información redundante en el dominio del espacio y el tiempo. En general, las redundancias en el dominio del espacio son debidas a las pequeñas diferencias entre píxeles continuos de un cuadro dado, y aquellas dadas en el dominio del tiempo son debidas a los pequeños cambios dados en cuadros continuos causados por el movimiento de un objeto. El método para eliminar las redundancias en el dominio del espacio es llamado Codificación Intracuadros, la cual puede ser dividida en Codificación por Predicción, Codificación de la Transformada y Codificación de la Sub-banda. En el otro extremo, las redundancias en el dominio del tiempo pueden ser eliminadas mediante el método de codificación Intercuadros, que también incluye los métodos de compensación/estimación del movimiento, el cual compensa el movimiento a través de la estimación del mismo.

### 3.3 METODOS DE COMPRESION DE VIDEO DIGITAL MAS UTILIZADO

La compresión de vídeo posee pérdidas típicas en su proceso, significando que algo de la información se pierde durante el paso de compresión. Esta es una idea aceptable ya que los algoritmos de codificación están designados a descartar la información que no sea perceptible por el ojo humano o información que sea redundante.

Hay algunas técnicas comunes básicas para la mayoría de algoritmos de compresión de videos, incluyendo el muestreo del espacio del color y reducción de redundancia.

El muestreo del espacio de color es una técnica efectiva utilizada para reducir la cantidad de datos que necesitan ser codificados, si una imagen esta codificada en el espacio Y-U-V , las componentes U y V pueden ser sub-muestreadas por que el ojo humano es menos sensitivo para la información de crominancia.

La reducción de redundancia es otra técnica usada para disminuir la cantidad de información codificada, la codificación intracuadro establece la compresión al reducir la redundancia espacial en un cuadro, esta técnica trabaja con los pixeles cercanos en una imagen ya que son usualmente similares. La codificación Intracuadros realiza la compresión al reducir la redundancia temporal entre cuadros, esta técnica trabaja porque los cuadros cercanos en una secuencia de imágenes son usualmente similares. Algunos codificadores de vídeo importantes y técnicos de compresión relacionados a la Videoconferencia son discutidos con mas detalles en los siguientes apartados.

#### 3.3.1 CODIFICACION INTRACUADROS

La codificación Intracuadros utiliza sólo la información espacial que existe en cada cuadro de vídeo. Como esta codificación no utiliza ninguna información en el dominio del tiempo, puede ser usada para la codificación de imágenes fijas. La codificación Intracuadros de señales de vídeo resulta ser simple y no requiere de memoria que almacene cuadros precedentes o posteriores. En general este método puede ser categorizado dentro de tres tipos: Codificación por predicción, Codificación de la transformada y Codificación de la Sub-banda. Como cada tipo de codificación tiene sus ventajas, es usual que se utilicen dos o mas métodos combinados. A continuación se explicara cada uno de estos métodos.

##### 3.3.1.1 CODIFICACION POR PREDICCIÓN

La codificación por predicción es uno de los métodos más antiguos de compresión de imagen y esta basado en el hecho de que los errores de predicción son muy pequeños cuando el pixel presente es predecido por los pixeles vecinos. La técnica de codificación por predicción codifica el valor cuantificado de la diferencia entre el valor del pixel presente y el valor predicho ( Error de Predicción ). La utilización de un gran número de pixeles contiguos para la

predicción puede disminuir el error de predicción y aumentar la efectividad del método, pero como las ventajas de utilizar un gran número de píxeles vecinos no justifican la complejidad que esto conlleva, el número de píxeles vecinos utilizados para esta técnica no es mayor de cuatro.

La degradación de la imagen en la codificación por predicción es debida principalmente a que el paso de la cuantificación es muy grande, o el paso de la cuantificación es muy pequeño, o también cuando una imagen es presentada continuamente en el tiempo. aquí notamos que una técnica que produce resultados satisfactorios para imágenes fijas no necesariamente lo hará para imágenes en movimiento.

Para disminuir esta degradación de las imágenes, la cuantificación se puede ajustar para las características visuales de los humanos, un filtro para reducción de ruido puede ser aplicado, y se pueden utilizar diferentes sistemas de codificación y de predicción para las diferentes partes de la imagen. Por ejemplo los límites de los objetos pueden ser trasladados de manera diferente que las partes planas.

### 3.3.1.2 CODIFICACION DE LA TRANSFORMADA

Como resultado de las investigaciones realizadas durante los pasados veinte años, la codificación de la transformada ha sido elegida como un estándar mundial para compresión de imágenes fijas. El concepto básico de la codificación de la transformada es obtener una relación de compresión elevada mediante la eliminación de las redundancias a través de las transformadas ortogonales.

Partiendo de la suposición de que las características estadísticas de los datos de imagen no cambian, la transformada de Karhunen-Loeve (KLT Karhunen-Loeve Transform), ha resultado ser la mejor transformada desde el punto de vista del error cuadrático. Pero debido al hecho de que las funciones fundamentales de la KLT deben ser enviadas al CODEC, estas funciones son dependientes de los datos, y debido a la dificultad de la computación a gran velocidad que requiere, no es práctica la utilización de la transformada de KLT en las aplicaciones en tiempo real. Una transformada que es muy parecida a la KLT es la transformada discreta del coseno (DCT Discrete Cosin Transform), que se desempeña bien aun cuando no se toman en cuenta las características estadísticas de los datos de la imagen. La DCT realiza la transformada utilizando números reales y puede de esta manera emplear algoritmos de computación veloces que ya están implementados. El detalle de esta técnica se explica a continuación: La imagen de entrada es dividida en bloques de  $N \times N$  píxeles, el tamaño del bloque es escogido considerando los requisitos de compresión y la calidad de la imagen. En general a medida que el tamaño del bloque es mayor la relación de compresión también resulta mayor, esto se debe a que se utilizan mas píxeles para eliminar las redundancias. Pero al aumentar demasiado el tamaño del bloque la suposición de que las características de la imagen se conserva constantes no se cumple, y ocurren algunas degradaciones de la imagen, como bordes sin definir en la imagen. Los resultados de la experimentación han demostrado que el tamaño del bloque mas conveniente es de  $8 \times 8$  píxeles. después de dividir la imagen en bloques, la transformada discreta del coseno se aplica a cada bloque.

La transformada discreta del coseno en bi-dimensional y la transformada inversa se definen de acuerdo a las siguientes ecuaciones

En la ecuaciones  $F(i,j)$  es el pixel con coordenadas  $(i,j)$  de cada bloque y  $F(u,v)$  es el coeficiente de la transformada correspondiente a cada frecuencia. El factor de peso  $C(u)$  es  $1/2$  cuando  $u=0$  y es uno en cualquier otro caso.  $F(0,0)$  que es el valor medio de los pixeles de un bloque específico, es a veces llamado el componente de DC o el componente constante. De esta manera, el pixel  $F(i,j)$  primero es transformado en  $F(u,v)$  y después comprimido a través de los pasos mostrados en Fig. 3.1.

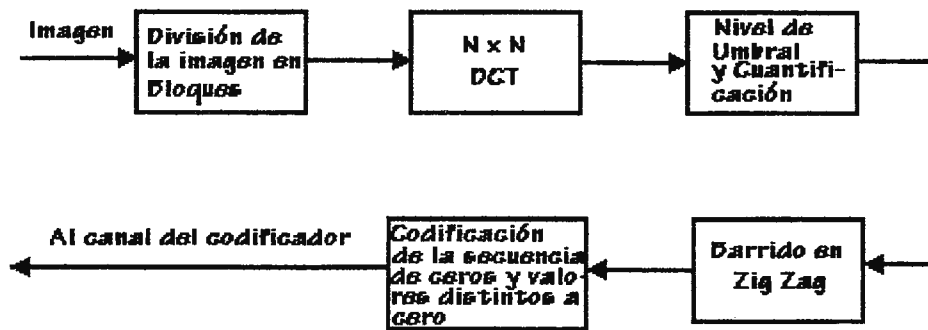


figura 3.1

En este caso el primer bloque divide la imagen en sus distintas capas como se trató en la sección 2.4.1 para luego tener un bloque de  $8 \times 8$  pixeles y aplicarle la DCT, luego el siguiente paso es cuantificar este resultado lo que significa reducir la magnitud del dato obtenido en la etapa anterior para luego hacer un barrido en zigzag y por último codificar la señal. Todos estos pasos se describen en el presente capítulo.

Los coeficientes de la transformada  $F(u,v)$  son cuantificados en base a un nivel de umbral para crear cuantos ceros sea posible dentro del rango en el que no ocurran degradaciones en la imagen. Para garantizar continuidad entre los valores medios de los diferentes bloques, los componentes de DC son excluidos de esta cuantificación en base a un nivel de umbral y estos valores son cuantizados utilizando un tamaño de muestra pequeño. Por último, los coeficientes que se encontraban formando arreglos de dos dimensiones son reordenados para formar arreglos de una dimensión usando un barrido en zig-zag. Debido a que ocurren largas secuencias de ceros cuando se efectúa el barrido en zig-zag la eficiencia de esta codificación también se incrementa. Los coeficientes diferentes de cero y las secuencias de ceros, se decodifican utilizando un libro de códigos definidos en base a los fundamentos de las estadísticas de los datos.

Como se mencionó anteriormente, las degradaciones de las imágenes ocurren cuando el tamaño de muestra de cuantificación es muy grande por lo que se aplican diferentes tamaños de la muestra para las diferentes partes de la imagen, para los bordes de los objetos se utiliza un tamaño de muestra pequeño y para las partes planas un tamaño de muestra mayor.

Algunas técnicas de DCT categorizan los diferentes bloques dentro de modelos dependiendo de las características de cada bloque y son manejadas de acuerdo a las propiedades de cada modelo.

### 3.3.1.3 CODIFICACION DE LA SUB-BANDA

Aun cuando los fundamentos de la codificación de la Sub-banda son simples, el proceso de esta técnica para compresión de imágenes no se habrá logrado hasta hace poco. La codificación de la Sub-banda se compone de dos pasos: el primero de ellos es la filtración de la Sub-banda, que divide una señal de imagen en sus componentes de frecuencia, y el segundo paso es la codificación, que comprime cada banda de frecuencia de acuerdo a sus características respectivas.

La codificación de la Sub-banda es acompañada por un filtro de análisis en el decodificador con un filtro de síntesis en el decodificador, respectivamente. El filtro de análisis divide la señal de entrada en diferentes bandas de frecuencia utilizando una velocidad de muestreo diferente para cada banda, en contraste el filtro sintetizador cambia las diferentes bandas de la señal para sintetizar la señal deseada. La codificación de la Sub-banda requiere menor tiempo de procesamiento pero utiliza mas procesadores, uno para cada banda.

Después de descomponer la señal en bandas de diferente frecuencia usando el filtro de análisis, se aplica un esquema de codificación apropiado para cada banda. Ya que las características, de cada banda varían considerablemente y la sensibilidad visual humana también varía de banda en banda, un mejor desempeño se obtiene al tratar a cada una de las bandas de acuerdo a sus características particulares. Uno de los métodos mas empleados es una combinación de la codificación Intracuadros, de la Sub-banda y el de la transformada discreta del coseno, que trabaja de la siguiente manera: Como se muestra en la fig. 3.2, cada cuadro puede descomponerse en 4 bandas (LL,LH,HL,HH), aplicando un filtrado y análisis en la dirección horizontal y después en la dirección vertical.

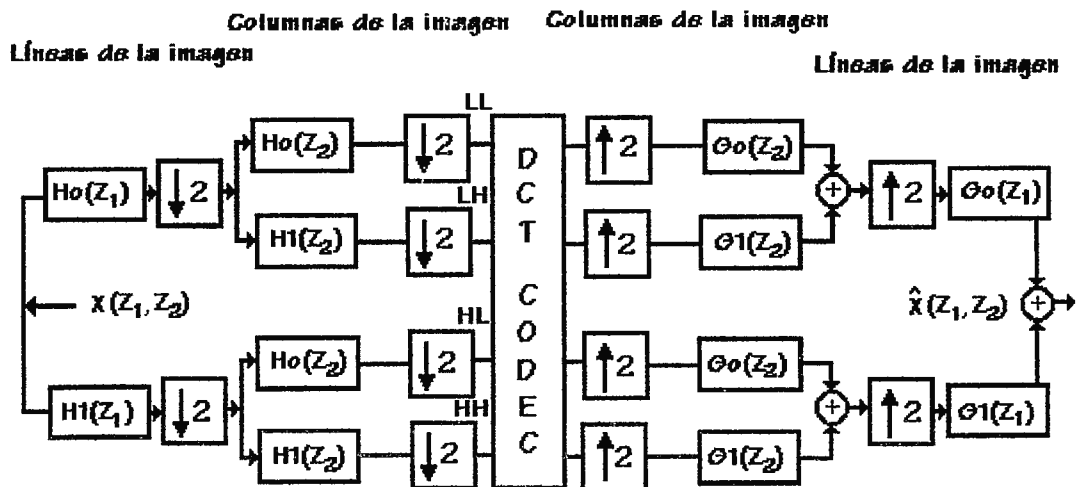


fig. 3.2

La banda LL incluye la mayoría de los datos importantes excepto las orillas y los límites; por lo tanto, es necesario minimizar las pérdidas asociadas con la codificación de esta banda en particular. Es por eso que la codificación Intracuadros es empleada generalmente para la codificación de la banda LL.

Las bandas de frecuencias (LH,HL,HH), contienen la mayoría de la información de los límites de los objetos, los fondos y las orillas. Los valores de los píxeles son generalmente menores que aquellos de la banda LL, entonces la información total contenida en estas bandas es menor que la contenida en la banda LL. Además los ojos humanos no son sensibles a los cambios pequeños de los píxeles de estas bandas, por lo que se puede aplicar una cuantificación no uniforme con alguna zona muerta para convertir los pequeños valores de los píxeles a 0 sin que se note una degradación perceptible.

### 3.3.2 CODIFICACION INTERCUADROS.

Como se ha dicho anteriormente, existen muchas redundancias entre cuadros continuos de margen, de aquí que la mayoría de la información del cuadro presente puede ser determinada por los cuadros precedentes. Por ejemplo, en la mayoría de los casos existe una gran probabilidad de que los mismos objetos aparezcan en cuadros continuos de la imagen, y se conoce únicamente la información relacionada con el movimiento, entonces los datos asociados con esos objetos pueden ser codificados lógicamente en un sólo paso. Este concepto también se aplica a los fondos para lograr una mayor compresión de la información entre cuadros parecidos de una secuencia de imágenes.

En general, la porción de mayor movimiento en un cuadro, aun en programas de televisión o en películas, es menor al 5% de un cuadro, por lo que la estimación del movimiento es la base para minimizar redundancias temporales.

La **fig. 3.3** muestra la configuración de un codificador general de Intercuadros. Esta configuración básica consiste de 2 etapas: La primera corresponde a la estimación y compensación del movimiento, y la segunda a la compresión. El movimiento de un objeto es estimado calculando el desplazamiento relativo entre el cuadro anterior y sus datos correspondientes en la imagen generalmente en unidades de bloques. La diferencia entre los datos presentes y los datos pasados compensados en movimiento es codificada para ser comprimida. La compensación del movimiento es usada para reducir las redundancias temporales, y es en cierta forma similar a la codificación por predicción mencionada anteriormente, la cual predice el píxel presente a partir de los píxeles contiguos de un cuadro dado. A continuación se describen algunos de los métodos más utilizados para la estimación del desplazamiento del movimiento.

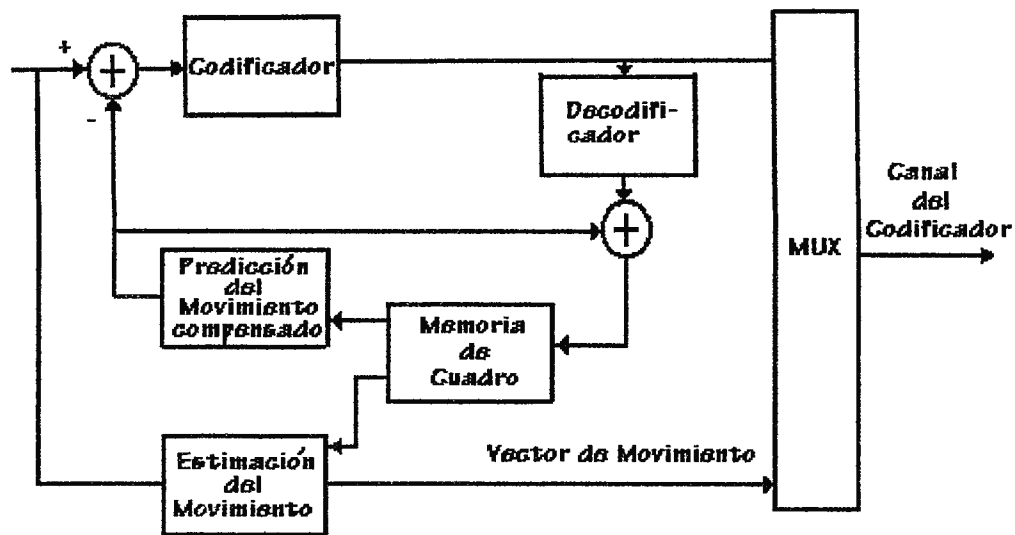


fig. 3.3

### 3.3.2.1 ESTIMACION DEL DESPLAZAMIENTO DEL MOVIMIENTO.

El método de estimación del desplazamiento del movimiento consiste del algoritmo recursivo del pel(acromino para elemento de imagen = pixel), el cual estima recursivamente el movimiento pixel a pixel, del algoritmo de acoplamiento de bloques(BMA Black Matching Algorithm), el cual estima el movimiento bloque a bloque, y del algoritmo recursivo de acoplamiento de bloques, que es una mezcla de los 2 primeros. En general se requiere demasiado tiempo de computación para la estimación del movimiento, es por eso que el algoritmo de acoplamiento de bloques es el mas empleado, debido a que es posible implementarlo en tiempo real.

BMA estima el movimiento en base a bloques. Debido a que se asume que en este algoritmo todos los pixeles de un bloque se mueven en una dirección, los cálculos y el hardware asociados son simples. La operación de BMA esta ilustrada en la fig. 3.4

Cada cuadro es primero dividido en bloques de tamaño  $N*N$ , y el desplazamiento del movimiento es estimado entre el cuadro presente y el cuadro anterior. La referencia para la estimación del movimiento puede ser el mínimo error cuadrático o el error de diferencia absoluta. EL área de búsqueda del cuadro previo es especificado, así que la estimación del movimiento es realizada en todos los bloques contenidos dentro de esta área de búsqueda.

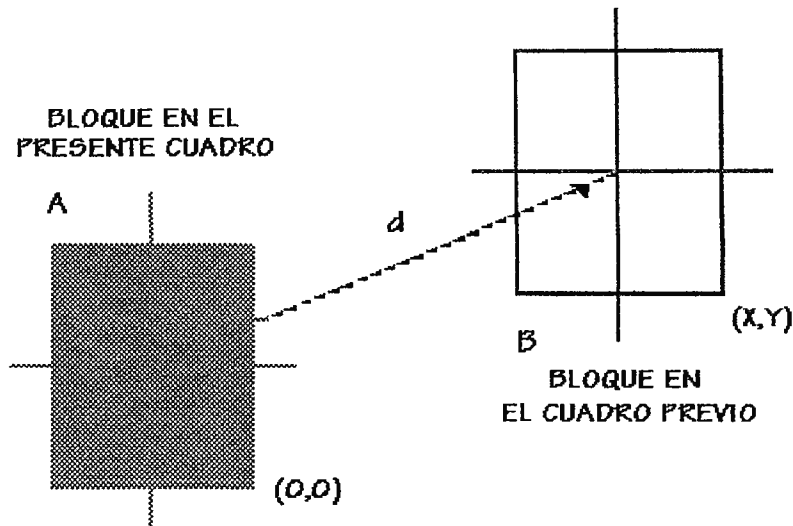


fig. 3.4.

Debido a que la estimación del desplazamiento con el método BMA es simple, se ha implantado ya en chips VLSI para procesamiento en tiempo real y está siendo utilizado actualmente en codificadores de imagen. Actualmente se han desarrollado chips VLSI con tamaño de bloques y de áreas de búsqueda ajustables.

### 3.3.2.1.1 CODIFICACION DE COMPRESION DESPUES DE LA ESTIMACION DEL DESPLAZAMIENTO DEL MOVIMIENTO.

El propósito de la estimación del desplazamiento del movimiento es estimar los datos de la imagen presente (o bloque) a partir de los cuadros contiguos para reducir redundancias en el tiempo.

La técnica que se utiliza más es la codificación de la predicción en compensación del movimiento. En este esquema, el error de predicción, que es la diferencia entre el presente bloque y el bloque compensado en movimiento (cuadro anterior), es codificado. A través de predicciones precisas del bloque presente mediante el del cuadro previo, se puede reducir el error de predicción y elevar la razón de compresión.

En general, el desempeño del esquema de codificación del movimiento compensado depende de diversos factores. Ellos son, el tamaño máximo del desplazamiento del movimiento (o el tamaño del área de búsqueda del movimiento), la precisión del método de compensación del movimiento para la estimación, y la adaptabilidad de la estimación del desplazamiento a las variaciones en el tiempo y resolución espacial con diferentes esquemas de control.

### 3.4 EL MODELO DE COMPRESION H.261 .

El modelo de compresión H.261 consiste básicamente en 5 etapas: Compensación del movimiento, Transformación, Cuantificación "lossy" (con pérdidas) y 2 etapas de codificación "Lossless" (sin pérdida). El diagrama del modelo del sistema P\*64 se muestra en la fig. 3.5 y la descripción de cada bloque se da en los apartados 3.4.1 hasta 3.4.5.

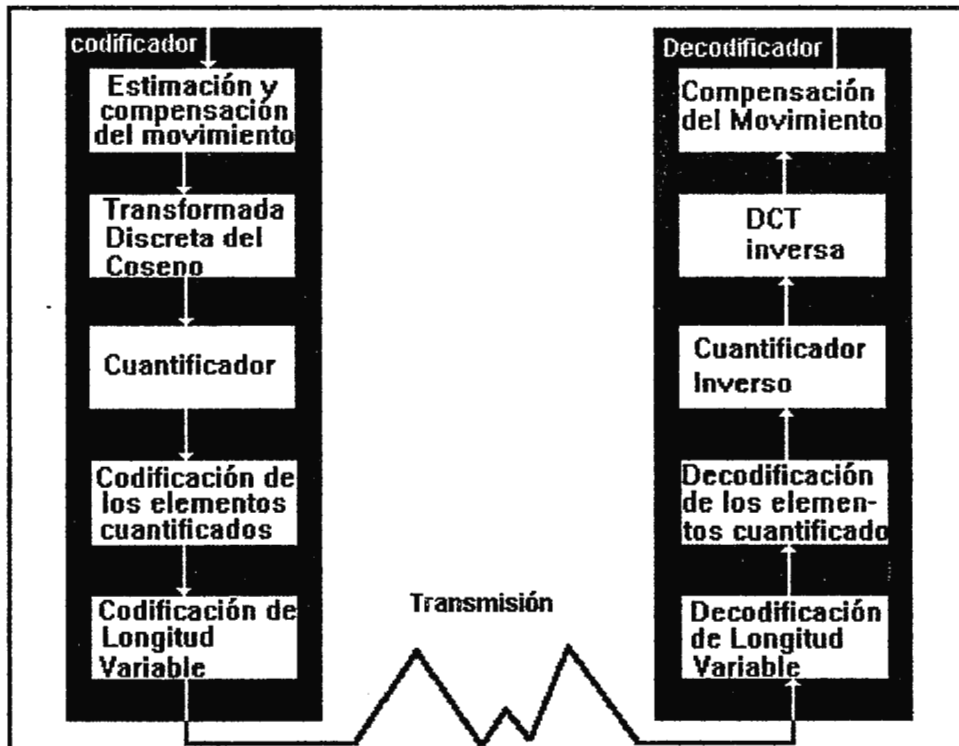


fig.3.5

El modelo P\*64 es considerado un compresor de tipo Lossy, debido a que la imagen reconstruida no es idéntica a la original. Los codificadores Lossless, los cuales crean imágenes idénticas a la original alcanzan muy poca compresión debido a que los bits menos significativos de cada componente de color llegan a ser progresivamente más imprevistos, lo que los hace más difíciles de codificar.

En la fig. 3.6 se muestra un diagrama a bloques del algoritmo conceptual para la recomendación H.261.

En este diagrama cuando la parte de decisión está hacia abajo la imagen primeramente es transformada (DCT), para luego codificarla, de este bloque se saca la indicación de que el cuantificador ha realizado su operación. Antes de esto se envía la señal de la imagen y la señal de la transformada al bloque de Th el cual determina de acuerdo a los niveles que recibe si realiza o no la transmisión, de aquí mismo se envía una señal al cuantificador inverso y luego a la etapa de transformada inversa la cual es enviada al bloque P junto con la señal de vídeo para indicar al tipo de codificación ya sea intra o inter, de este bloque se envía la indicación para el vector de movimiento (ver fig. 3.7). Cuando la decisión está hacia arriba el comparador recibe la señal para la codificación a realizar si este comparador

posee una imagen previa la compara con la enviada y realiza una codificación ínter. Para el caso que este comparando información dentro de una misma imagen sería una codificación intra, la señal resultante se envía a una memoria de imagen esto ayuda a la hora de realizar la compresión ya que se tiene una memoria de la imagen en común ya sea de cuadro a cuadro o de pixel a pixel dentro de un mismo cuadro, la cual se comprime junto con todo aquello que represente diferencias entre cuadro y pixeles. De esta manera es como se evita el comprimir información que este presente en otros cuadros o pixeles, lo que nos lleva a reducir la redundancia espacial y temporal.

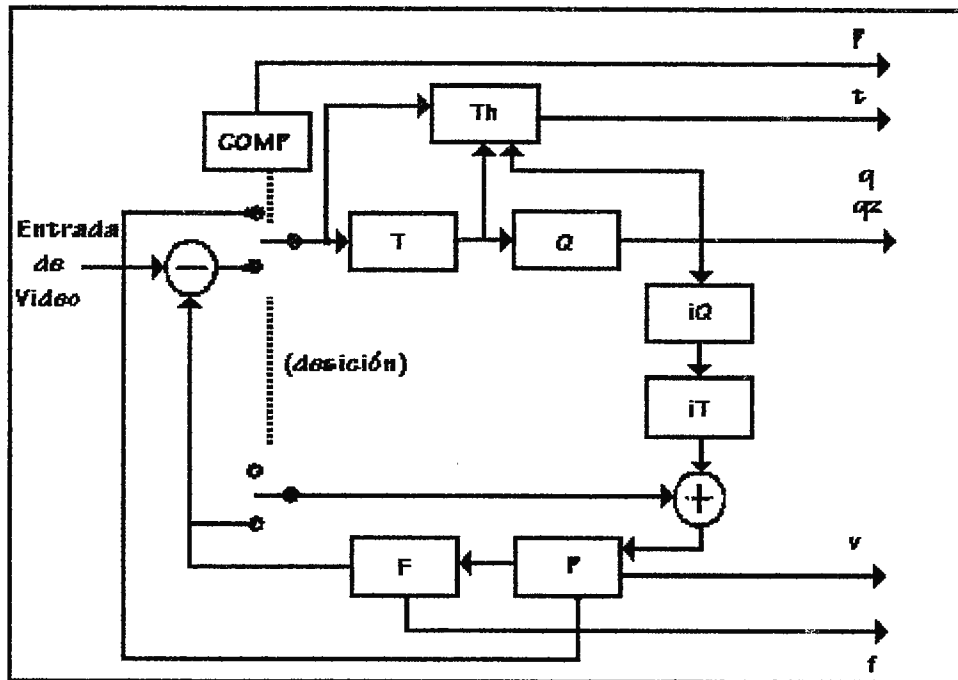


fig. 3.6

Para la fig. 3.6 se utilizó la siguiente notación:

- COMP Comparador para la decisión y codificación ínter (compensación del movimiento) o intercuadro.
- Th Nivel en base al cual se determina si se realiza o no la transmisión.
- T Algoritmo de la transformada.
- Q Cuantificador.
- P Memoria de imagen
- F Filtro de lazo cerrado.
- P Bandera para la decisión intra o intercuadro.
- t Bandera de información transmitida.
- q Índice de cuantificación para los coeficientes de la transformada.
- qz Indicación del Cuantificador.
- v Vector de movimiento.
- f Switch para el filtro de lazo cerrado.
- iq Cuantificador inverso.

### 3.4.1 ESTIMACION Y COMPENSACION DEL MOVIMIENTO.

Ya que en una secuencia de imágenes se observan cuadros similares a excepción de los cambios debidos al movimiento, como los son un "paneo" o un movimiento de la cámara a través de la escena, podemos evitar el codificar el mismo bloque 2 veces enviando la codificación de este a través del vector de desplazamiento de la imagen previa causado por el movimiento del "paneo".

El codificador H.261 realiza estimación y compensación de movimientos para minimizar la diferencia entre los MB en imágenes sucesivas. Si el contenido de un MB se puede reconstruir por una desviación de un bloque fuera de un área de  $\pm 15$  píxeles o puntos basados en el componente de Luminancia de la imagen. El desplazamiento con la diferencia más pequeña del macrobloque, determinada por la suma de los valores absolutos de la diferencia pixel a pixel a través del bloque, es considerada el vector de compensación de movimiento para ese macrobloque en particular. (El vector de movimiento de la crominancia es el vector de movimiento para la Luminancia dividido a la mitad).

El bloque compensado en movimiento es la diferencia o error entre el bloque de mejor acoplamiento y el bloque actual a ser codificado.

La operación de la compensación del movimiento se muestra en la **fig. 3.7**. El bloque "A" es un bloque en la imagen actual que será codificado en el decodificador. Debido al movimiento de la imagen, el bloque "A" se asemeja más a los datos de los píxeles del bloque "C" que aquellos del bloque "B". El desplazamiento del bloque "C" desde el bloque "B" medido en píxeles y en direcciones X y Y, es el vector de movimiento. Las diferencias pixel por pixel entre los bloques "A" y "C" es transformada y codificada. El vector de movimiento y los datos codificados son transmitidos al decodificador donde los datos del bloque inversamente transformados son agregados a los datos en el bloque "C", apuntados por el vector de movimiento y situados en la posición del bloque "A". En otras palabras el bloque "A" de la imagen actual pasará a ser el bloque "C" de la imagen previa.

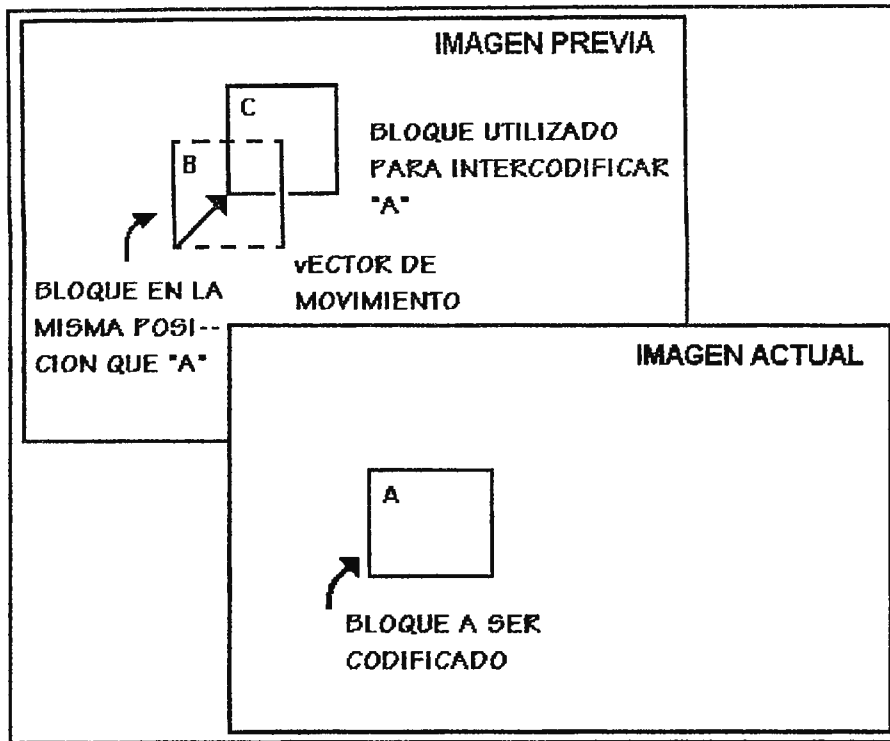


fig. 3.7.

El uso de vectores de movimiento es opcional en el codificador, donde el cálculo de los vectores de movimiento óptimos es complejo, pero si se requiere en el codificador, en el cual, la reconstrucción del movimiento es relativamente simple. El estándar H.261 no define todos los aspectos de la codificación y decodificación de la imagen. Si lo anterior es más bien una especificación de interoperabilidad, que garantiza que cualquier CODEC manufacturado de acuerdo a el estándar sea capaz de comunicarse con otro de diferente marca y fabricante, esto todavía permite una cierta libertad para los fabricantes de ofrecer una mejor calidad y nuevos desarrollos que pueden ser incorporados (esto contrasta con la recomendación G.722 donde el algoritmo de codificación ya está definido).

Cuales bloques serán codificados, con que tipo de codificación y con que exactitud depende exclusivamente del diseñador, así como también dependen de este la forma en que se realizará el filtrado o interpolación de las imágenes. aun así la H261 permite a 2 CODEC el comunicarse uno con otro.

### 3.4.2 ETAPA DE TRANSFORMACION.

La etapa de transformación es utilizada para concentrar la energía dentro de algunos coeficientes en los casos en que la energía de la imagen de vídeo es de baja frecuencia espacial (con variaciones lentas). El método de transformada elegido por la CCITT es el de la trama formada discreta del coseno (DCT) bidireccional, esto es similar a la transformada de Fourier y tiene propiedades de mapeo comparables y se basa en funciones de frecuencias crecientes en las direcciones horizontal y vertical.

Una fórmula explícita para la DCT bidimensional 8 por 8 puede ser escrita en términos de valores de píxeles,  $F(i,j)$ , y los coeficientes de la transformada en el dominio de la frecuencia, donde: La salida transformada de la DCT bidimensional será ordenada de tal manera que el mínimo valor, del cociente DC se sitúe en la esquina superior izquierda y los coeficientes de mas alta frecuencia se sitúen progresivamente a partir del coeficiente DC, las mayores frecuencias verticales representadas por los números mayores de las filas y las mayores frecuencias horizontales representadas por los números mayores de las columnas.

La transformada bidimensional inversa es escrita de la siguiente manera :

$$f(i, j) = \left(\frac{1}{4}\right) \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v)F(u, v) \cos((2i + 1)u \pi / 16) \cos((2j + 1)v \pi / 16)$$

### 3.4.3 CUANTIFICACION.

Los coeficientes de la transformada inversa son cuantificados para reducir su magnitud y para incrementar el número de coeficientes con valor cero. La ecuación para el Cuantificador puede ser escrita en términos de el factor Cuantificador de al macrobloque, Q algunas veces llamado MQUANT:

Si Q es par o si Q es impar.

Donde  $C(u,v)$  es el coeficiente cuantificado,  $F(u,v)$  es el coeficiente de frecuencia DCT y donde  $\pm$  es positivo para  $F(u,v) > 0$  y negativo para  $F(u,v) < 0$ .

El Cuantificador inverso está también en términos de par/impar Q.

Si Q es par o si Q es impar

El signo  $\pm$  indica un mas para un coeficiente positivo, C y un menos para un coeficiente negativo.

La cuantificación es la etapa lossy en el esquema de codificación P\*64. Si se cuantifica muy "ásperamente", se obtendrán imágenes demasiado "pixeladas", en cambio si se cuantifica muy "finamente", se pueden agregar bits menos utilizados como los de ruido por ejemplo.

### 3.4.4 CODIFICACION DE LOS ELEMENTOS CUANTIFICADOS.

La codificación del modelo reordena los coeficientes DCT cuantificados dentro de un patrón de zig-zag con las frecuencias menores primero y al último las frecuencias mayores, el patrón zig-zag es utilizado para reordenar a los coeficientes de tal manera que se agrupen consecutivamente la mayor cantidad de coeficientes cuyo valor sea cero.

Se asume que las frecuencias mas bajas tienden a tener coeficientes mayores y las frecuencias mayores son, por la naturaleza de la mayoría de las imágenes, predominantemente cero.

Como se ilustra en la figura 3-8 el coeficiente (0,0) es llamado el coeficiente DC y el resto de los coeficientes son llamados AC. Los coeficientes AC son recorridos por el patrón de zig-zag desde la localidad (0,1) a la localidad (7,7).

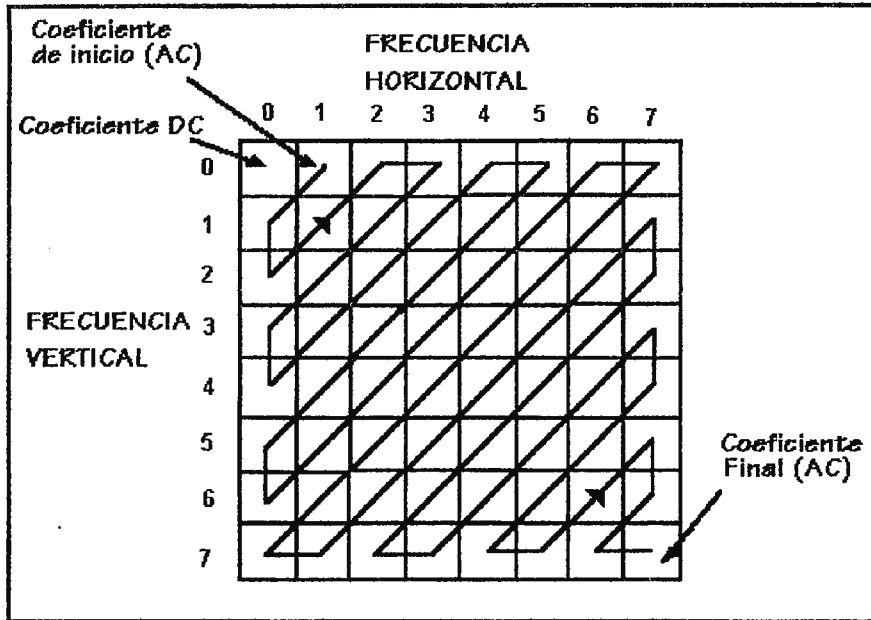


fig. 3.8

Los coeficientes DC son codificados directamente como un número de 8 bits para los bloques intra-codificados; para la predicción de movimiento de bloques, el coeficiente Dc es tratado al igual que los coeficientes AC. El barrido en zig-zag pudiera arrojar códigos con coeficientes AC diferentes de cero conteniendo entre ellos ceros consecutivos. Por consiguiente, se puede codificar los códigos resultantes del barrido en zig-zag mediante una técnica que permita reemplazar los dígitos idénticos consecutivos con el número y tipo, esta técnica es conocida como run length lo que significa que entre 2 códigos diferentes de 0 se encuentran un determinado numero de 0, dependiendo de este numero así se le asigna un valor. Los coeficientes AC son codificados basados en el número de ceros contenidos entre dos coeficientes diferentes de cero. Para combinaciones de ocurrencia frecuente, un código de longitud variable único es utilizado.

La codificación run length, toma la posición actual en el arreglo de salida y define un número de ceros seguido por el próximo coeficiente diferente de cero.

### 3.4.5 CODIFICACION DE HUFFMAN.

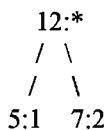
La codificación de bloques de los modelos antes descritos pueden ser comprimidos aun mas utilizando la codificación de longitud variable . Para el método de P\*64 el codificador de Huffman es usado para efectuar esta codificación. Una razón para utilizar el codificador de Huffman es que el hardware es fácil de implementar . Para comprimir los símbolos de los datos, el codificador de Huffman proporciona una distribución de caracteres por asignación de códigos cortos para caracteres frecuentemente omitidos.

A continuación se mostrara un corto tutorial sobre lo mas fundamental de la codificación Huffman:

Para generar el árbol de Huffman se tiene que hacer un set de números y sus frecuencias de uso y la necesidad de crear una codificación de Huffman para ellos.

Frecuencia	Valores
5	1
7	2
10	3
15	4
20	5
45	6

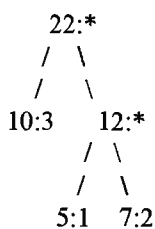
Creando un simple árbol de huffman, a partir del origen de un nodo el cual es resultado de la suma de los 2 elementos de frecuencia inferiores:



Los 2 elementos removidos a partir de la lista y el nuevo origen de un nodo con frecuencia 12 es insertado en la lista de frecuencias y de esa forma la nueva lista generada por frecuencia es:

5:1  
7:2  
10:3  
12:\*  
15:4  
20:5  
45:6

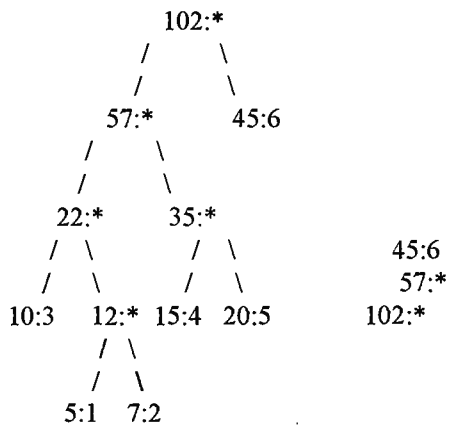
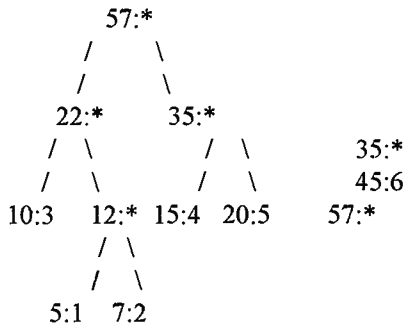
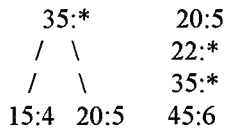
De esa manera continuamos repitiendo otro lazo combinando los 2 elementos inferiores y esto resulta en :



Y la lista actual queda de la siguiente manera:

10:3  
 15:4  
 20:5  
 22:\*  
 45:6

El proceso se repite hasta que ya no se puedan tomar mas valores de la tabla de frecuencia, ósea que hasta que termine el árbol en un único elemento preferentemente a la izquierda.



El elemento en 102:\* hace el inicio del árbol binario de Huffman. Para generar un código Huffman lo que se tiene que

realizar es atravesar el árbol para lo que hay que ir designando un 0 \ 1 dependiendo de que rama se tome, ósea que cada vez que se tome una rama a la izquierda se producirá un 0 y cuando se tome una rama derecha se producirá un 1, todo esto se realiza desde el pináculo del árbol para este caso 102:\*

Por ejemplo: La codificación para el valor 6 (45:6) es 1

La codificación para el valor 5 (20:5) es 011

En la lectura de bits donde el flujo de entrada atraviesa el árbol empezado en el origen, se tomara para la parte izquierda la lectura de un 0 y si es para la parte derecha la lectura será un 1 después de esto se tendrá establecido el código que se desee.

En lo que se refiere a establecer la representación binaria del árbol se iniciara en el origen. Para cada nodo se producirá un 0 y para cada hoja se producirá un 1, todo esto seguido por el valor representado en N bits. Por ejemplo la parte del árbol en el ejemplo anterior se representarían con 4 bits por valor y eso nos quedara de la siguiente manera:

-Primero se fijan 6 bits en los cuales se establecen cuantos bits representarían cada hoja para este caso se dijo 4 y queda de la siguiente forma: **000100**

-Se ha tomado como referencia el nodo 22:\* y a partir de este se hará la representación por eso se iniciara con : **0** -

Luego de tomar la hoja de la izquierda la cual su valor es 3 y se representa así: **10011**

donde el primer bit es 1 por que es una hoja y los siguientes 4 bit representa el valor de la hoja (0011=3).

-Luego se pasa a la derecha y como se trata de un nodo nos da **0**.

-Nuevamente se inicia con el izquierdo y el valor de la hoja es 1 y se representa así: **10001**

-Ahora en la parte derecha el valor de la hoja es 2 y se representa así: **10010**

**Entonces el árbol parcial puede representarse con :000100 0 10011 0 10001 10010**

### 3.4.6 EJEMPLO DE CODIFICACION DE BLOQUES.

La **figura 3-9** muestra un ejemplo simple de como cada bloque de 8\*8 es codificado: En este caso, la codificación Intracuadros es utilizada, pero el principio es el mismo para la codificación ínter. La **figura 3-9a** muestra el bloque original a ser codificado. Sin compresión, este tomara 8 bits para codificar cada uno de los 64 pixeles, o un total de 512 bits. Primero el bloque es transformado utilizando la transformada discreta del coseno (DCT) bi-dimensional, obteniéndose los coeficientes de la **figura 3-9b**. los coeficientes de la **figura 3-9b** son cuantificados produciéndose los valores de la **figura 3-9c**, los cuales son mucho mas pequeños en magnitud que los coeficientes originales ( la mayoría de los coeficientes llegan a cero).

Los coeficientes son entonces reordenados, usando el orden del barrido en zig-zag para formar una tabla y asignar los códigos respectivos a cada valor como la **fig. 3.9d**.. El último valor diferente de cero es seguido por un

código de fin de bloque (EOB). El número total de bits utilizado para describir el bloque en nuestro ejemplo es 25, lo que sería una compresión de 20:1.

En el decodificador, se realiza el proceso inverso para reconstruir los coeficientes cuantificados inversos, los cuales, como se muestra en la figura 3-9e son similares, pero no exactamente iguales, a los coeficientes originales. Cuando estos coeficientes son transformados (DCT inversa) el resultado en la figura 3-9f se obtiene. Nótese que las diferencias entre este bloque y el original son pequeñas.

75	76	77	78	79	80	81	82
77	78	79	80	81	82	83	84
79	80	81	82	83	84	85	86
81	82	83	84	85	86	87	88
83	84	85	86	87	88	89	90
85	86	87	88	89	90	91	92
87	88	89	90	91	92	93	94
89	90	91	92	93	94	95	96

figura 3.9 a

76	76	77	79	80	81	82	83
77	77	78	80	81	82	83	84
79	79	80	81	83	84	85	86
81	82	83	84	85	87	88	88
84	84	85	87	88	89	90	91
86	87	88	89	91	92	93	93
88	89	90	91	92	94	95	95
89	90	91	92	93	95	96	96

figura 3.9 f

684	-19	-1	-2	0	-1	0	-1
-37	0	-1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0
-4	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1
0	0	0	0	0	0	0	0
-2	0	0	-1	0	-1	0	-1
0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	0	-1	0	-1	0

figura 3.9 b

688	-21	0	0	0	0	0	0
-39	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

figura 3.9 e

83	-3	0	0	0	0	0	0
-6	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

figura 3.9 c

Nivel	Código
86	01010110
-3	001011
-6	001000011
EOB	10

Longitud total del código= 25

figura 3.9 d

## **CAPITULO IV Ambientacion de la Sala de Videoconferencia.**

### **4.1 INTRODUCCIÓN.**

En lo referente a lo que es la sala de videoconferencia es lo que mas verán y conocerán los que hagan uso de ella y por lo tanto el nivel de confort será un factor determinante en el éxito de la instalación. Además la sala de videoconferencia debe ser "transparente" al usuario lo que significa que la tecnología en los equipos que se utilicen no deben notarse ya que en muchas ocasiones esto intimida al usuario, ya que la sala de videoconferencia perfecta es aquella que se asemeja o mas a una sala de conferencia normal.

El tamaño del salón de videoconferencia y el ambiente físico que se le de estará determinado por el uso propuesto de la sala en otras palabras dependerá de la infraestructura con la que cuente y con los requerimientos que el cliente disponga, además no se puede dar medidas standard de un salón de videoconferencia sin embargo para equipos medianos, una sala típica es de 7.5 Mt. Por 6.0 mt. De área para una capacidad de 6 personas máximo.

Además del tamaño existen 3 factores a ser: La iluminación, La acústica y el amueblado. Estos factores ayudan a clasificar la sala de videoconferencia en un ambiente corporativo, educativo, trabajo de campo, etc. ya que esta clasificación dependerá de la necesidad que se quiera cubrir.

En el presente capitulo se darán las bases y requerimientos para la construcción o para la adecuación y ambientación de sala de videoconferencia, para que en la ultima parte del capitulo se muestre una propuesta de como podrían que dar adecuados los 2 salones de videoconferencia uno en el CITT y el otro en el edificio "A" considerando que dichos salones no son los adecuados para una sala de videoconferencia pero que los arreglos que se proponen pueden ser usados para este propósito.

### **4.2 ILUMINACIÓN.**

Flujo radiante es la energía total emitida por segundo por un manantial de ondas electromagnéticas se denomina flujo luminoso considerando exclusivamente las ondas correspondientes al espectro visible. Concretamente se definirá como flujo luminoso total de un manantial , a la energía luminosa visible emitida por segundo por el manantial. La unidad de flujo luminoso es el "lumen", que es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido emitido por un manantial de una bujía . Siendo la "bujía" la sesentava parte de la intensidad luminosa de un centímetro cuadrado de cuerpo negro, operando a la temperatura de fusión del platino (2046 °K). La iluminación o iluminancia de una superficie , es el flujo luminoso que incide sobre ella por unidad de área. La unidad de medida en el sistema métrico es el "lux", que es el lumen por metro cuadrado. La iluminación máxima producida por la luz solar es de 100 000 lux, mientras que en los días nublados sólo llega a unos 1000 lux.

Existen tres elementos principales en la consideración de la iluminación de una sala: niveles de iluminación, ángulos de iluminación y color de iluminación. El objetivo es proveer iluminación del color correcto a niveles que le permitan a la cámara representar una escena de manera natural.

El error más común en iluminación se lleva a cabo en la consideración de los niveles de iluminación (ya sea muy poca o demasiada iluminación). Las videocámaras más modernas especifican niveles de iluminación entre 1000 y 2000 lux, pero pueden funcionar bien a niveles de 500 lux. La ventaja de contar con niveles altos de iluminación (1250 lux) será un desempeño de las cámaras mejorado. La profundidad de campo, la habilidad para llevar a cabo el enfoque de la escena, está directamente relacionada a la cantidad de iluminación disponible a los lentes. Así que, donde los niveles de iluminación sean altos, será fácil realizar el enfoque de la imagen. También con iluminación suficiente habrá muy poco o no habrá "ruido" en la señal de vídeo de la cámara (El ruido se manifiesta como un imagen granulada estática en el monitor). El ruido es generado normalmente por un circuito de Control de Ganancia Automático (AGC) en la cámara el cual tiende a incrementar la fuerza de la señal en situaciones de baja iluminación. La desventaja de utilizar niveles altos de iluminación es el calor adicional generado por las instalaciones eléctricas, que hacen a la sala más cara (y potencialmente más ruidosa) para ambientar. Los participantes de la conferencia probablemente se sentirán incómodos en un ambiente brillante y caliente.

Las ventajas de utilizar un nivel bajo de iluminación (750 lux) se centran la comodidad de los participantes y en el costo de ambientar la sala. Sin embargo por debajo de los 750 lux de iluminación la cámara de vídeo no será capaz de representar propiamente la escena. Los colores se "lavarán" y las sombras serán demasiado pronunciadas. La señal de vídeo contendrá ruido que afectará la habilidad del codec de vídeo de adaptar apropiadamente el movimiento en la escena (el ruido es percibido como movimiento en la escena).

El objetivo es entonces trabajar entre 750 y 1250 lux (en un valor aproximado de 1000 lux). A este valor, los niveles de ruido de la cámara serán aceptables, los colores serán representados apropiadamente, y los participantes de la conferencia estarán confortables.

La luz en un ángulo apropiado es un factor importante para obtener una imagen de buena calidad. Desafortunadamente, la mayoría de las salas de videoconferencia existentes, están equipadas con instalaciones para irradiar la iluminación en su mayoría hacia abajo -- normalmente sobre la superficie de la mesa de conferencia. Esto es aceptable para una sala de conferencia "normal", donde el propósito es proveer de la iluminación adecuada sobre los documentos u objetos colocados en la mesa. Desafortunadamente, este tipo, o ángulo de iluminación provoca sombras oscuras sobre los ojos, nariz y barba de las personas en la mesa. También provoca áreas "calientes" de iluminación en hombros y cabezas.

El ojo humano es mucho más capaz de compensar este tipo de iluminación, mejor aún que la más sofisticada de las videocámaras. El rango de contraste aceptable para el ojo incluye el rango entre estas áreas de brillo más notable y las sombras oscuras. Una video cámara es mucho menos tolerante; cualquier sombra creada por ángulos de iluminación pobre será mucho más notoria en el monitor de vídeo del punto distante de recepción que para los ojos de aquellos que se encuentren en la sala local.

Para cumplir con una escena uniformemente iluminada, se deberán satisfacer varias condiciones. La fuente de iluminación no deberá ser un sólo punto ( así como un luminaria de spot, o una estructura de enfoque simple), deberá ser entonces proporcionada por diversas fuentes ( como por ejemplo bulbos múltiples de 2' X 2'). Existe una regla para la iluminación de las salas de videoconferencia la cual puede ser aplicada. Hablando generalmente, una fuente luminosa deberá ser colocada 45 grados por encima del objeto. Las fuentes de iluminación situadas a ángulos menores de 45 grados estarán "sobre los ojos" de los participantes de la conferencia. las fuentes a más de 45 grados dejarán sombras notables particularmente debajo de los ojos.

Es importante que la cámara capte una escena con niveles de iluminación uniformes en todos los sitios. Aún más crítico que una escena con niveles de iluminación distribuidos equitativamente, es la cantidad de luz reflejada hacia la cámara por la pared situada al frente de la sala. El nivel de iluminación reflejado por la pared trasera deberá ser escasamente menor que -- y nunca deberá exceder -- aquella reflejada por los participantes de la conferencia. Este puede ser un reto interesante porque los fondos de diferente color o textura reflejarán diferentes niveles de iluminación. Por consiguiente, no es suficiente instalar iluminación de pared y asumir que un nivel apropiado será reflejado.

El método más exacto de medición de la cantidad de luz reflejada es con un "exposímetro". Estos dispositivos son utilizados comúnmente por fotógrafos para el análisis de los niveles de exposición de una película en diferentes áreas de una escena. Algunas cámaras de 35 mm. tienen construido en sí uno de estos dispositivos.

Desde el punto de vista luminotécnico, las lámparas se caracterizan por las siguientes magnitudes (que son datos que el fabricante proporciona en su catalogo):

- 1 *Flujo luminoso*, es la fracción de flujo radiante que produce una sensación luminosa, su unidad es el lumen.
- 1 *Vida útil*, es el tiempo transcurrido para que el flujo luminoso de la misma, descienda a un 80% de su valor inicial.

*Temperatura de color*, es la temperatura absoluta a la que un cuerpo negro (cuerpo que absorbe todas las radiaciones que inciden en él; no transmite ni refleja nada), emitirá una radiación luminosa que produzca la misma impresión de color en nuestro órgano visual que la lámpara considerada. En general la temperatura real del filamento y su temperatura de color no son iguales, siendo esta última mayor en algunas decenas de grados.

- 1 *Índice de rendimiento en color*, que tiene por objeto calificar mediante un sólo número la aptitud de la fuente para reproducir fielmente los colores de las superficies que ilumina.
- 1 *Rendimiento luminoso*, es la relación entre el flujo total producido por la lámpara, en lúmenes, y la potencia eléctrica consumida por la misma, en vatios. Se expresa en lumen/vatio.

La iluminación de una sala de conferencias estándar normalmente está establecida mediante la combinación de dos tipos diferentes de instalaciones de iluminación. La instalación fluorescente normalmente tiene una temperatura de color de 5,600 grados Kelvin, y las instalaciones incandescentes tienen una temperatura de color de 3,200 grados kelvin. La escala de temperatura de color fue inventada por un físico británico ( de ahí el nombre de kelvin) y hace referencia al color de una varilla de hierro cuando es calentada a temperaturas específicas. Cuando una varilla es calentada gradualmente cambia de color hasta que se vuelve "blanca", a bajas temperaturas tiende a ser de color rojo. La luz del sol en un día soleado mide entre 5,500 grados y 5,600 grados. Un bulbo de iluminación de tungsteno proporciona 3,200 grados.

Existe un pequeño "inconveniente" en este sistema de medición de color de la luz, la mayoría de los decoradores de interiores referencian a los colores entre el rango de naranja-rojo como colores "cálidos" y los colores entre el rango de azul-blanco como colores "frescos" o "fríos". Si observamos esta terminología en la escala de kelvin los luces "frías" son las naranja-rojizas, y los colores "cálidos" o "calientes" son los azul-blanco (porque la varilla del metal está mucho más caliente cuando adquiere estas tonalidades).

Como se puede imaginar, el color de la luz disponible en una sala de videoconferencia afectará en cómo percibirá la cámara el color de los objetos ( y personas) dentro de esa área. La mayoría de las cámaras están equipadas con una características de "balance de blancos" la cual corrige electrónicamente la temperatura de color de la luz en el cuarto. Esta característica varía de una cámara a otra, pero generalmente está disponible para corregir entre los rangos de 3,200 y 5,600 grados. El ojo humano ejecuta este ajuste automáticamente y muy exactamente, normalmente en unos instantes.

Subjetivamente, parece ser que las luces "frías" (en la escala de kelvin) son más placenteras que las luces "calientes". Por otro lado, las luces "calientes" son más brillantes, y se obtienen niveles de iluminación más altos a partir de una instalación que incorpore luces "calientes" que las que se obtienen de instalaciones "frías" con un mismo consumo de energía. La mayoría de las instalaciones de iluminación industriales incorporan bulbos fluorescente de 5,600 grados, aunque existen también bulbos fluorescentes de 3,200 grados. Muchas salas de conferencia han mezclado exitosamente los dos tipos de bulbos en una proporción aproximada de 50 - 50 por ciento, con buenos resultados. Esto da como resultado niveles de iluminación suficientes con colores placenteros.

### 4.3 ACÚSTICA

Es un fenómeno sonoro que esta compuesto de 3 fases : La producción, La propagación y La recepción del sonido este fenómeno junto con la iluminación son de los aspectos mas a considerar para el diseño de salas.

Existen cuatro elementos a considerar dentro del diseño acústico de una sal de videoconferencia: niveles de ruido ambiental, tiempo de reverberación, colocación del micrófono y bocina junto con el método de cancelación de eco ha ser utilizado. El objetivo general es proveer una sala silenciosa con un tiempo de reverberación relativamente pequeño procurando obtener, por un lado la mejor audición del sonido en la sala mediante el estudio de las formas de los materiales y la elección de los mismos y por otro lado tener un aislamiento acústico de los locales que se encuentren alrededor. La colocación adecuada del micrófono y la bocina aumentará la calidad del sonido transmitido entre las salas de conferencia. Todo esto se combina para ayudar al cancelador de eco en su función.

El primer paso para alcanzar un audio de alta calidad es obtener una señal de la voz clara y fuerte de todos los participantes. Esto no deberá ser opacado por la obtención simultánea de ruido de fondo excesivo, sonido distante de reverberación. El ruido del fondo generalmente proviene de los ductos de ventilación, balastras de iluminación fluorescente y los ventiladores de los equipos de enfriamiento. La calidad de reverberación viene de la superficie de las paredes, pisos y techos que reflejan la voz de los participantes muchas veces en su camino al micrófono.

Estos sonidos pueden también interferir con las conversaciones dentro del cuarto. Esta interferencia es aminorada por el efecto de "filtrado" binaural normal de los escuchas. Un escucha en el cuarto puede distinguir entre el sonido directo y la reverberación. Un escucha en el extremo distante de la conferencia no tiene esta habilidad. Un micrófono sencillo capta toda la reverberación, ruido y habla directa y las reproduce sin la "señal" de dirección que beneficia al escucha dentro de la sala. Por esta razón, el audio transmitido deberá estar más limpio que el del cuarto en el cual se produce para obtener el mismo nivel de inteligibilidad.

#### 4.3.1 Micrófonos.

La función primaria de cualquier micrófono es la detección y conversión de las ondas sonoras en señales electricas correspondientes. Las ondas sonoras consisten en impulsos alternados de alta y baja presión, los cuales actúan en una membrana vibradora llamado diafragma. Este diafragma afecta el transductor, el cual genera impulsos electricos diminutos que se amplifican para luego grabarlos. Existen 2 tipos de microfonos que han sido muy utilizados en videoconferencia los primeros fueron los micrófonos omnidireccionales, los cuales responden de igual manera a todos los sonidos provenientes de todas direcciones. El micrófono omnidireccional permitió a los participantes sentados cerca de él, a una distancia uniforme, ser escuchados a niveles similares. Esto sólo operó cuando los participantes se sentaban cerca del micrófono debido a la cantidad de ruido ambiental y de reverberación

que se captaba en adición a la voz de los participantes. Esta limitación redujo el número de participantes.

Los otros son los micrófonos unidireccionales los cuales han tenido mejores resultados ya que mejoran la inteligibilidad. Un micrófono unidireccional responde a los sonidos de una manera diferente dependiendo de su ángulo de captación o entrada. Un sonido proveniente de la parte trasera (fuera del eje primario) del micrófono produce una salida más baja que un sonido que proviene del frente (sobre el eje). Esta característica direccional del micrófono ayuda a reducir la cantidad de reverberación y ruido transmitido al escucha distante. Cuando el frente del micrófono está apuntando hacia el participante, la voz del participante producirá una salida más fuerte que el ruido y reverberación provenientes de la parte trasera y lados.

La manera en que un micrófono responde a los sonidos que éste capta a diferentes ángulos está descrita por una gráfica especial denominada patrón polar. El micrófono unidireccional básico tiene un patrón polar "cardioide" (con figura de corazón). Un micrófono cardioide (ver figura 4-1) es cerca de la mitad de sensitivo a los sonidos que provienen del frente con respecto a los sonidos que provienen de atrás. Los micrófonos están disponibles con una gran variedad de características direccionales. Por ejemplo, un micrófono supercardioide tiene un nivel de captación más angosto siendo sólo 37 por ciento más sensitivo a los sonidos que arriban desde los lados comparado con los sonidos que arriban desde el frente. Sin embargo éste patrón angosto también tiene lóbulos (áreas) de captación traseros y, en general, no tienen significativamente menos captación de ruido y de reverberación que el patrón básico cardioide. El micrófono cardioide es generalmente el más adecuado para aplicaciones de videoconferencia. Estos micrófonos son generalmente pequeños, del tipo de montaje en superficie para minimizar las reflexiones provocadas por la mesa y la obstrucción visual.

El reemplazar un sólo micrófono con múltiples micrófonos fue utilizado para tratar de incrementar el número de participantes. Esta técnica sitúa a cada participante cerca de un micrófono. Con un micrófono cerca de cada participante, la captación de éste tendrá una mejor relación de la voz de los participantes con respecto al sonido de fondo y reverberación. Desafortunadamente la señal de este micrófono se mezclará con los demás micrófonos dentro de la sala. La salida de los otros micrófonos contiene en su mayoría ruido de fondo y reverberación debido a su distancia con el participante. La señal resultante contiene más ruido y reverberación que un sólo micrófono pudiera captar por sí solo. El uso de múltiples micrófonos unidireccionales produce ligeramente mejores resultados que los que producirían múltiples micrófonos omnidireccionales, pero la cantidad de ruido y reverberación captados es todavía excesiva si todos los micrófonos están abiertos al mismo tiempo.

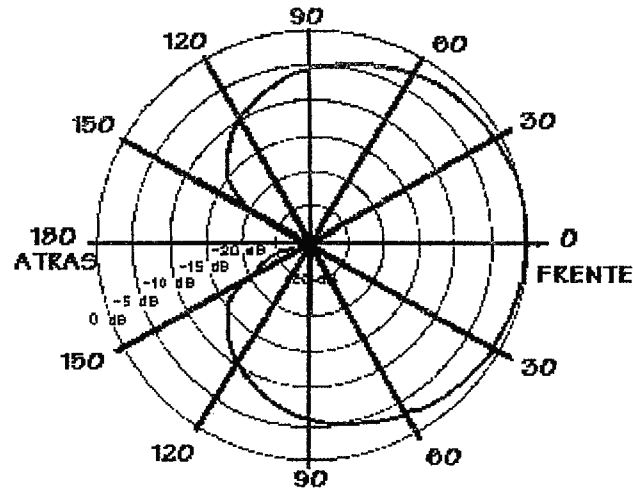


Figura 4-1 Patrón cardioide básico

Una solución a este problema es el encender sólo el micrófono que esté próximo al participante. El dotar a cada micrófono con un switch "oprima para hablar" (push-to-talk) permite a cada usuario el seleccionar su propio micrófono cuando el desee hablar. Esto resulta generalmente incómodo y es difícil de aprender para los usuarios ocasionales y nuevos. Los micrófonos manualmente operados inhiben el flujo normal de la conversación, limitando la espontaneidad y el intercambio.

Los sistemas más nuevos algunas veces utilizan dispositivos automáticos de mezclado. Estos dispositivos automáticos usan un nivel de activación compuesto, por debajo del cual, un sonido no activaría a un micrófono. Existen diversos inconvenientes en utilizar un sistema de éste tipo. Primero, si el sistema está ajustado cuando la ventilación está apagada, el sistema encenderá los micrófonos cuando la ventilación se accione. De manera inversa, si el sistema es ajustado con la ventilación encendida el nivel de corte pudiera ser ajustado a un nivel muy alto para las conversaciones ordinarias. Segundo, el nivel de activación compuesto también permite a un participante con voz fuerte el activar múltiples micrófonos mientras que impide que un participante con voz suave pueda encender alguno.

Los sistemas de videoconferencia modernos, capaces de usar más de dos micrófonos utilizan un mezclado automático con un nivel de corte de ruido adaptable. Como su nombre lo implica, el nivel de corte al cual un micrófono se enciende automáticamente se adapta a la cantidad de ruido constante en la sala, sin necesidad de llevar a cabo un ajuste manual. La circuitería de detección de voz utiliza esto para distinguir entre los sonidos de fondo constantes y sonidos cambiantes rápidamente como la voz. Un sistema incorpora circuitería adicional la cual selecciona automáticamente el micrófono más cercano al participante. Este micrófono captará la voz del participante con un mínimo de ruido y reverberación. Un ejemplo de éste tipo de sistemas es el ST6000 Tipo 2 de la compañía Shure.

#### 4.3.1.1 Tipos de micrófonos.

Una sala de videoconferencia normal en una organización sitúa a todos los participantes en una mesa sencilla y larga. Una opción excelente para este escenario es un micrófono montable en superficie. La apariencia de éste tipo de micrófono es distinta a los micrófonos convencionales, con su apariencia abultada, no presenta obstrucción a los participantes. Su estilo reduce la posibilidad del temor al micrófono y se entremezcla fácilmente con la estética de la sala. Un micrófono montable en superficie con un patrón de captación cardioide es deseable para evitar la retroalimentación acústica entre micrófono y bocina, además de la captación del ruido ambiental existente en la sala.

Se podría también, colocar un micrófono sobre la superficie del techo de la sala, con lo cual se captarían menos ruidos de golpes en la mesa provocados por los participantes. Este tipo de instalación generalmente produce resultados marginales (especialmente en sistemas en los que no se cuente con un sistema de control de micrófono automático)

Una videoconferencia podría efectuarse también haciendo uso de un pequeño estrado. En un pequeño estrado generalmente el rango de movimiento de un conferencista es pequeño, lo que simplifica la colocación del micrófono. El micrófono convencional de pedestal es el más utilizado para esta aplicación. Un conferencista podría esperar encontrar un micrófono de pedestal en el podium y está muchas veces, familiarizado con su uso. Sin embargo, este tipo de micrófono adolece de diversos problemas. Algunos conferencistas posicionarán innecesariamente el micrófono cerca de su boca. Este acercamiento puede enfatizar enormemente las bajas frecuencias, creando un sonido indistinguible, además de que obstruye la vista de la cara del conferencista en aplicaciones de videoconferencia.

Cuando se trate de una videoconferencia en la que se tenga que hacer uso de un pizarrón será necesario que el conferencista tenga movilidad ya sea frente al pizarrón o de espaldas a éste, la voz del conferencista deberá ser escuchada al mismo nivel. Un micrófono lavalier, colocado en la solapa o a la altura de ésta, obtendrá una señal uniforme de la voz del conferencista debido a que su distancia con el micrófono nunca cambia. Si el cable resulta ser incómodo e inseguro, podría sustituirse a una opción inalámbrica. Para una mejor operación, el área de utilización del micrófono lavalier deberá estar limitada a áreas bien definidas de la sala de videoconferencia, alejada del sistema de bocinas. Si el conferencista con el micrófono lavalier se aproxima demasiado al sistema de bocinas, podría haber una retroalimentación acústica y podría enviarse eco hacia la sala distante. Podrían colocarse en el mismo pizarrón dos micrófonos de superficie colocados a los extremos de éste y uno más sobre de él, Este arreglo presenta dos grandes ventajas. Primero, la posición relativa de los micrófonos y las bocinas está bien establecida, con lo cual se evitaría la retroalimentación acústica y el eco. Segundo, se preveniría la pérdida accidental de los costosos micrófonos lavalier inalámbricos.

En resumen, para obtener los mejores resultados, la característica reverberante de la sala y los niveles de ruido ambiental deberán ser controlados, ya que no existe aún la tecnología que permita eliminar ambos una vez que han sido captados por el micrófono. El uso de micrófonos unidireccionales reducen la cantidad de reverberación que se pudiera captar y por lo tanto, reduce la cantidad de absorción requerida. Si el número de participantes es mayor de dos o tres, se requerirá del uso de micrófonos múltiples con control automático. Este arreglo permite a los participantes

situarse dentro de una distancia óptima hacia al micrófono ( típicamente no más de un metro). El sonido directo de los participantes es entonces mucho mayor que el ruido y la reverberación.

#### 4.3.1.2 Colocación de micrófonos.

La distancia crítica ( $D_c$ ) del cuarto es una buena guía para la colocación del micrófono cuando se considera junto con el ruido ambiental presente en el cuarto. La distancia crítica de un cuarto es el punto, relativo a la fuente, al cual el sonido arriba directamente desde la fuente que es igual en intensidad a los sonidos que arriban por reflexión alrededor del cuarto. Un micrófono omnidireccional situado a una distancia crítica tendrá iguales cantidades de sonido directo y reflejado en su salida. Esta combinación de 50/50 de sonido directo y reverberante hacen a la voz el escucharse hueca, fatigante y difícil de escuchar para largos períodos de tiempo. Colocar el micrófono a la mitad de la distancia crítica resultará en una captación de la voz del participante con cantidades aceptables de reverberación.

Virtualmente los mismos resultados pueden alcanzarse usando un micrófono unidireccional a la distancia crítica. Con un micrófono unidireccional, la distancia crítica puede ser multiplicada por un número o factor especial denominado el factor de distancia. El factor de distancia representa el mejoramiento en la distancia crítica que un patrón direccional dado ofrece comparado a los resultados con un micrófono omnidireccional. Por ejemplo, un micrófono cardioide, con un factor de distancia de 1.7, puede ser situado a 1.7 veces más alejado que un micrófono omnidireccional podría y captará la misma cantidad de reverberación. El micrófono supercardioide tiene un factor de distancia de 1.9 y el hipercardioide tiene un factor de 2. Estos micrófonos teóricamente dan aún, una mayor ventaja sobre la distancia crítica, pero sólo si el participante está directamente "sobre el eje". El patrón de captación angosto de este tipo de micrófonos hacen que el estar directamente sobre el eje sea crítico y que los lóbulos traseros de captación puedan lograr ser un problema. Como se planteó anteriormente el micrófono cardioide es la mejor de las opciones.

#### 4.4 ESTABILIDAD DEL SISTEMA.

La figura 4-2 muestra las señales acústicas como se encuentran usualmente en las aplicaciones de videoconferencia. Los símbolos de altavoz pueden representar múltiples altavoces y el símbolo de micrófono representa la suma de todos los micrófonos mezclados ya sea de manera convencional o de manera automática.

En suma al acoplamiento entre la bocina y el micrófono, en la sala distante, existe un acoplamiento entre la bocina y el micrófono en la misma sala. Esto forma un lazo de retroalimentación el cual se comporta de manera similar a aquellos que gobiernan a la retroalimentación de osciladores. Dando una suficiente ganancia a la señal y un cambio apropiado de fase, el sistema oscilará.

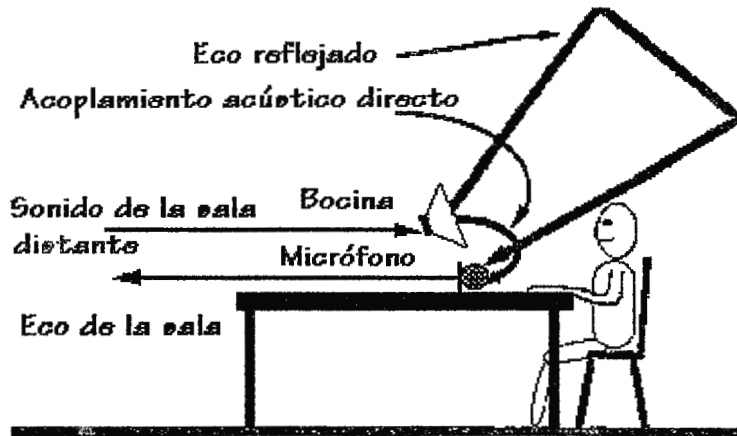


Figura 4-2 Fuentes sonoras en una sala de videoconferencia.

Para mantener una operación estable, la ganancia alrededor de todo el sistema de lazo extremo a extremo y el lazo local deberá ser menor a la unidad a todas las frecuencias. Mantener esta estabilidad es el principal reto para los sistemas de videoconferencia. Muchas de las prácticas que se han tratado anteriormente que mejoran la claridad y la inteligibilidad del audio de la videoconferencia ayudan también a reducir este efecto para mejorar la estabilidad de retroalimentación. Micrófonos unidireccionales y el control automático de micrófonos ayudan a evitar el acoplamiento directo entre bocina y micrófono. El tratamiento acústico en la sala ayuda a reducir los patrones reverberantes de bocina a micrófono. Sin embargo estas prácticas por sí solas no son suficientes para mantener la estabilidad de retroalimentación.

Si un sistema es ajustado para mantener la estabilidad de retroalimentación simplemente reduciendo el nivel de la bocina, el sistema generalmente estará más silencioso que lo deseado por alrededor de 6 dB en una sala optimizada o bien más allá de este valor para salas en condiciones no óptimas. Los sistemas sin control automático de micrófonos excederán a este valor por aún más. Un sistema con cuatro micrófonos deberá ser más silencioso 6 dB que el sistema equivalente con sólo un micrófono. Esta es la razón primaria del porqué los sistemas sin control de micrófonos casi nunca exceden más de dos o tres micrófonos.

Si el nivel de transmisión (ganancia en los micrófonos) son reducidos para alcanzar la estabilidad del sistema en lugar de los niveles de las bocinas, los niveles débiles son transferidos a la sala distante. Con tan sólo bajar las ganancias del audio de transmisión o recepción se logra la estabilidad del sistema deseada, pero deja al escucha con un nivel inaceptablemente bajo o con la necesidad de que el participante se acerque demasiado al micrófono. Debido a que los niveles son muy bajos, la única opción es el acercamiento excesivo del participante hacia el micrófono.

Una mejor manera de mantener la estabilidad en la retroalimentación es bajar temporalmente (atenuar) la señal de transmisión o de recepción. Este "supresor de retroalimentación" (no debe confundirse con supresión de eco), atenuará alternativamente el nivel de la señal recibida o transmitida automáticamente de acuerdo a la dirección de la conversación. La cantidad de atenuación requerida variará de acuerdo a la cantidad de acoplamiento acústico de la bocina al micrófono. Para el caso de una sala de videoconferencia óptima, la cantidad de reducción de supresión de retroalimentación es de 6 dB o menos. Cuando es manejado de una manera altamente interactiva, este nivel de supresión es imperceptible. Bajo estas condiciones, las transiciones del sistema para los modos de transmisión y recepción deberán ser uniformes y complementarios en cada sala.

#### 4.5 RUIDO AMBIENTAL.

El ruido ambiental no deberá exceder los 50 dBA (idealmente) para lograr resultados aceptables. Un decibel acústico (dBA), es la relación que existe entre una potencia acústica-mecánica de un sonido dado en relación a una potencia de referencia mínima que existirá al tímpano del oído.

Cuando el ruido sobrepasa el nivel de los 50 dBA, provoca que los usuarios aumenten el nivel de sus voces para ser escuchados dentro del cuarto y también requieren de un nivel más alto de captación de los micrófonos del sistema de videoconferencia.

Cuando los niveles de ruido ambiental son altos, los micrófonos deberán ser colocados cerca de los participantes para captar su voz de manera inteligible. La relación señal a ruido de la señal de los micrófonos del cuarto dependerá de la distancia a la que estén colocados con respecto a los participantes y de la cantidad de ruido ambiental presente en la sala. Una relación señal a ruido de al menos 20 dB es deseable para prevenir la fatiga de los escuchas. La relación señal a ruido de audio de un sistema es la relación del voltaje de valor cuadrático medio (RMS) de la señal de tono de prueba estándar contra el voltaje cuadrático medio (RMS) del ruido en las terminales de la salida del sistema. Puede considerarse como ruido a una señal extraña en la banda de 50 a 18 khz.

El nivel de audición preferido aumentará en la misma proporción en que el nivel de ruido ambiental aumente. Al bajar los niveles de ruido ambiental en la sala se logra que el sistema sea operado en niveles de conversación normales, lo que provocará que las videoconferencias sean escuchadas de una manera más natural.

#### 4.6 REVERBERACIÓN.

Siempre que una fuente continua de sonido está presente en un recinto se producen 2 campos sonoros. Uno es el campo de sonido directo de la fuente y el otro, el campo sonoro reverberante el cual se produce por las reflexiones de las superficies del recinto. En otras palabras cuando en un local se produce un sonido y repentinamente cesa el foco se producen diversas reflexiones en las paredes del local el cual persiste durante un tiempo que depende de las condiciones de dicha sala a este fenomeno se le denomina reverberación y se debe a la superposición de sonidos directos y reflejados lo que hace que el sonido sea mas confuso ya que las ondas se interfieren mutuamente y el tiempo que la señal sonora necesita para reducirse hasta el umbral de audición, se conoce como tiempo de reverberación. El tiempo de reverberación de un recinto está en función del empleo que tenga el local, así como también del volumen del mismo. Es necesario mencionar que el tiempo de reverberación dentro de la sala es un factor importante desde el punto de vista de que si se está utilizando un cancelador de eco, (cualquier señal de audio que se encuentre semejante será eliminada, pero esto implicara tener una proporcionalidad ya que si el tiempo de reverberación es grande, por lo que, para el diseño de la sala, se deberá considerar un tiempo de reverberación mínimo). La reverberación ideal para una sala de videoconferencia, de acuerdo a pruebas experimentales, es igual o menor a 0.4 segundos.

#### 4.7 CANCELACIÓN DE ECO.

En un sistema de teleconferencia, el audio del extremo remoto de la conferencia es amplificado por el sistema de conferencia y entregado por la bocina local. Algo de esta energía del sonido va directamente desde la bocina hasta el micrófono (acoplamiento acústico directo) y algo es reflejado por las paredes u otros objetos en la sala de conferencia (eco reflejado). Después de un tiempo de retardo dependiente del tamaño del cuarto y del sonido reflejado por las paredes del cuarto, este eco es también alimentado al micrófono.

Para el micrófono, estas señales de audio parecieran ser originadas en el cuarto y serán enviadas normalmente al extremo remoto, donde serán apreciadas como indeseable eco. El retardo en la señal de audio es particularmente molesto, siendo muy difícil para el escucha remoto entablar una conversación.

Para eliminar este eco indeseable, los sistemas de conferencia tradicionales y bocinas simplemente apagan el micrófono cuando detectan audio remoto. Esto bloquea efectivamente el eco al retornar al extremo remoto. Los sistemas más avanzados controlan los niveles de la bocina y micrófono de una manera más sofisticada, pero todavía bloquean el audio de una dirección u otra. Estos viejos sistemas proveen un canal de audio unidireccional ó "half-duplex", en el cual sólo una de las partes puede hablar a un tiempo sin cortar al otro extremo. En este sistema half-duplex, un participante continuo puede monopolizar el canal de audio, la interactividad normal es suprimida y las sílabas del habla al principio y final de las oraciones son frecuentemente cortadas. Las consecuencias negativas de este tipo de sistemas son muchas.

A las personas no les agrada utilizar sistemas como estos, porque se sienten frustrados al no ser capaces de expresarse propiamente. En el peor de los casos, información importante puede perderse debido a sílabas cortadas y palabras perdidas. Existe también un sentimiento de falta de control durante la conferencia, la cual puede conducir a una pérdida de productividad y desentendimiento de intenciones percibidas.

Este efecto es mayor en conferencias multipunto, donde participen tres ó más sitios. Cualquier habla o nivel alto de ruido de fondo, como un tosido o el cerrar de una puerta, en cualquiera de las salas provocará que los micrófonos se cierren temporalmente y entonces se interrumpirá la conferencia.

Afortunadamente, se ha descubierto recientemente una tecnología conocida como cancelación de eco, la cual elimina la necesidad de apagar o atenuar los micrófonos y bocinas proporcionando un canal de audio bidireccional o full dúplex. Esta tecnología ha mejorado aún más la calidad del audio.

En el proceso de cancelación de eco, la señal de audio que se recibe desde la sala remota es enviada a la bocina local. Es también convertida en una señal digital y guardada en una memoria de computadora (ver figura 4-3). La señal del micrófono local es también convertida a digital y un procesador de señal digital compara las dos señales.

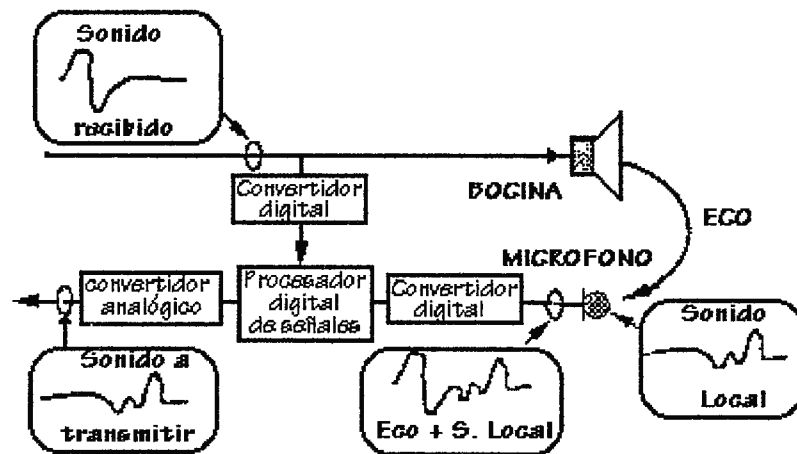


Figura 4-3 Sistema de cancelación de eco.

Cualquier similitud en estas dos señales será ocasionada debido a que los componentes de la bocina serán captados por el micrófono, ya sea vía acoplamiento directo o de reflexiones del sonido de las paredes de la sala de conferencia. El procesador de señal tiene una imagen guardada de la señal de audio enviada a la bocina, compara esta imagen a la de la señal recibida por el micrófono, determinando las similitudes que existen entre ellas. Estas similitudes son extraídas electrónicamente de la entrada del micrófono, dejando solamente el audio local. El resultado, que consiste sólo del audio local, libre de eco, es entonces enviado al sitio remoto.

El procesador esencialmente construye un modelo electrónico de las propiedades acústicas de la sala de conferencias. Para una cancelación de eco efectiva, no sólo deberá ser exacto este modelo, sino que también deberá de

ser constantemente reconstruido , para prevenir cambios en las características acústicas de la sala.

La acústica de la sala depende siempre de factores variables como el número de personas en el cuarto y la disposición de los micrófonos. Los cambios en estos factores deberán ser compensados rápidamente en el cancelador de eco para alcanzar la construcción de un modelo apropiado.

El tiempo en el cual el procesador construye el modelo correcto es llamado el "tiempo de convergencia". Un tiempo de convergencia corto resultará en un canal de audio más robusto y estable, con menor cantidad de eco al principio de la conferencia o cuando las condiciones cambien.

Los cálculos que deben ser ejecutados para construir y mantener este modelo toman una cantidad considerable de poder de procesamiento, y requieren de el uso de circuitos integrados específicos.

#### **4.7.1 Ventajas de la cancelación del eco.**

Debido a que el eco acústico es removido electrónicamente en vez de acústicamente, se necesita dar menor atención a la colocación de la bocina y micrófono y las características acústicas de la sala. Los micrófonos omnidireccionales podrían ser utilizados y las salas de conferencias, con muy poco o nada de tratamiento acústico pueden ser utilizadas brindando servicio como salas de videoconferencia. Con micrófonos omnidireccionales no existen zonas muertas y aún comentarios en voz baja pueden ser escuchados por todas las partes.

Debido a que el acoplamiento acústico entre bocina y micrófono es menos importante, una disposición de micrófonos más flexible es posible, usualmente resultando en la utilización de sistemas menos complejos, lo que mejora la apariencia de cualquier sala de conferencia y reduce los costos totales.

En adición, con una cancelación de eco de alta calidad se puede lograr un canal de audio natural bidireccional.

#### **4.8 AIRE ACONDICIONADO.**

El acondicionamiento de aire es un proceso que tiende al control simultáneo, dentro de un ambiente delimitado, de la pureza, humedad, temperatura y movimiento del aire. El aire acondicionado no depende de las condiciones climáticas exteriores. El acondicionamiento de aire se puede realizar de las siguientes maneras:

1° Enfriándolo

2° calentándolo

3° quitándole humedad

4° añadiéndole humedad al seco ó parcialmente seco

5° comprimiéndolo. Los márgenes de confort de trabajo, para personas ocupadas en actividades normales desde el

punto de vista de temperatura son de 18 a 23°C en invierno y de 22 a 28°C en verano dentro de los recintos de trabajo.

Un sistema de ventilación o de aire acondicionado bien diseñado deberá funcionar normalmente sin generar o transmitir ninguna vibración o ruido aéreo, y tampoco deberá permitir el paso de una conversación al transmitirla entre dos recintos conectados por el mismo conducto de aire. El ruido que aporta un sistema de ventilación al ruido total de un recinto puede reducirse mediante las siguientes medidas:

1° Una elección e instalación adecuada de los motores, ventiladores y rejillas. Estos últimos son las principales fuentes de ruido que se transmite a través del aire y a través de las vibraciones en estructuras mecánicas.

2° Un diseño aerodinámico del sistema de transmisión de aire de tal forma que se evite la formación de turbulencias. Cuando el aire fluye a través de una conducción, las obstrucciones de cualquier tipo (curvas, ramificaciones laterales, cambios de la sección del conducto, rejillas, etc. ) producen corrientes en remolino o cualquier otra forma de flujo turbulento. Como consecuencia de estas turbulencias se generan ruidos que contienen sonidos de todas las frecuencias. Sin embargo, los ruidos que proceden de este mecanismo, suelen tener un porcentaje mayor de ruido en las altas frecuencias que los ruidos generados por el sistema motor-ventilador. Por lo tanto, un diseño aerodinámico conducirá hacia una reducción efectiva del nivel de ruido. Algunas veces las turbulencias harán que algunas partes del sistema entren en vibración, más concretamente las paredes de los conductos sin ningún tipo de recubrimiento darán por tanto al ruido un timbre muy determinado.

3° Aplicación del tratamiento absorbente adecuado en el interior de los conductos y dentro de los recintos de los equipos. El recubrimiento deberá añadir un cierto amortiguamiento mecánico a las paredes del tubo para evitar que entren en resonancia. Si el recubrimiento tiene un bajo coeficiente de conductividad térmica como sucede normalmente, no será necesario un posterior aislamiento térmico del conducto. Como contrapunto a esto, el recubrimiento incrementa la resistencia al flujo de aire en el interior del tubo. Las propiedades acústicas de los materiales que se requieren para el recubrimiento de conductos son algo más precisas que la necesarias para el tratamiento acústico de recintos. Deberán ser resistentes a la humedad y deberán ofrecer la mínima resistencia posible al paso del aire. Es esencial que estos materiales sean resistentes al fuego, de hecho las conducciones combustibles están prohibidas por la mayoría de las leyes de construcción. Por esta razón, la mayoría de los materiales de recubrimiento son de naturaleza mineral que normalmente se consolidan como un aglutinante incombustible que proporciona una rigidez estructural adecuada y evita que la corriente de aire arrastre las partículas minerales.

## 4.9 AMUEBLADO

El amueblado está en función de la discreción de los propietarios de la sala de videoconferencia. La mayoría de las discusiones acerca de los muebles para las salas de videoconferencia terminan en la figura que deberá tener la mesa. Una variedad de formas y diseños de mesas han sido tratadas y por ende su realización dependería del cliente y el diseñador.

Hay que hacer notar que los muebles son uno de los factores mas importantes a la hora de hacer un diseño acustico ya que el amueblado tiene mucho que ver con los absorbentes sonoros.

En la figura 4-4 se presenta una de las formas de mesa más populares -- una mesa trapezoidal la cual es más ancha del extremo situado frente a los monitores de videoconferencia --. Esta figura es popular porque permite a las personas alrededor la mesa interactuar con cada uno de ellos fácilmente, al igual que con las personas situadas en el otro extremo del enlace de conferencia.

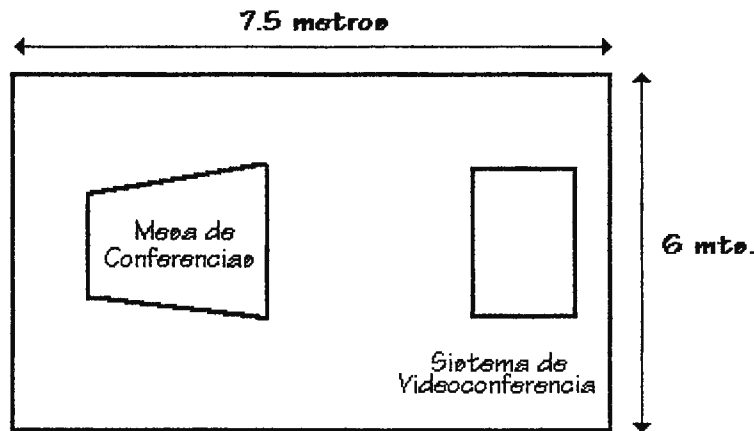


Figura 4-4 Amueblado para una sala de videoconferencia.

Es realmente una manera de preferencia individual y debería estar decidida con un buen entendimiento de los diferentes grupos que utilizan la sala.

Para el caso del amueblado de una teleaula, se deberá contemplar la necesidad de escritura para los asistentes, así como el espacio necesario que permita la colocación de dispositivos y materiales didácticos auxiliares (computadora, cuadernillos de estudio, etc.), además de los dispositivos propios del sistema o sala, (micrófonos si es que es el caso); esto se aplica también para el instructor.

#### 4.10 SUBSISTEMA DE VIDEO.

La configuración de equipo de videoconferencia en la sala son tan variadas como las aplicaciones para videoconferencias. Todos los paquetes de equipo tienen subsistemas comunes: El subsistema de video, el subsistema de audio y el subsistema de control.

Es imposible discutir cada una de las posibles combinaciones de equipo, pero existen algunas generalizaciones de equipos a contemplar que pueden ser de gran ayuda para su comprensión.

Un sistema bien diseñado es aquel que no utiliza más que los dispositivos que sean absolutamente necesarios. Los requerimientos básicos son entregar video proveniente de las cámaras hacia el codec, y desde el codec hacia el (los) monitor(es). Más allá de esto existen un número de funciones las cuales varían en importancia, y de nuevo, dependen mucho del uso propuesto para la sala de videoconferencia.

La figura 4-5 identifica los elementos claves del subsistema de video. La línea horizontal más gruesa divide el lado de transmisión (arriba) del lado de recepción (abajo).

El sistema entero puede ser pensado como los dispositivos que generan video, los dispositivos que reciben video, y los dispositivos que portan (o mueven) el video de un extremo a otro. El codec es único porque genera y recibe video.

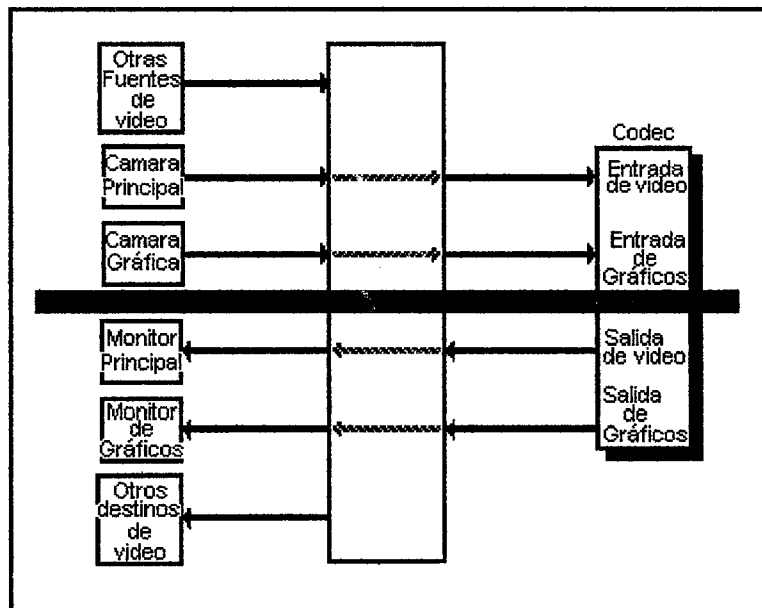


Figura 4-5 El subsistema de video.

Es adecuado discutir primero acerca del sistema de distribución de video porque es responsable de la conexión de las fuentes de video a los destinos del video. Las fuentes de video incluyen cámaras, proyectores de diapositivas, salidas de videograbadoras para reproducción, las salidas de video del codec, etc. El destino del video

incluye: monitores de video, entradas de videograbadoras para grabación, entradas del codec para transmisión, impresoras de video, etc.

El sistema de distribución puede ser tan simple como un cable con el cual se conecte directamente la salida de la cámara a la entrada del codec, o tan complicado como un sistema de switcheo de video configurado para permitir que cualquier fuente de video pueda ser conectada a cualquier combinación de destinos de video a cualquier tiempo.

Las salas de videoconferencia existen en ambos extremos. La más simple es una sala con una cámara sencilla y monitor directamente conectados al codec. Esto funcionará sin problemas, el tiempo que sea necesario. Existen diseños que incluyen siete u ocho cámaras enrutadas a través de switches sofisticados al codec y a múltiples monitores.

Los participantes de una videoconferencia deciden que cámara será vista en el extremo lejano haciendo la selección en el sistema de control de la sala de conferencia. Normalmente sólo una cámara puede ser vista en el extremo distante en un tiempo dado.

El término de "video en movimiento" es utilizado para describir el video en vivo -- o con movimiento -- transmitido de una de las salas de videoconferencia a la otra. Esto se origina con la cámara principal de la sala de conferencia y es dirigida hacia la entrada del codec a través del sistema de distribución. El codec realizará la función de codificar y comprimir la señal de video y la pasará hacia la red de comunicaciones y al codec situado en el extremo distante donde será decodificada y mostrada.

Virtualmente cualquier videocámara (u otra fuente de video) puede ser enrutada a través del sistema de distribución al codec para su transmisión al otro extremo. Los sistemas de videoconferencia normalmente incluyen una cámara sencilla localizada al frente de la sala de conferencia y cerca del monitor principal de video. Está colocada cerca del monitor para mantener una ilusión de contacto visual con las personas en el otro extremo.

Los participantes de la conferencia tienden a mirar este monitor primero debido a que verán personas en el extremo distante. Localizar la cámara principal cerca del monitor principal da al participante la ilusión de que los participantes están mirando hacia la cámara, aunque estén actualmente mirando al monitor cerca de la cámara.

Muchas salas de videoconferencia continenen dispositivos de video gráficos los cuales facilitan la visualización de documentos (o imágenes guardadas en memoria) para que todos los participantes los vean -- a ambos extremos de la conexión de videoconferencia, el codec de video cuenta con una segunda entrada -- separada de la entrada principal de video -- la cual es capaz de transmitir una imagen simple de video "congelado".

El dispositivo gráfico más común de video es una cámara de documentos. Este dispositivo tiene una cámara de video suspendida sobre una pequeña tabla. Los documentos pueden ser situados en esta tabla dentro de la vista de la cámara. La salida de cámara es enrutada mediante el sistema de distribución de video a la entrada de gráficos del codec. Entonces, será posible transmitir una imagen "congelada" de la mesa de documentos al extremo distante.

Cualquier dispositivo de video puede funcionar como una fuente gráfica. Una cámara de documentos es la más típica. Algunas salas de videoconferencia incluyen una cámara montada en el techo sobre la mesa de conferencias. El posicionar la cámara sobre la mesa de conferencias permite a los participantes colocar documentos, u objetos grandes, en la mesa al frente de ellos para que puedan ser vistos por las personas situadas en el extremo

distante. Las computadoras personales algunas veces son también utilizadas para generar cartas o gráficas para transmisión.

Existen dispositivos especializados de video los cuales pueden ser diseñados para satisfacer las necesidades de los participantes, algunos de los más comunes pueden ser reproductores de videocintas y grabadoras, proyectores de video de diapositivas de 35 mm., Proyectores de videofilmes de 8 y 16 mm., "scanners" de video, impresoras de video, reproductores de video discos ó computadoras personales.

Si el dispositivo tiene una salida de video hay una buena oportunidad de poderlo interconectar al sistema de distribución de video. La utilidad de muchas salas de videoconferencia podría ser mejorada incluyendo algún equipo periférico común a las necesidades de presentación de los usuarios regulares de la sala.

Un acuerdo regular es que el sistema de videoconferencia permita a las personas llevar a cabo un tipo de encuentro al que ellos están normalmente acostumbrados. Esto es debido a que generalmente estas personas están acostumbradas a un sólo método de presentación de gráficas -- como por ejemplo las diapositivas de 35 mm. y los acetatos -- los cuales no pueden ser utilizados convenientemente dentro de una sala de videoconferencia, por los que los dispositivos apropiados de presentación de gráficos deberán incluirse por el diseñador de la sala.

El término "previo" es utilizado para describir la posibilidad del sistema de distribución la cual permite a los participantes de la conferencia visualizar imágenes de ellos mismos ( como se verían en el extremo distante), o el visualizar las imágenes de los gráficos antes de ser transmitidas. A través de un comando en el sistema de control de videoconferencia, las imágenes de las fuentes locales de video pueden ser visualizadas en los monitores locales. La característica del previo está incluida para permitir a los participantes de la conferencia estar seguros de cómo es que los están viendo en el extremo distante y de asegurarse a sí mismos que las imágenes correctas están siendo transmitidas.

#### **4.11 SUBSISTEMA DE AUDIO.**

El propósito fundamental del subsistema de audio es permitir a los participantes de ambos extremos de la junta escuchar y el ser escuchados. Esto es mucho más difícil de lo que parece. Ver figura 4-6. Los componentes principales del sistema de audio se muestran en la figura 4-7, los cuales se describirán de una manera breve a continuación.

Uno o dos micrófonos se sitúan normalmente en la mesa de conferencias en un lugar que permita cubrir el audio de los participantes. Se utilizan normalmente micrófonos direccionales con lo cual se pretende reducir la cantidad de sonido captado desde la bocina. Las ondas sonoras se debilitan conforme recorren más distancia, por lo que las personas que estén alejadas de la mesa no serán escuchadas con la misma claridad que las personas situadas alrededor de la mesa.

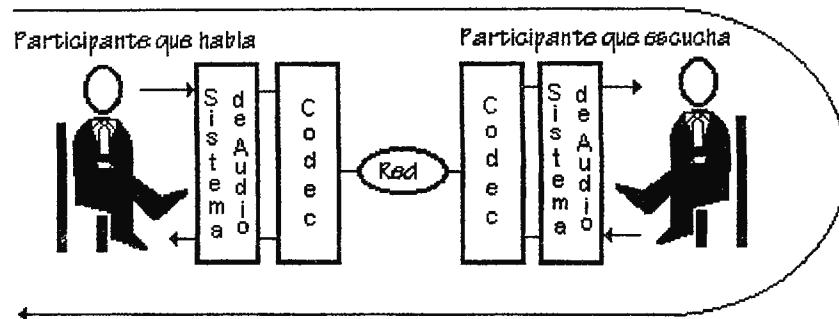


Figura 4-6

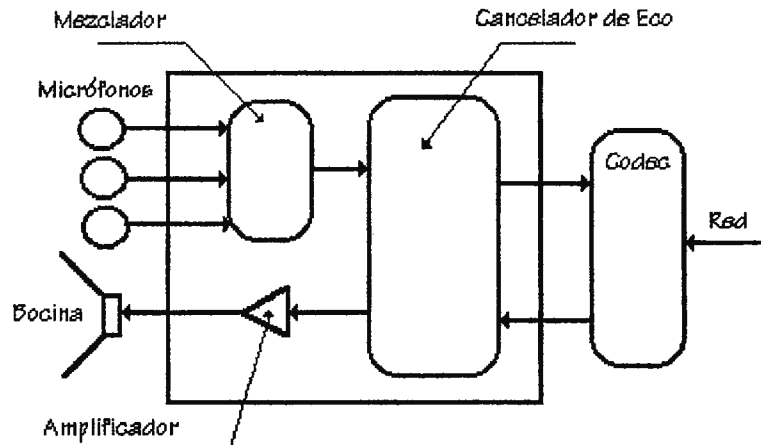


Figura 4-7 El subsistema de audio.

El mezclador de audio combina todas las fuentes de audio de la sala local en una sola señal de audio. Esto deberá incluir a todos los micrófonos, la salida de audio de los reproductores de cinta, o de cualquier otra fuente que requiera de ser escuchada en el extremo distante.

El cancelador de eco tratará de remover las señales que representen eco potencial de la línea de transmisión. Los métodos empleados varían entre fabricantes. Es importante notar que el cancelador de eco varía el sonido transmitido a la sala distante ( cuando se detecta eco potencial). La mayoría de los canceladores de eco no hacen nada con el eco que entra a la sala local proveniente de la sala distante.

Los amplificadores reciben el audio desde la sala distante después de que fue procesado por el cancelador de eco, lo amplifican y lo envían a las bocinas. Las bocinas o monitores de audio son el punto final para las señales de audio dentro de la sala. Están localizadas normalmente en algún lugar cerca del monitor para aumentar la ilusión de

contacto con el punto distante. Es natural voltear la cabeza hacia la dirección desde la cual proviene el audio, esto es, cerca del monitor principal -- donde podrá observarse a los participantes del otro extremo -- la ilusión del contacto es reforzada.

#### 4.12 SUBSISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control de la videoconferencia es el corazón y el alma de la videoconferencia porque es lo que los participantes de la conferencia tocan y sienten. No hay duda de que la calidad del audio y el video está relacionada directamente al codec y al modo de compresión utilizado. Sin embargo la mayoría de los participantes de la conferencia se llegan a acostumbrar al nivel de calidad de la imagen. El sistema de control -- en el panel de control situado sobre la mesa de conferencias -- es lo que ellos tocan y usan día a día. Un sistema de control de la sala de videoconferencia tiene dos componentes claves: el panel de control ( el cual normalmente se sitúa sobre la mesa de videoconferencia) y el sistema de control central.

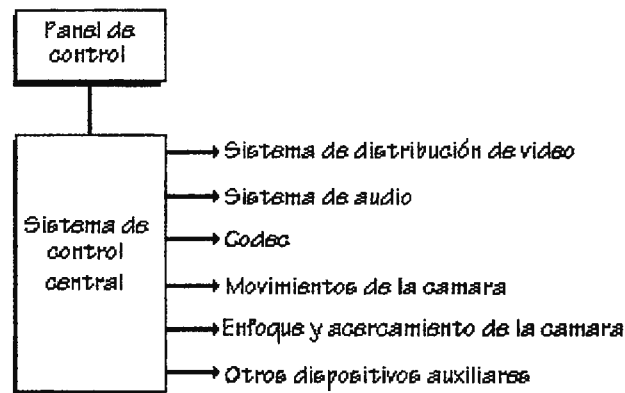


Figura 4-8 El subsistema de control.

Es a través del control que los participantes trasladan sus deseos hacia acciones. Ellos seleccionan cuál fuente de video será vista en el extremo distante, como son posicionadas sus cámaras, cuándo una videogradora reproducirá un material, etc. El sistema de control central actúa cuando los botones del panel de control son oprimidos por los participantes de la conferencia.

Los participantes de la conferencia no deberán ser confundidos con detalles pertenecientes a las interfaces del sistema de control a otros dispositivos en la sala. Su interés sólo abarcará que el panel sea de fácil uso y comprensión. Es por esto que, su diseño y funcionalidad llegan a ser un factor crítico. La mayoría de las salas capaces técnicamente sufrirán de la falta de uso si el panel de control no simplifica la operación hasta el punto en que cualquiera puede

utilizar la sala con el mínimo de entrenamiento.

Un panel de control puede ser semejante al de la figura 4-9. Esta figura muestra el panel de control principal utilizado por un fabricante. Esta presentado en una pantalla sensible al tacto. La pantalla puede también contener otras pantallas o botones adicionales.

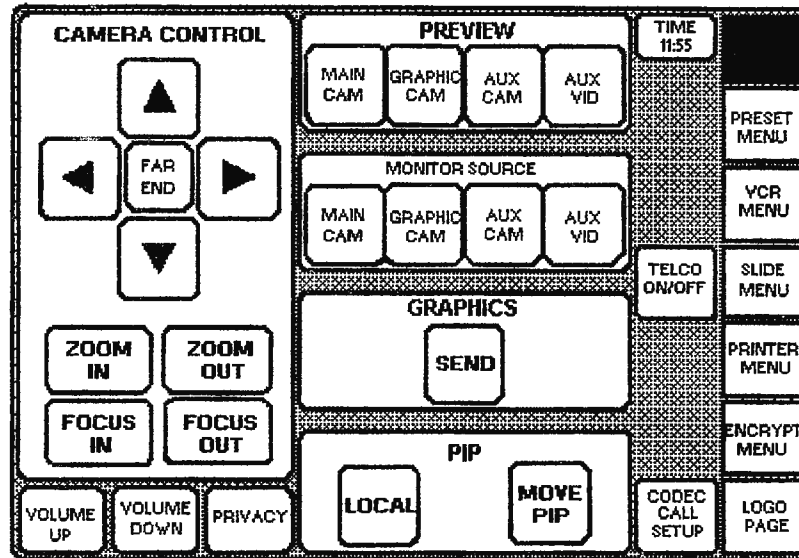


Figura 4-9 El panel de control.

El potencial para un panel de control crece con la complejidad de la sala de videoconferencia. El diseñador de la sala constantemente camina en aquella línea fina entre la provisión de todas las características que el considera necesarias y el mantener la sala simple y de fácil uso.

#### 4.13 ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE SALAS.

La calidad de la audición sonora, o el ambiente acústico necesario para facilitar una escucha determinada, depende de las exigencias de empleo de los recintos, por ejemplo, en teatros, auditorios, estudios de grabación sonora, etc., la audición es más crítica que en viviendas, oficinas, etc.

Los problemas más importantes que se presentan al tratar de acondicionar una sala, son principalmente los referidos al aislamiento y al acondicionamiento acústico.

El primer punto consiste en obtener un buen aislamiento, tanto contra el ruido aéreo como contra el ruido estructural, entre los diferentes locales, para los que es necesario tener en cuenta en el momento de diseño, las leyes fundamentales del aislamiento acústico, considerando los materiales que se emplean para construir las paredes

divisorias, el espesor de las mismas, la existencia de paredes dobles, puertas, ventanas, la perforación de paredes, techo o suelo para servicios básicos, tales como potencia eléctrica, aire acondicionado, cableado de sistemas, junto con conductos ruidosos de sistemas de aire acondicionado.

El segundo punto a tomar en cuenta, es obtener un buen acondicionamiento acústico, para lo cual se tratará internamente las paredes, puertas, ventanas, techo y suelo. También será necesario un grado de difusión acústica uniforme en todos los puntos del mismo, considerando que sus propiedades acústicas se deben a las reflexiones de las ondas acústicas en todas las superficies límites (paredes laterales, suelo y techo, fijándose en que el valor del tiempo de reverberación sea idóneo en cada caso).

En muchos locales el acondicionamiento térmico, y sus sistemas de climatización, son muy importantes, con el fin de que su aportación sonora, al nivel sonoro ambiental sea prácticamente nula. Por este mismo tema, debe cuidarse el sistema de iluminación, con el fin de que no introduzca ruido aéreo al ambiente sonoro de la sala.

La propiedad característica de muchos recintos para la palabra, es que cuanto se diga en ella, debe de oírse clara e inteligible, y de que el timbre de la voz de quienes hablan no varíe. Los recintos para música, pretenden transmitir la música con gran calidad.

Los datos más característicos que deben tenerse en cuenta para obtener un buen diseño de todos los locales son: niveles de ambiente de ruido , tiempo de reverberación y pérdidas de transmisión acústica de paredes, suelos y techo.

Los materiales y estructuras acústicas, se pueden describir como aquellos que tienen la propiedad de absorber o reflejar una parte importante de la energía de las ondas acústicas que chocan contra ellos.

Pueden emplearse para aislar y para acondicionar acústicamente, de diferentes maneras:

- 1 Como estructuras para reducir la transmisión sonora.
- 1 Como elementos para barreras y cerramientos.
- 1 Como unidades suspendidas individuales.
- 1 Como recubrimientos de paredes, suelos y techos.

El aislamiento acústico consiste en impedir la propagación de una señal sonora, mediante diferentes obstáculos reflectores, para lo que son necesarias paredes duras y pesadas, que reflejan el sonido, pero no lo absorben . También se puede realizar el amortiguamiento del sonido, mediante la absorción del mismo. El aislamiento de vibraciones consiste en impedir la propagación de las vibraciones, mediante sistemas que vibren en concordancia de fase, es decir, con cuerpos de dimensiones pequeñas frente a la longitud de onda. La frecuencia límite entre sonido y vibración de un cuerpo sólido se puede situar alrededor de los 100 Hz. Los materiales empleados para aislar a ruido aéreo, que es el sonido no deseado transmitido por el aire, son ladrillos de diferentes tipos, como por ejemplo de 15 cms., o de 30 cms., huecos, macizos, etc. Así mismo se emplean otros materiales como yeso, cartón-yeso , fibras de diferentes densidades y otros muchos tipos de materiales.

Los materiales acústicos se emplean también como superficies de acabado de diferentes tipos de construcciones, con el fin de satisfacer determinadas condiciones acústicas. Algunas de las propiedades que merecen considerarse, además de la absorción acústica, son el efecto decorativo, reflectividad luminica, mantenimiento, duración, resistencia al fuego, etc.

Las pérdidas de energía acústica en los materiales se pueden caracterizar mediante el coeficiente de absorción acústica  $\alpha$ , entendiéndose por tal a la relación entre la energía acústica absorbida por un material y la energía acústica incidente sobre dicho material, por unidad de superficie y que puede variar desde 1 ó 2 % al 100 % para diferentes materiales. El coeficiente de absorción de un material depende de la naturaleza del mismo, de la frecuencia de la onda sonora y del ángulo con el que la onda incide sobre la superficie. Ya que el coeficiente de absorción varía con la frecuencia, se suelen dar los mismos a las frecuencias de 125, 250, 500, 1 000, 2 000 y 4 000 Hz. Los materiales de acabado de interiores tales como hormigón, yeso, vidrio, mampostería, terrazo, etc. , son lo suficientemente rígidos y no porosos como para ser muy reflectantes, con unos coeficientes de absorción inferiores a 0.05, sobre todo a las bajas frecuencias.

Las alfombras y cortinas proporcionan una buena absorción sonora, en virtud de su porosidad. la absorción de las alfombras depende de un cierto número de factores, que incluyen altura de pelo, peso, tipo de apoyo, espesor y material del forro. En la mayoría de las alfombras, la absorción crece con la frecuencia, alcanzando valores elevados en las zonas de las altas frecuencias.

La absorción de las cortinas varía ampliamente dependiendo de su peso y de la cantidad de pliegue. la absorción se incrementa especialmente a las bajas frecuencia, separando las cortinas, algunos centímetros desde la pared

Los materiales acústicos comerciales utilizados para recubrir superficies de paredes y techos, se pueden clasificar de diferentes formas, dependiendo de las propiedades físicas y estructurales que se consideren, pudiendo exponer algunas ideas generales sobre los siguientes tipos:

- a) Materiales porosos
- b) Materiales para argamasas.
- c) Sistema de paneles metálicos perforados.
- d) Sistema de paneles rígidos.
- e) Absorbentes suspendidos.
- f) Gente y Muebles

#### 4.14 Alimentación y puesta a tierra de un sistema de Videoconferencia.

Este es uno de los aspectos mas importantes dentro de un sistema de videoconferencia ya que no solo se trata de distribuir las distintas cargas de los equipos que conforman el sistema de videoconferencia en un sistema de alimentación bifásico sino también proveer al sistema con un banco de baterías y una planta de emergencia con el fin de tener al sistema con toda disponibilidad ininterrumpidamente a pesar de que existan fallas en el servicio eléctrico local. en lo referente a la puesta a tierra es un aspecto que además de asegurar el buen funcionamiento del equipo a larga la vida útil del mismo.

Para el caso particular de los sistemas de videoconferencia instalados en el país la distribución la han realizado de la manera siguiente: El sistema de iluminación y los monitores están conectados a una fase y el CODEC, videograbadoras y panel de control se conectan a la otra fase, mientras que el sistema de aire acondicionado funciona con servicio trifilar (220 Vac). Esta distribución fue hecha por una empresa salvadoreña, para el caso particular en que se instale en la UDB habrá que tomar en cuenta la distribución de carga del edificio de eléctrica para determinar la mejor distribución de los equipos incluyendo también la instalación de un sistema VSAT ya que la mayoría del equipo estaría conectado a este edificio y que la sala que este en el salón de audiovisuales en el edificio "A" contara con todos los equipos del sistema de videoconferencia con excepción del CODEC, ya que para tener comunicadas las 2 salas se usara la red de fibra óptica que se instale en la ciudadela. En el capítulo 7 se dará mas detalle de la distribución que se haga para todos los equipos.

Con respecto al banco de baterías y la planta de emergencia esto dependerá de la potencia de consumo de todos los equipos que formen al sistema y del resto de equipos o dependencias que estén conectados al mismo sistema de alimentación que formen esta estructura. Debido a la estructura de la red eléctrica de la UDB resulta poco probable que se ponga una línea independiente para alimentar todos los equipos de videoconferencia es por eso que el banco de baterías y la planta de emergencia estarán destinadas para alimentar el equipo dentro del salón del edificio de eléctrica y el edificio "A" respectivamente.

Los equipos de videoconferencia deben ser adecuadamente aterrizado. Los objetivos básicos que se buscan son los siguientes:

- Asegurar que las personas en el salón estén libres de riesgos a los choques eléctricos de voltaje.
- Suministrar capacidad de conducción de corriente, tanto en magnitud como en duración adecuada para aceptar la corriente de falla a tierra que permite el sistema de protección de sobrecorriente sin provocar pequeñas áreas que pueden provocar fuego en el recinto
- Contribuir a un mejor funcionamiento del sistema eléctrico
- Protección del equipo.

#### 4.15 Acondicionamiento de 2 salas para videoconferencia una en el Edificio de Eléctrica en el CITT y la otra en el Edificio "A" de la UDB.

El salón de audiovisuales que se encuentra en el edificio de eléctrica en el CITT cuenta con un volumen aproximado de 360 Mt , el cual ha sido tomado para la ambientación de la sala de videoconferencia al igual que el salón de audiovisuales del edificio "A" el cual cuenta con un volumen aproximado de 190Mt cubicos .

En la siguiente propuesta de ambientación no se ha realizado un estudio acerca de los niveles de ruido generados externamente e internamente en la sala. En cuanto a la iluminación se tomo como patrón la usada en le sala del departamento de capacitación de ANTEL y las especificaciones dadas en el presente capitulo , asi tambien se han tomado parámetros y condiciones que permitan asegurar la climatización , aislamiento acústico, iluminación y reverberación, con las condiciones actuales de estas dos salas se ha tratado de llevar a una adecuación optima considerando los costos y la posibilidad de tener una sala de videoconferencia aceptable.

Debido a la ubicación geográfica de la Ciudadela y de los salones dentro de esta no ha sido necesario considerar materiales de construcción externos ya que al estar en una zona alejada del trafico y de zonas industriales. Además casi ningún sistema de los que se encuentran en los edificios o en sus alrededores se considera ruidoso.

La adecuación que se propone inicia con la colocación de un sistema de aire acondicionado independiente ya que en ninguno de los edificios existen ductos para este y solo se tendría que colocar una pequeña manguera para avacuar el agua.

En lo referente a los cambios dentro de la sala hay que mencionar en primer lugar los aspectos en común que se cambiarían en las 2 salas como seria el de colocar una alfombra en el piso pero colocando entre la alfombra y el piso fibra no compacta como esponja o fibra de vidrio con un grosor no mayor de 1 pulgada, además de cambiar las puertas de metal por puertas de madera y en las ventanas colocar cortinas con una cierta separación de la pared para mejorar un poco mas la absorción del sonido. Los muebles que se ocupen serán del mismo tipo de madera y tendrán el mismo diseño.

Las diferencias que se puedan dar entre los salones serian: En el salón de eléctrica seria de cambiar las paredes falsas por paredes de yeso y en el plafon de techo falso colocar sobre el fibra de vidrio para rellenar en buena parte todo ese hueco ya que el techo es de metal y este no atenúa el ruido aéreo pero con este relleno se evitar este problema y ayudaría a la misma acústica interna de la sala.

En el salón del edificio "A" no existen paredes falsas ni plafon de techo falso pero existen unas ventanas verticales las cuales habra que quitar y colocar en vez de ellas una loseta de yeso para evitar que el sonido externo generando afuera de la sala inter fiera en las secciones o que perjudique a la acústica interna de la misma.

En las perspectivas que se muestran al final de este capitulo se muestran como se verían las dos salas con los arreglos que se han mencionado anteriormente en las 2 salas.

A continuación se lleva a cabo el análisis para determinar el tiempo de reverberación resultante de las modificaciones realizadas en ambas salas:

Los coeficientes de absorción de los materiales sugeridos en la sala de videoconferencia son los siguientes:

Material	Coefficiente de absorción promedio (a)
Tela fruncida	0.420
Pared de yeso (1cm)	0.500
Fibra de vidrio (2.5cm)	0.627
Fibra de vidrio (15.25cm)	0.638
Madera (3mm)	0.180
Plafón del techo (1.5cm)	0.113
Loseta del piso falso (3cm)	0.080
Vidrio (6mm)	0.029
Alfombra	0.303
Ladrillo	0.037
Concreto	0.010
Mesa de madera	0.080
Persona en asiento tapizado (X2)	0.460
Persona de pie	0.440

Los materiales anteriores se utilizaron formando los siguientes arreglos:

Arreglos	Coefficiente de absorción aproximado promedio (a)
1.- Alfombra, loseta, fibra no compacta (15.25cm),concreto.	0.400
2.- Plafón del techo, fibra de vidrio, aire	0.540
3.-Pared de ladrillo	0.100
4.- Madera, aire, madera	0.120
5.- Madera, concreto.	0.100
6- Pared de yeso	0.500
7.- Mesa de madera (barnizada).	0.080
8.- Persona en asiento tapizado (X2).	0.460
9.- Persona de pie.	0.440
10.- Cortinas (tela fruncida)	0.420

NOTA: Los coeficientes de absorción de las tablas anteriores son a una frecuencia de 1 Khz.

Las áreas cubiertas por cada uno de los arreglos son las siguientes:

Arreglo	Área (metros cuadrados)
1	100
2	112
3	50
4	3.6
5	10
6	72
7	4.0
8	1.0
9	0.8
10	11.5

Tomando una muestra de cada uno de los arreglos se aproximó a los valores dados en tablas (Apéndices 3, 4 y 5 del Manual de Estudios y Controles para Grabación sonora del Dr. Manuel Recuero López), el coeficiente de atenuación para determinar el TOR (Tiempo Óptimo de Reverberación). Los resultados de las mediciones fueron los siguientes:

Arreglo	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 khz	2 khz	4 khz
1	0.11	0.13	0.17	0.40	0.31	0.22
2	0.17	0.13	0.10	0.10	0.21	0.40
3	0.15	0.10	0.05	0.03	0.04	0.02
4	0.61	0.65	0.30	0.12	0.10	0.05
5	0.25	0.34	0.20	0.10	0.10	0.04
6	0.09	0.20	0.42	0.54	0.50	0.48
7	0.10	0.11	0.10	0.08	0.08	0.11
8	0.30	0.33	0.40	0.46	0.39	0.35
9	0.36	0.43	0.47	0.44	0.49	0.49
10	0.10	0.21	0.41	0.42	0.40	0.35

Tomado de la tabla 8 del apéndice 3 del “Manual de Estudios y controles para grabación sonora”. Autor Doctor Manuel Recuero López. Universidad Politécnica de Madrid.

Una vez obtenidos los datos anteriores se procedió a calcular el tiempo de reverberación del recinto a las frecuencias determinadas para sacar la gráfica del tiempo de reverberación contra la frecuencia. Para calcular el tiempo de reverberación se emplea la fórmula de Sabine:

$$T = \frac{0.16V}{\sum_{i=0}^i \alpha_i S_i}$$

En donde:

- T es el tiempo de reverberación
- $\alpha$  es el coeficiente de absorción del arreglo i
- S es la superficie cubierta por el arreglo i
- V es el volumen interior del recinto, en nuestro caso es:

Antes debe descontarse el volumen que ocupan dentro del recinto los diversos objetos.

Volumen resultante interior con equipo y espectadores

Volumen interior = 360 metros cúbicos

Volumen monitores = 2.94 metros cúbicos

Volumen mesa = 15 metros cúbicos

Volumen personas = 1.125 metros cúbicos

Volumen objetos varios = 5.0 metros cúbicos

(plantas, cámara, pizarrón, etc.)

**Volumen resultante = 336.935 metros cúbicos.**

T para 125 Hz:

$$0.161(336.935 \text{ m})$$

$$T = \frac{0.161(336.935 \text{ m})}{(100)(0.11)+(112)(0.17)+(50)(0.15)+(3.6)(0.61)+(10)(0.25)+(72)(0.09)+(4.0)(0.10)+(1.0)(0.30)+(0.8)(0.36)+(11.5)(0.1)}$$

$$T = 1.066$$

T para 250 Hz

$$T = 0.964 \text{ seg.}$$

T para 500 Hz.

$$T = 0.775 \text{ seg.}$$

T para 1000 Hz.

T= 0.546 seg.

T para 2000 Hz.

T= 0.544 seg.

T para 4000 Hz.

T= 0.501 seg.

La gráfica resultante esta ilustrada en la fig. 4-10

La gráfica se observa que el tiempo de reverberación es mayor para las bajas frecuencias y que el tiempo de reverberación disminuye con las altas frecuencias aunque hay que hacer notar que el tiempo ideal para esto seria de 0.4 segundos y que con el análisis hecho anteriormente se logra un aproximado ya que es de 0.501 segundos lo que hace que la sala pueda ser tomada como aceptable ya que la disminución en el tiempo de reverberación va en disminución de acuerdo a la frecuencia y esto es un requisito que debe ser tomado muy en cuenta.

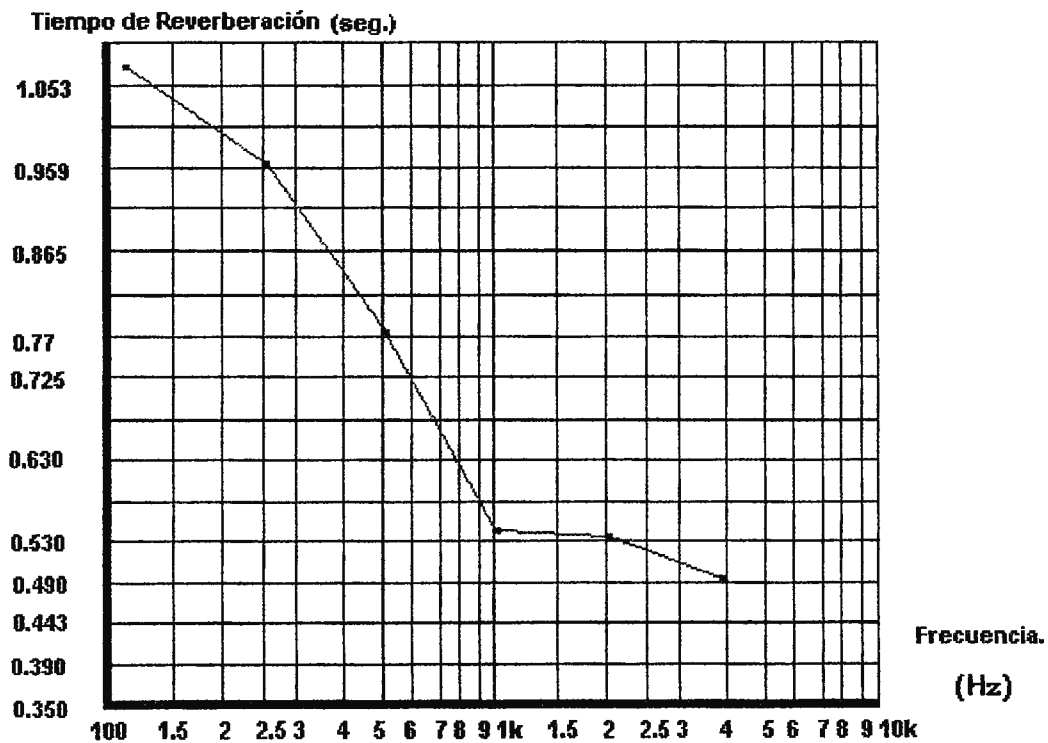
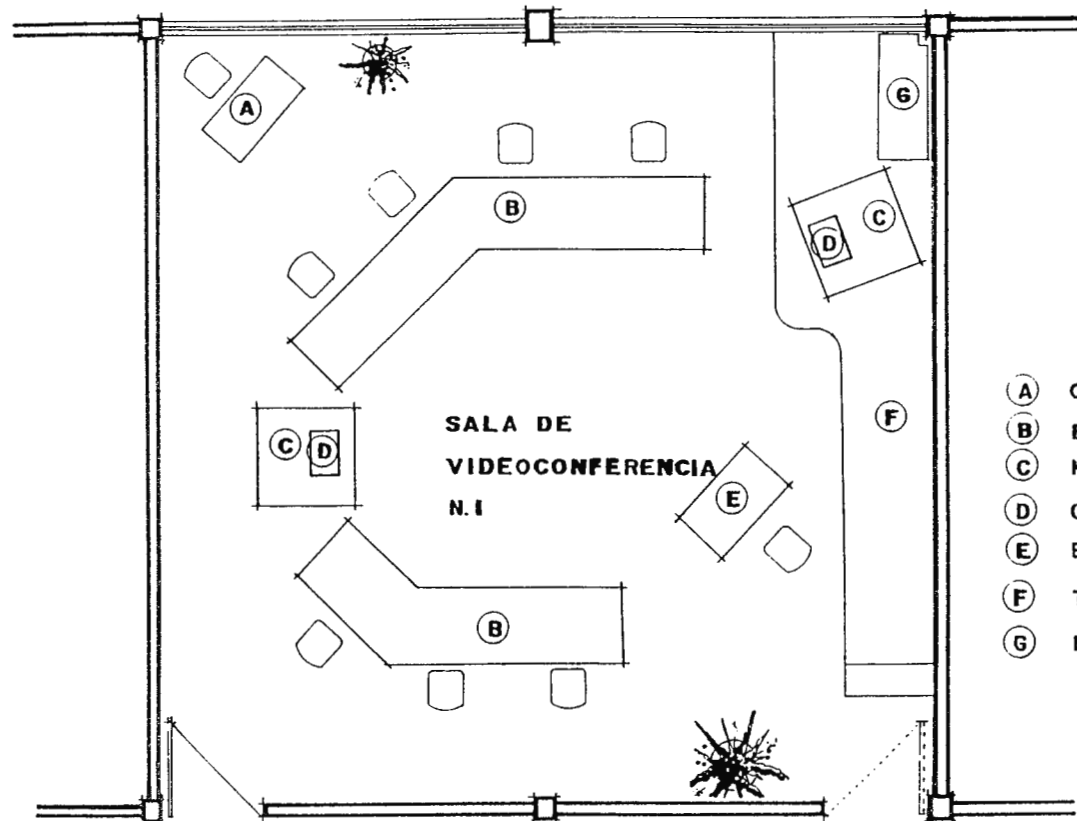


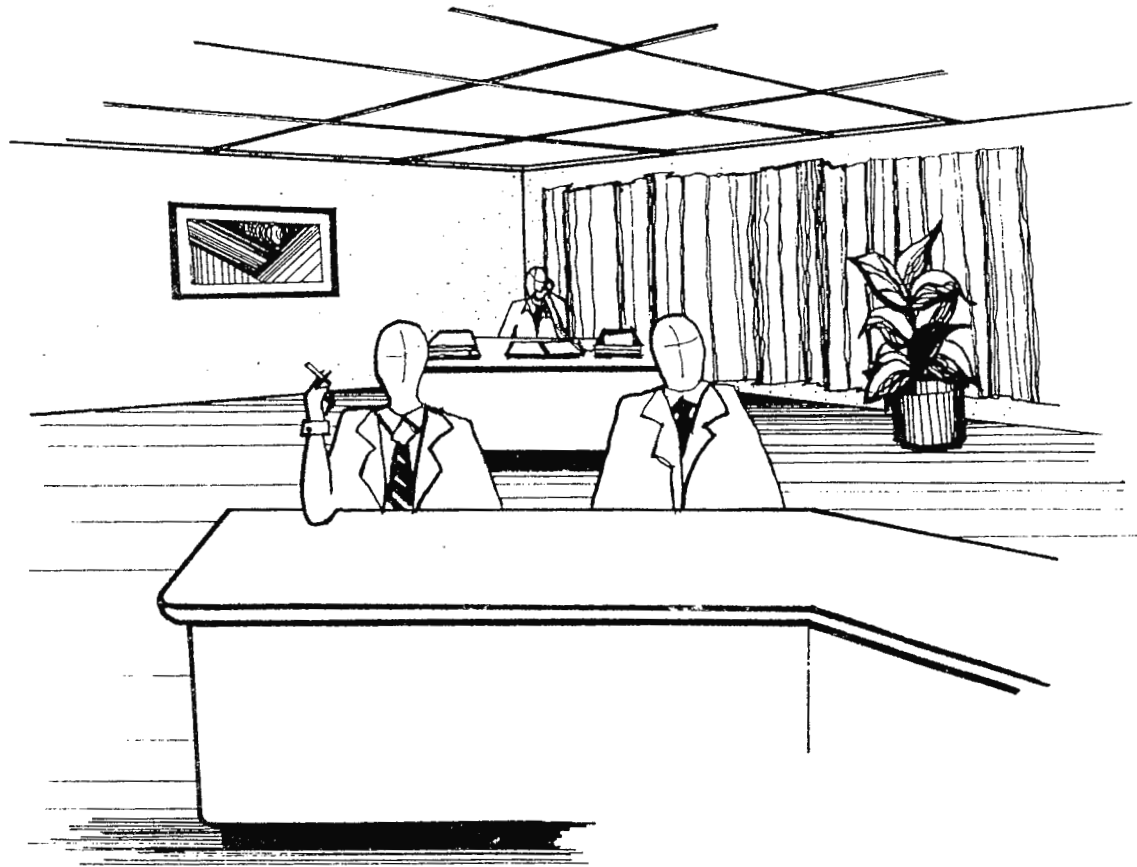
FIG 4.10



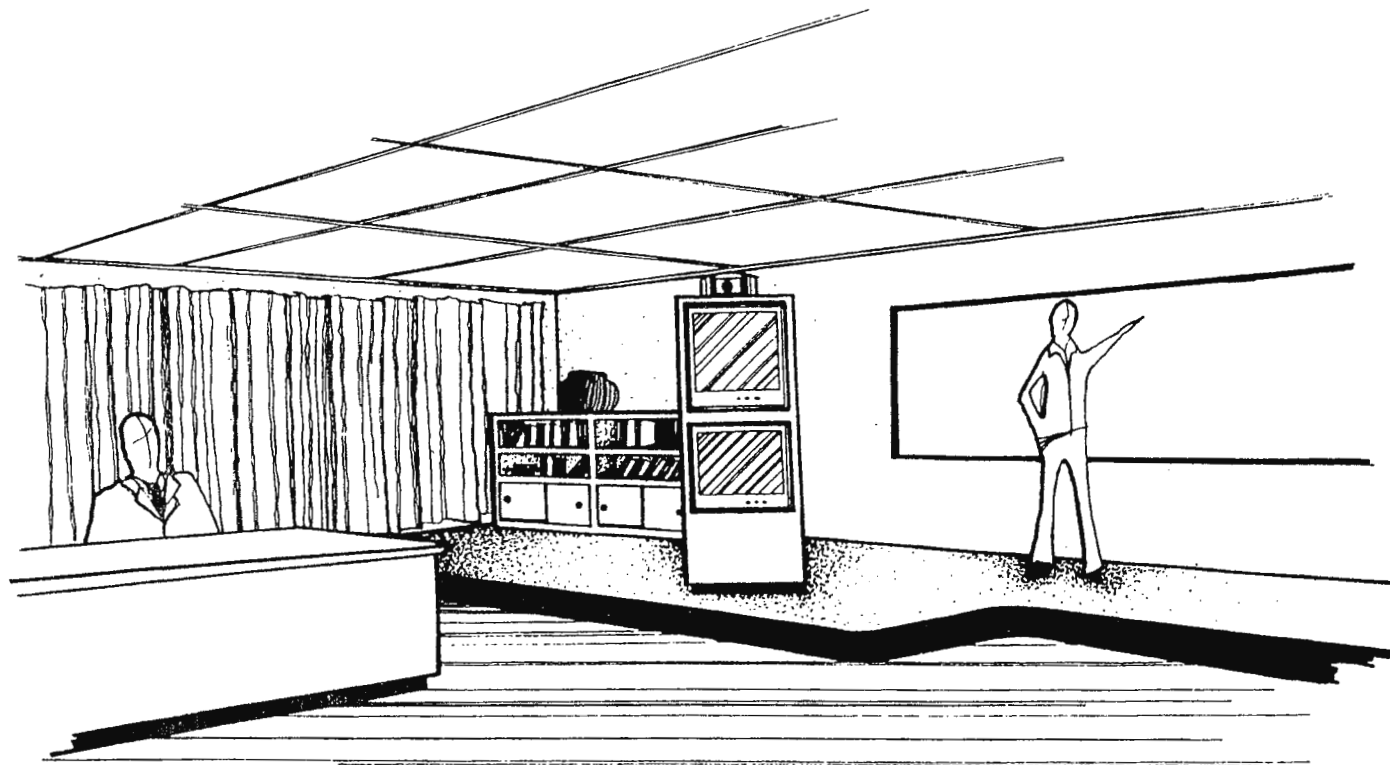
- (A) Operador
- (B) Escritorios
- (C) Monitores
- (D) Camaras
- (E) Escritorio de conferenciante.
- (F) Tarima
- (G) Librera

**PLANTA ARQUITECTONICA**

**ESC. 1:50**

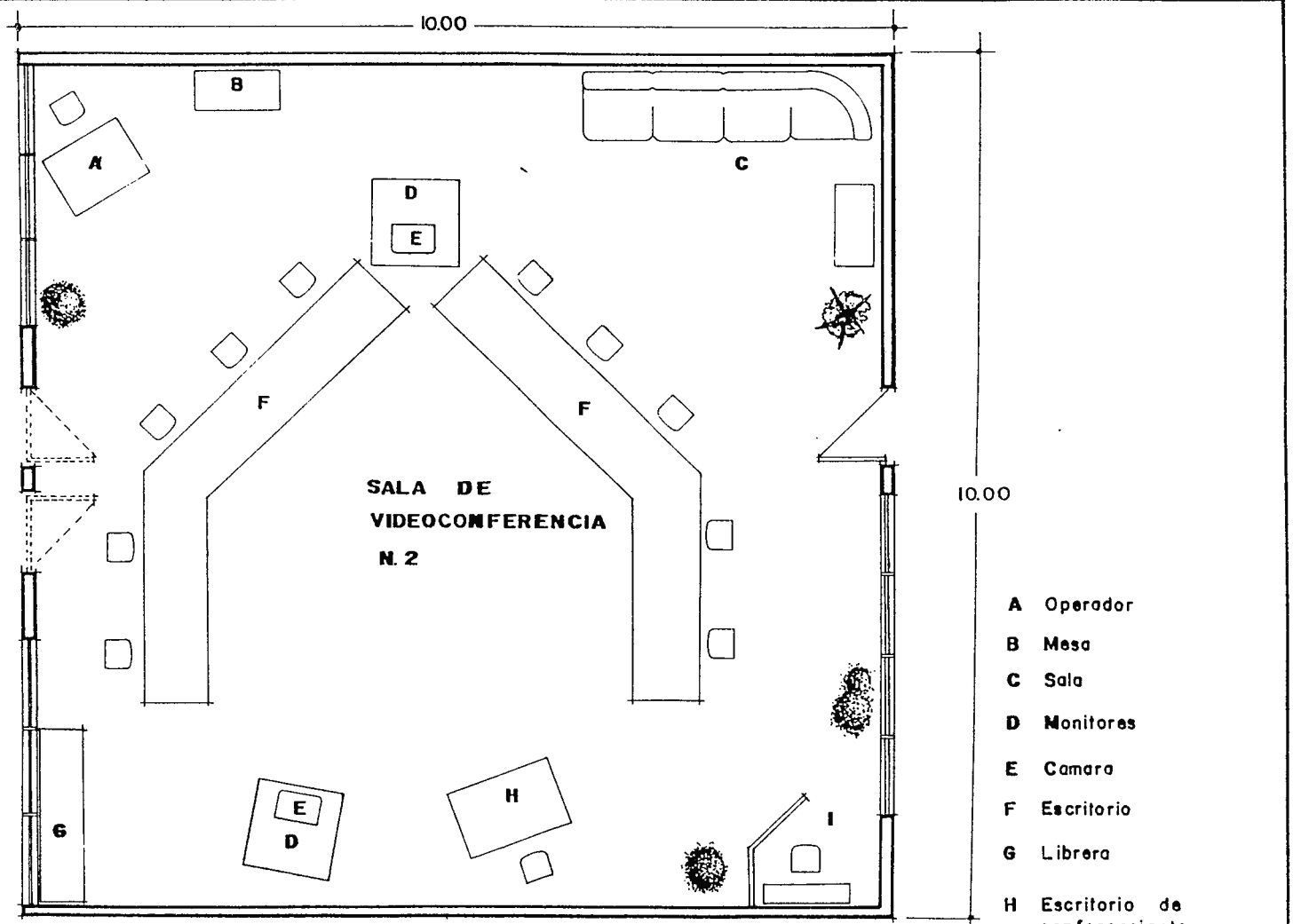


**PERSPECTIVA INTERIOR**  
**SALA DE VIDEOCONFERENCIA I**



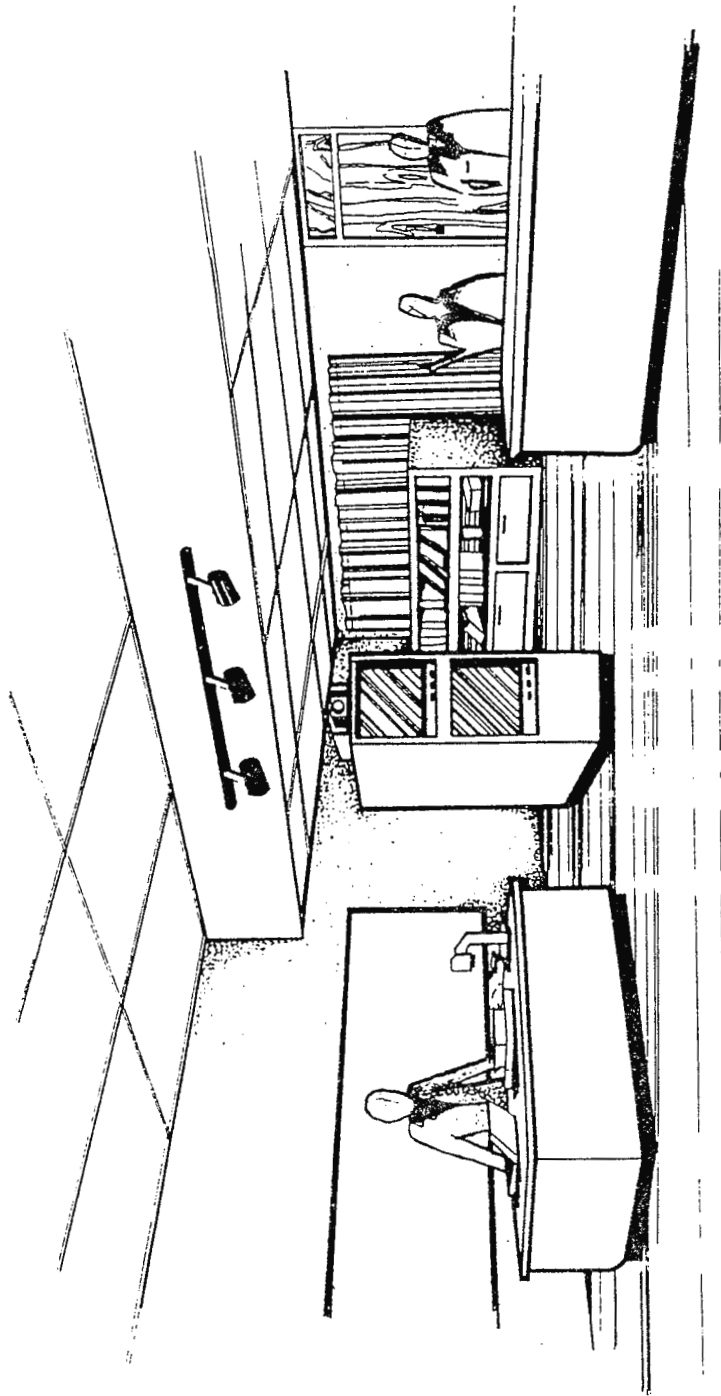
**PERSPECTIVA INTERIOR**

**SALA DE VIDEOCONFERENCIA 1**



**PLANTA ARQUITECTONICA**

**ESC. 1:50**



**PERSPECTIVA INTERIOR**

**SALA DE VIDEOCONFERENCIA 2**

## CAPITULO V Sistema VSAT Aplicado a la Videoconferencia.

### 5.1 INTRODUCCIÓN.

Las comunicaciones en el mundo han tenido un desarrollo muy acelerado con el crecimiento de la información de comunicaciones por satélite en especial en el área de Latinoamérica, ya que estas han tenido su principal objetivo en el área comercial las cuales se iniciaron en 1965. Ahora esta infraestructura esta convirtiéndose en una herramienta para la educación ya que las comunicaciones satelitales abarcan casi todos los rincones de la tierra lo que hace que la Videoconferencia vaya teniendo mas opciones de comunicación a nivel global.

Para el presente capitulo se describirá lo que es la tecnología VSAT la cual hace uso de los enlaces satelitales y que se ha propuesto con el objetivo de tener Videoconferencia con otros países de distintas regiones en el mundo. Se describen los aspectos básicos para tener una Videoconferencia usando VSAT para esto se tocaran los factores determinantes de un diseño, características, especificaciones y las partes que conforman el subsistema de comunicación de una estación terrena convencional.

También se proporcionara información sobre los distintos puntos en el mundo a los cuales se podra tener acceso de comunicación, así como también los satélites que nos puedan dar acceso tomando en cuenta que en el otro extremo se cuente con otro sistema de Videoconferencia sino igual pero si compatible con el que se cuente en la UDB.

### 5.2 Definición de VSAT

Las redes VSAT (Very Small Aperture Terminals) son redes privadas de comunicación de datos vía satélite para intercambio de información punto-punto o, punto-multipunto (broadcasting) o interactiva.

Sus principales características son:

- Redes privadas diseñadas a la medida de las necesidades de las compañías que las usan.
- El aprovechamiento de las ventajas del satélite por el usuario de servicios de telecomunicación a un bajo coste y fácil instalación.
- Las antenas montadas en los terminales necesarios son de pequeño tamaño (menores de 2.4 metros, típicamente 1.3m).
- Las velocidades disponibles suelen ser del orden de 56 a 64 kbps o múltiplos de  $n \times 64$ .
- Permite la transferencia de datos, voz y video.
- La red puede tener gran densidad ( 1000 estaciones VSAT ) y está controlada por una estación central llamada HUB que organiza el tráfico entre terminales, y optimiza el acceso a la capacidad del satélite.
- Enlaces asimétricos.

- Las bandas de funcionamiento suelen ser K o C, donde se da alta potencia en transmisión y buena sensibilidad en recepción.

Debido a esto, entra a competir directamente con redes como la Red Pública de Transmisión de Paquetes X.25, o la Red Digital de Servicios Integrados.

Transmisión de datos, voz , video en sistemas VSAT.

Dependiendo de las aplicaciones del usuario, este puede querer transmitir una sola señal, como por ejemplo datos, o una mezcla de señales, como voz y video. Tanto voz como datos son transmitidos en formato digital, mientras que la transmisión del video puede ser analógica o digital.

Es en la transmisión de video, donde juega un papel importante las técnicas de compresión de señal de video como MPEG, para un uso más eficiente del ancho de banda de transmisión.

## DATOS

Las velocidades de transmisión de datos van desde 50 a 64 kbps, con interfaces tipo RS-232, y V28 para tasas menores de 20 kbps. La transmisión a mayores velocidades (generalmente hasta 128 kpbs), usan RS-422, RS-449, V11, V35 y X21.

La distribución de datos se puede multiplexar con la transmisión de video usando el sistema de MAC (Multiplex Analogue Components). De esta forma la transmisión sube hasta velocidades de 20Mbps.

## VOZ

La transmisión de datos sólo tiene interés en redes bidireccionales. La transmisión puede darse a tasas muy bajas usando vocoders (codificación de voz). Pueden ser multiplexadas con transmisión de datos típicamente en canales de 64 kbps. La transmisión sufre un retardo de unos 50 mseg por el vocoder, y de unos 500 mseg por el enlace.

## VIDEO

En el enlace de subida (HUB->VSAT), se hace uso de los standard de TV (NTSC, PAL, SECAM), con modulación FM, o bien puede ser implementado con MAC. En el enlace de bajada, debido a la baja tasa, se usa compresión y codificación digital. Debido a esto, sólo se transmiten imágenes, que no cambian substancialmente en el tiempo.

## 5.2.1 Configuraciones de un red VSAT

Las configuraciones típicas para una red VSAT son:

Estrella con comunicación:

Bidireccional.

Unidireccional.

Malla.

### 5.2.1.1 Red en estrella:

El uso de satélites geosacionarios impone las siguientes limitaciones:

Atenuaciones del orden de 200dB en salto de satélite.

Potencia de emisión del satélite limitada a algunos wats.

Por otra parte los terminales montan antenas de dimensiones reducidas y receptores con una sensibilidad limitada.

Por lo tanto los enlaces directos entre VSAT's no cumplen unos mínimos requisitos de calidad por lo que se necesita una estación terrena que actúe de retransmisor. Lo que nos lleva configuraciones tipo estrella, como se muestra en la figura 5.1

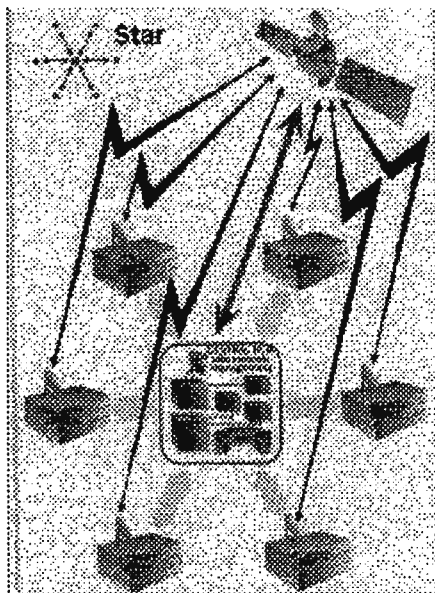


Figura 5.1

Conviene esclarecer los términos INBOUND y OUTBOUND que son aplicables a las redes en estrella.

INBOUND: transferencia de información desde un VSAT al HUB.

OUTBOUND: transferencia de información desde el HUB a un VSAT.

Se habla de redes estrella bidireccionales cuando las aplicaciones requieren que se comuniquen los VSAT's con el HUB y viceversa (existen tanto inbounds como outbounds).

Por el contrario en las redes estrella unidireccional sólo hay comunicación desde el HUB hacia los VSAT's (sólo hay outbounds).

#### 5.1.1.2 Red en malla:

Cuando es posible establecer un enlace directo entre dos VSAT's (cuando aumenta el tamaño de las antenas o la sensibilidad de los receptores) hablamos de redes VSAT en malla. (ver figura 5.2)

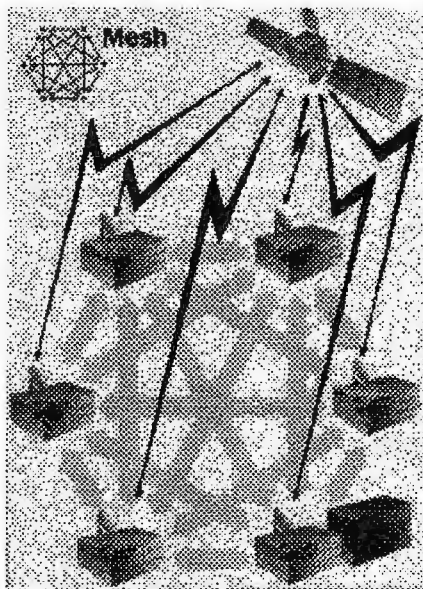


Figura 5.2

Naturalmente con una red en estrella Bidireccional se puede implementar una red en malla pura pero con el problema del retardo (.5s debido al inevitable doble salto mientras que en una red en malla pura sería sólo de .25s).

#### 5.2.1.3 Aplicación de estas configuraciones:

En la actualidad existen todas estas configuraciones. La más usada es la red en estrella Bidireccional. La configuración en malla no es demasiado usada debido a la necesidad de mejores VSAT's con lo que se pierde la principal ventaja de las redes VSAT. Existen redes VSAT en malla usando banda Ka pero a nivel de investigación (esta banda permite al ser de una frecuencia mayor obtener mayor potencia recibida a igualdad de tamaños de antena).

Elección de una configuración:

La elección de un tipo u otro de configuración depende del tipo de aplicación que se le vaya dar.

#### 5.2.1.4 Arquitectura de una red VSAT

Las principales arquitecturas de un sistema VSAT son:

En estrella.

En malla.

Las razones para una elegir una arquitectura u otra son tres:

La estructura del flujo de información en la red.

El retardo en la transmisión.

La capacidad y calidad requeridas en el enlace.

Estructura del flujo de información en la red.

Las redes VSAT soportan diferentes tipos de aplicaciones y servicios, teniendo cada uno de ellos una óptima configuración de red.

Broadcasting :

Una estación central reparte información a otras estaciones distribuidas sin flujo en el otro sentido.

Así, una configuración en estrella unidireccional soporta el servicio al menor coste.

Red corporativa :

La mayoría de compañías tienen una estructura centralizada, con una sede central para la administración, y fábricas o locales de venta distribuidos sobre una amplia zona, donde la información de los puntos remotos ha de ser recogida en la base central para la toma de decisiones. Esto sería soportado por una red en estrella unidireccional. Si además la central transmite hacia los puntos remotos para indicar órdenes, la configuración será en estrella y Bidireccional.

Interactividad entre puntos distribuidos :

Adecuado para compañías con estructura descentralizada. El objetivo es que cada punto pueda comunicarse con cualquiera de los otros, con esto, la mejor configuración es la de una red en malla usando conexiones directas de un sólo salto de VSAT a VSAT. La otra opción es la de una red en estrella Bidireccional vía HUB.

Consideraciones sobre retardo.

Una de las mayores restricciones para determinadas aplicaciones en el uso de satélites geoestacionarios es la del retardo, que en algunos casos puede ser considerable.

Con un único enlace de VSAT a VSAT en una red sin HUB, el retardo de propagación ronda los 0.25 seg.

Con doble salto de VSAT a VSAT vía el HUB, es como mucho de 0.5 seg., lo cual puede ser problemático para transmisión de voz, sin embargo no lo es para transmisión de datos o video.

Otras conexiones que son muy usadas son :

#### CONEXIÓN DE ULTIMA MILLA.

Los usuarios que requieren conectar su HOST o computadora anfitrión a la estación maestra utilizan un enlace conocido como “ultima milla”, que es una representación simbólica desde algunas fracciones de milla hasta varias millas y por lo general dentro de una ciudad.

#### CONEXIÓN VÍA SISTEMA RAM.

Esta es una solución de “ultima milla” económica y viable para muchos usuarios dispersos en la ciudad, debido a que el usuario no tiene que tramitar la asignación de una frecuencia especial como ocurre con el radiomodem. El sistema RAM ( radio acceso múltiple), trabaja con la técnica PCM/TDM (técnica de modulación por impulsos codificados y Multiplex por división de tiempo), que permite enlazar a 256 o 512 usuarios, que comparten una sola frecuencia y se adapta a velocidades de transmisión desde 1.2 hasta 64 KBPS.

#### CONEXIÓN DE LOS USUARIOS.

La estación maestra tendrá la función de cursar la información de las distintas estaciones remotas y junto con el conmutador de paquetes enrutarla al punto de destino del usuario. Para llegar a dichas instalaciones, ubicadas en la ciudad o en el país donde esta situada la estación maestra lo que se conoce como “ultima milla” la cual ofrece 3 alternativas:

- Enlace Radiomodem
- Enlace Radio Acceso Múltiple (RAM)

Enlace con estación remota VSAT

Otra alternativa podra ser el uso de líneas privadas, si el usuario lo cree conveniente y además existe disponibilidad de estas.

Todas estos arreglos están dirigidas por un controlador maestro ubicado en el corazón de la red y este es el Sistema de Control de la Red:

## 5.2.2 Estaciones terrenas de redes

El diagrama de bloques de una estación terrena se muestra en la figura 5.3

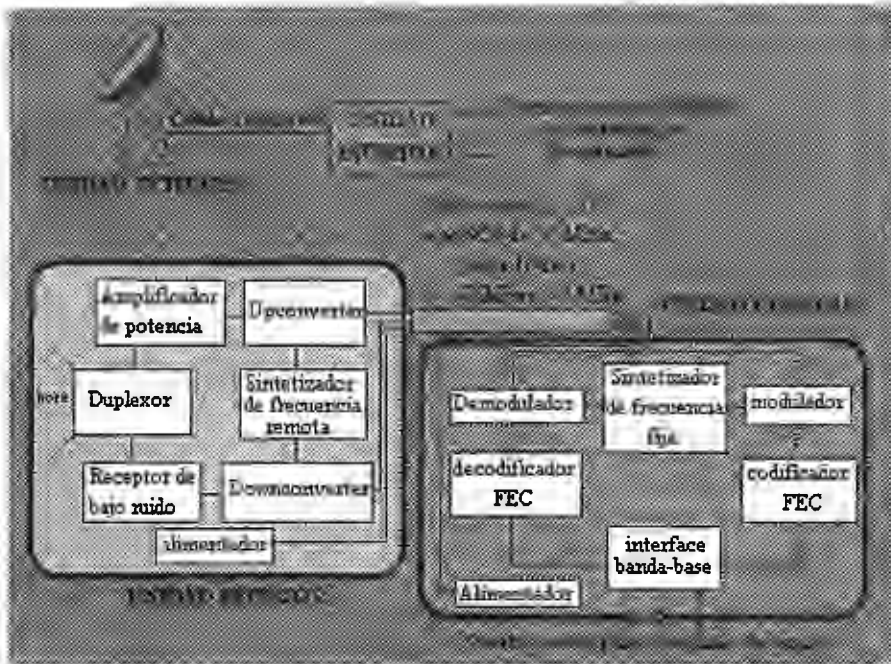


Figura 5.3

Una estación VSAT está compuesta por dos elementos:

Unidad Exterior (Outdoor Unit), que es el interfaz entre satélite y VSAT. (ver fig. 5.4)

Unidad Interior (Indoor Unit), que es el interfaz entre el VSAT y el terminal de usuario o LAN. (ver fig 5.5)

### 5.2.2.1 La unidad exterior

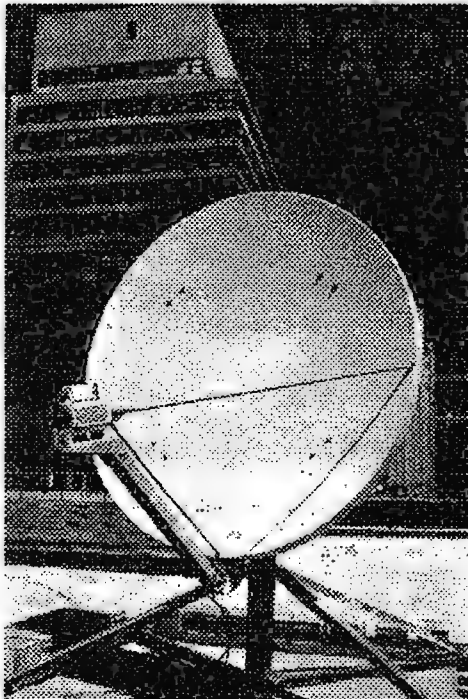


Figura 5.4

Básicamente la Unidad Exterior se compone de los siguientes elementos:

Antena.

Sistemas electrónicos.

Amplificador de transmisión.

Receptor de bajo ruido.

Sintetizador de frecuencia.

Osciladores para variar la frecuencia.

Duplexor.

Amplificador de potencia.

Los parámetros utilizados para evaluar la Unidad Exterior:

La finura espectral del transmisor y del receptor para el ajuste de la portadora en transmisión y para sintonizar adecuadamente la portadora en recepción.

PIRE que condiciona la frecuencia del enlace de subida. El PIRE depende de:

Ganancia de antena.

Potencia de salida.

Figura de mérito  $G/T$ , que condiciona la frecuencia del enlace de bajada.

El ratio  $G/T$  depende de:

Ganancia de la antena.

Temperatura de ruido del receptor.

El diagrama de radiación de la antena, ya que los amplitud de los lóbulos secundarios (principalmente de los laterales) condiciona los niveles de interferencia recibida y producida.

Temperatura ambiental de operación.

Otros factores ambientales como humedad. etc.

#### 5.2.2.2 La unidad interior

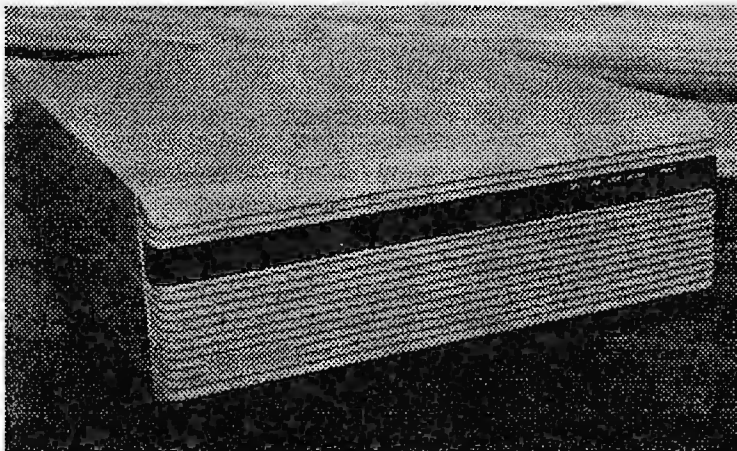


Figura 5.5

Los parámetros necesarios para especificar al Unidad Interior son:

Número de puertos.

Tipo de los puertos:

Mecánicos.

Eléctricos.

Funcionales.

Procedurales.

Velocidad de los puertos. Es la máxima velocidad (bps) del flujo de datos entre el terminal de usuario y la unidad interior de VSAT en un puerto dado.

### 5.2.3 Ventajas y Desventajas de una red VSAT

#### 5.2.3.1 Ventajas:

Flexibilidad:

- Fácil gestión de la red.
- Servicio independiente de la distancia.
- Cobertura global e inmediata.
- Fácil y rápida implantación en lugares de difícil acceso.
- Debido a la gran variedad de configuraciones que puede adoptar una red VSAT estas se pueden adaptar a las necesidades propias de cada compañía.
- Los enlaces asimétricos se adaptan a los requerimientos de transferencia de datos entre una estación central que transmite mucha información a estaciones lejanas que responden con poca información (si es que responden).
- Facilidad de reconfiguración y de ampliación de la red. El uso de un satélite hace que se pueda establecer contacto con cualquier punto dentro de su área de cobertura con lo que los receptores pueden cambiar de ubicación sin más cambio que la reorientación de su antena. Del mismo modo, la introducción de un nuevo terminal no afecta al funcionamiento de los demás.

Gran fiabilidad:

Se suele diseñar para tener una disponibilidad de la red del 99.5% del tiempo y con una BER de  $10^{-7}$ .

Ventajas económicas:

Estabilidad de los costes de operación de la red durante un largo periodo de tiempo. Una empresa puede ser propietaria de prácticamente todos los segmentos de la red. Esto hace que el presupuesto dedicado a comunicaciones se

pueda establecer con gran exactitud. El único segmento del que la empresa no puede ser propietario es del segmento espacial pero sus precios son muy estables.

Evita las restricciones que impone una red pública en cuanto a costes y puntos de acceso.

Aumento de la productividad de la organización. Al haber un centro de monitorización y control de la red el tiempo medio entre fallos de la red aumenta considerablemente y la duración de los fallos suele ser corta. Por lo tanto la organización puede responder rápidamente a las peticiones de sus clientes gracias a un medio de comunicación fiable, lo que repercute en un aumento de la satisfacción de los mismos y un aumento de las ventas.

Se puede implantar una red corporativa insensible a fluctuaciones de las tarifas

### 5.2.3.2 Desventajas

Problemas económicos:

Las inversiones iniciales son elevadas y en algunos países no son claramente competitivas frente a redes basados en recursos terrestre. Este problema puede ser atenuado recurriendo al alquiler del HUB.

Problemas radioelectricos:

El retardo de propagación típico de 0.5s (doble salto) puede ser problemático para ciertas aplicaciones como telefonía, pero también existen aplicaciones insensibles a el como la actualización de software, e-mail, transferencia de ficheros

El punto más crítico de la red esta en el satélite. Toda la red depende de la disponibilidad del satélite. Si este cae, toda la red cae con el. De todas maneras el problema no es muy grave pues si el problema esta en un transpondedor un simple cambio de frecuencia o/y polarización lo soluciona. En caso de ser todo el satélite bastaría con reorientar las antenas a otro satélite.

Como todo sistema basado en satélites es sensible a interferencias provenientes tanto de tierra como del espacio.

Problemas de privacidad:

El uso de un satélite geoestacionario como repetidor hace posible que cualquier usuario no autorizado pueda recibir una portadora y demodular la información. Para prevenir el uso no autorizado de la información se puede encriptar esto consiste en un dispositivo que se coloca después del DTE ( equipo terminal de datos) el cual coloca un pseudo código , dicho código solo será conocido por el punto que transmita la señal y para ser recibido se tendrá que conocer el pseudo código de lo contrario no se podra hacer uso de la señal, el proceso de encriptacion es similar al de la codificación y decodificación pero no igual.

## 5.2.4 Aplicaciones de las redes VSAT

### 5.2.4.1 Aplicaciones civiles:

#### Unidireccionales:

- Transmisión de datos (Bolsa de Valores).
- Difusión de noticias.
- Educación a distancia.
- Transmisión de datos de una red de comercios.
- Distribución de tendencias financieras y análisis.
- Teledetección de incendios y prevención de catástrofes naturales

#### Bidireccionales:

- Telenseñanza.
- Videoconferencia .
- e-mail.
- Servicios de emergencia.
- Comunicaciones de voz.
- Telemetría y telecontrol de procesos distribuidos.
- Consulta a bases de datos.
- Monitorización de ventas y control de stock.
- Transacciones bancarias y control de tarjetas de crédito.
- Periodismo electrónico.
- Televisión corporativa.

En el caso de transmisión de datos interactivos, el AA/TDMA el cual permite que muchas mini estaciones terrenas compartan eficientemente un solo canal de satélite de llegada minimizando el retraso de la transmisión y su función es muy similar al sistema ALOHA ranurado, el cual es muy efectivo para tráfico interactivo sensible al retraso.

## 5.3 Aspectos técnicos de las redes VSAT

### FORMATO DE TRANSMISIÓN

EL formato de transmisión de la red VSAT se presenta en la fig 5.6 donde se muestran un conjunto de tramas. Cada trama permite que un conjunto de estaciones remotas de una comunidad pueda compartir un returnlink con técnica TDMA, cada estación remota transmite en forma de ráfaga su información y puede contener uno o mas paquetes en X.25 de datos del usuario y cuando una estación remota no tiene información de paquetes transmite una ráfaga de reconocimiento que viene a ser una trama de supervisión.

Una trama puede contener hasta  $n$  ranuras de tiempo (slots) dependiendo del número de estaciones remotas en la comunidad.

El sincronismo de las tramas es realizado por la estación maestra por medio de la señal de sincronismo SOF (inicio de la trama), que es transmitido cada 3.42 seg., debido a que la distancia desde el satélite, varía entre las diferentes estaciones remotas.

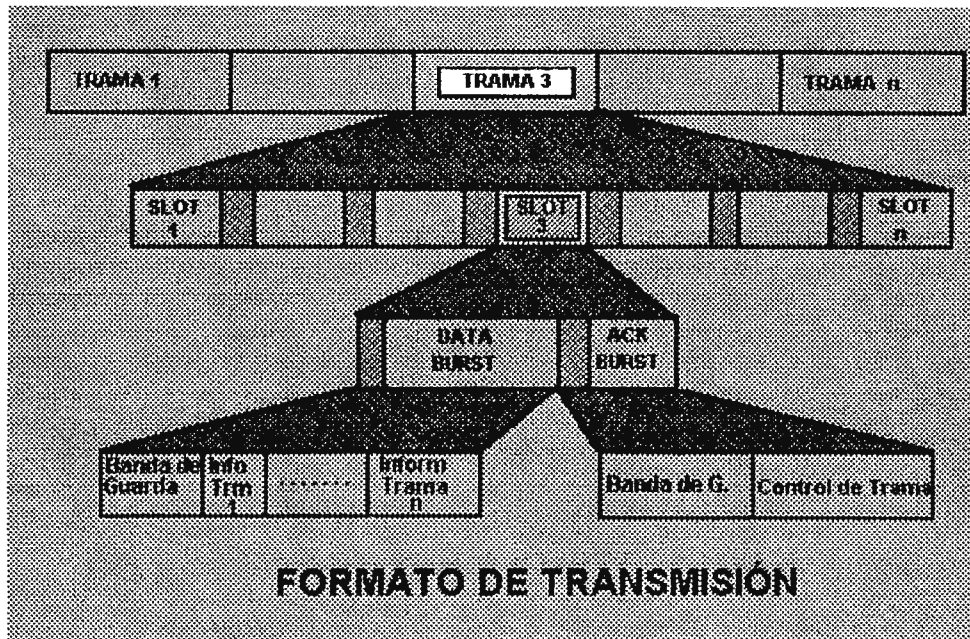


Figura 5.6

### 5.3.1 Elementos de una red VSAT.

Los elementos que componen una red VSAT son:

- La estación HUB.
- El segmento espacial.
- Los terminales VSAT.
- Parámetros típicos de los equipos de una red VSAT.

### 5.3.1.1 Estación HUB.



Figura 5.7

El HUB es una estación más dentro de la red pero con la particularidad de que es más grande (la antena típicamente es 4 a 10 metros y maneja más potencia de emisión -PIRE-). Habitualmente el HUB esta situado en la sede central de la empresa que usa la red o en su centro de cálculo.

Este punto es el que supone un mayor desembolso para una empresa por lo que se tiene la posibilidad de tener el HUB en propiedad o alquilado.

El diagrama de bloques de una estación HUB se muestra en la Figura 5.8.

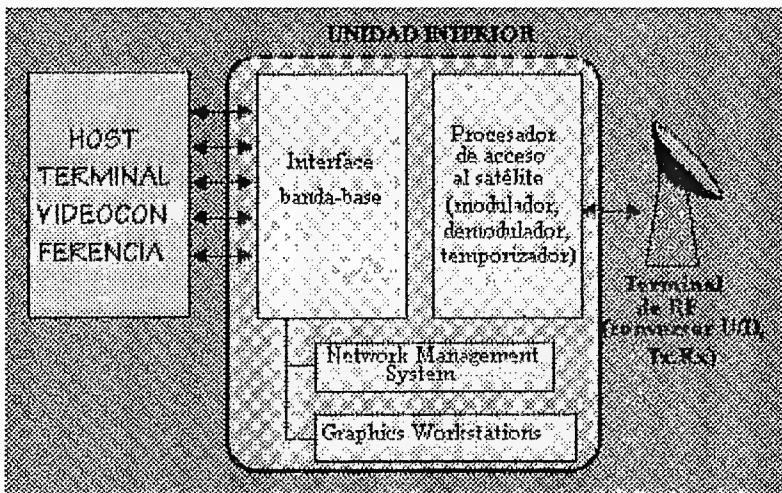


Figura 5.8

El HUB esta compuesto por :

- Unidad de RF.

- Unidad interna (indoor unit IDU).

Unidad de RF:

La unidad de RF se encarga de transmitir y recibir las señales. Su diagrama de bloques completo seria similar al de la ODU de terminal VSAT.

Unidad interna:

A diferencia de la IDU del VSAT, aquí esta unidad puede estar conectada a la computadora que se encarga de administrar la red corporativa. Esta conexión puede ser directa o bien a través de una red pública conmutada o una línea privada dependiendo de si el HUB es propio o compartido.

Network Management System

Desde el HUB se monitoriza toda la red de VSAT's. De ello se ocupa el Network Management System (NMS). El NMS es un computadora o estación de trabajo que realiza diversas tareas como:

- Configurar la red (puede desearse funcionar como una red de broadcast, estrelle o malla).

- Control y alarma.

- Monitorización del tráfico.

- Control de los terminales:

- Habilitación y deshabilitación de terminales existentes

- Inclusión de nuevos terminales.

- Actualización del software de red de los terminales.

- Tareas administrativas:

- Inventario de los terminales.

- Mantenimiento

- Confección de informes.

- Tarificación (en caso de ser un HUB compartido).

Por lo que se ve gran parte del éxito de una red VSAT radica en la calidad del NMS y en su respuesta a las necesidades de los usuarios.

SISTEMA DE CONTROL DE RED (NMS)

Los módulos del NMS residen en el conmutador de paquetes donde un sistema operativo se encarga de todas las tareas de la red, una base de datos contiene la configuración de la red y el de estado de todos sus elementos, la cual es continuamente actualizada por la consola del sistema, los datos mas frecuentemente consultados están en la memoria RAM y los menos consultados están en el disco duro.

El software del sistema reside tanto en el conmutador de paquetes como en la terminal de operación o interface humana (HI)

#### Posibles opciones del HUB

Dentro de las arquitecturas que hacen uso de HUB, podemos encontrar las siguientes opciones:

- HUB dedicado
- HUB compartido
- Mini-Hub

#### Configuración con HUB dedicado

El uso de un HUB dedicado permite una red VSAT con miles de estaciones conectadas a él. Puede estar ubicado en el cuartel general de la empresa cliente de VSAT, con el host de control directamente conectado a él. Ofrece a el cliente completo control de la red. La elección de esta configuración está condicionada por la necesidad de una red de grandes dimensiones o con un gran ritmo de expansión para amortizar los costes.

#### Configuración con un HUB compartido

Diversas redes independientes pueden compartir un HUB común a todas ellas. De esta forma, los servicios que provee el HUB están arrendados al proveedor de servicio (operador de la red VSAT). Este tipo de redes son asequibles para redes de pequeño tamaño (50 VSAT's o menos).

Sin embargo, el hecho de compartir HUB tiene una serie de desventajas.

#### Necesidad de conexión desde el HUB al host

Normalmente el host del cliente está físicamente alejado del HUB, así es necesario tener una línea adicional para conectarlos, mediante una línea alquilada o bien a través de la red de conmutación terrestre. Esto añade un coste extra a la operación de la red.

#### Posible limitación en una futura expansión

Es evidente que el ancho de banda está acotado debido al número de redes independientes que hacen uso del HUB, así una posible ampliación que requiera mayor capacidad ha de ser renegociada con todas las partes.

#### Configuración con un HUB de pequeña capacidad

El uso de un mini-HUB con una antena de 2 ó 3 m. tiene un costo que ronda el millón de dólares. Esta configuración es de reciente aparición como resultado de una mejora en la potencia de emisión de los satélites y de los equipos receptores de gran sensibilidad. Es una solución atractiva, ya que presenta las ventajas de un HUB dedicado a un coste bajo. Soporta del orden de 300 a 400 VSAT's.

### 5.3.1.2 Segmento Espacial

En el aspecto espacial, para la instalación de redes VSAT se usan:

- Satélites geostacionarios.
- Bandas de frecuencias específicas para aplicaciones VSAT.

El segmento espacial es el punto clave de una red VSAT:

Es el único canal por donde se realiza la comunicación con las consiguientes ventajas y desventajas que ello conlleva.

Es un canal compartido por lo que necesitaremos usar alguna técnica o protocolo de acceso al medio (FDMA, TDMA, DA-TDMA, ...).

Es el único punto de la red que no puede ser manejado con total libertad por el instalador de una red VSAT. Debe ser contratado a empresas o consorcios proveedores de capacidad espacial.

#### 5.3.1.2.1 Satélite geoestacionario

Un satélite geoestacionario tiene una órbita circular en el plano ecuatorial a una altura de 35786 km. de periodo igual al de rotación de la tierra por lo que desde la tierra se le ve siempre en la misma posición.

Por lo tanto el uso de satélites geoestacionarios es crucial para que el coste de los equipos VSAT sean bajos. Al ser geostacionarios no es preciso que los equipos terrestres lleven un sistema de seguimiento. Durante la instalación del equipo se realiza el apuntamiento de la antena.

Transpondedor del satélite.

El proveedor del servicio fijo de satélite que se usa para implementar redes VSAT proporciona un cierto número de canales dentro de un transpondedor. Un transpondedor puede llegar a manejar de 10 a 15 redes de tamaño típico de 500 VSATs. El ancho de banda dedicado a la red VSAT depende de:

Las tasas de Bps que se desee (típicamente para el INBOUND: 128 o 64 kbps y para el OUTBOUND: 128 a 512 kbps).

Conviene destacar que es posible asignar anchos de banda diferentes a los OUTBOUND y INBOUND con lo que se establecen enlaces asimétricos.

### 5.3.1.2.2. Plan de frecuencias

Bandas de frecuencias:

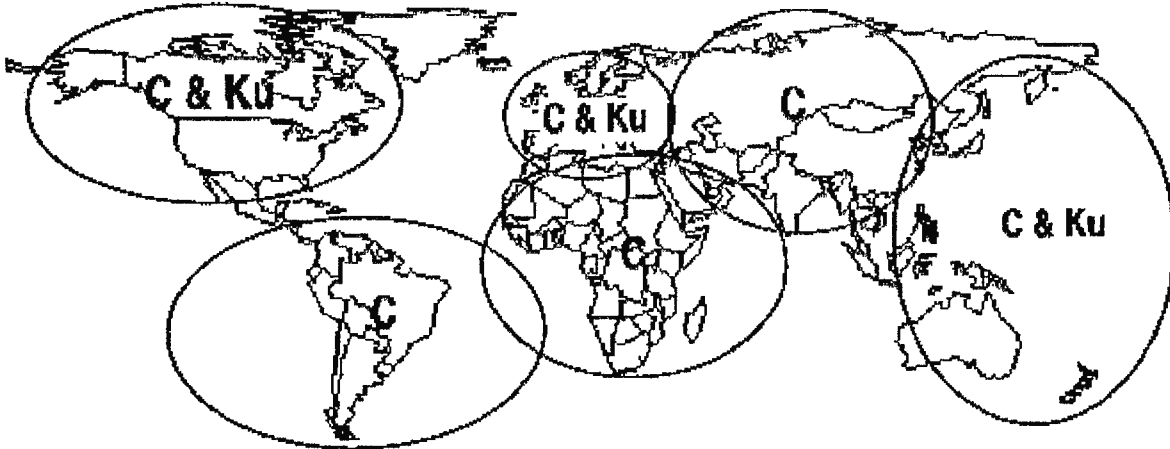
El plan de frecuencia ha sido establecido por la ITU. Se ha establecido que se usen las bandas de frecuencia:

Banda C o banda Ku para aplicaciones civiles. (ver figura 5.9)

Banda X para aplicaciones militares.

Banda Ka para sistemas experimentales.

Cobertura:



Existe además la limitación de cobertura ya que no todas las zonas de la tierra tienen acceso a las bandas Ku (solo en Europa, Norte América y zona del Pacífico).

También hay que señalar que el satélite que da el servicio puede usar haces con cobertura global, zonal o tipo spot. Esto limitará la Elección de la banda de frecuencia a usar:

La elección de una frecuencia u otra depende de:

La disponibilidad de un satélite que cubra la zona donde va a instalarse la red y que disponga de la banda deseada (ver cobertura).

Problemas de interferencias. El ancho de haz de una antena es inversamente proporcional al producto de Diámetro de la antena y frecuencia. Por lo que al usar antenas de pequeño diámetro el ancho de haz es grande y el peligro de recibir interferencia desde otros satélites (y también de interferir en ellos) es también grande. Para la banda C (y partes de la banda Ku) existe el peligro añadido de los sistemas terrestres de microondas.

Entonces hay que tener en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de estas bandas:

Banda	Ventajas	Desventajas
C	Disponibilidad mundial, tecnología barata, robustez contra atenuación por lluvia.	Antenas grandes (1 a 3 metros) Susceptible de recibir y causar interferencias desde satélites adyacentes y sistemas terrestres que compartan la misma banda (Se necesitaría en algunos casos recurrir a técnicas de espectro ensanchado y CDMA)
Ku	Usos mas eficiente de las capacidades del satélite ya que, al no estar tan mas influenciado por las interferencias, se puede usar técnicas de acceso mas eficientes como FDMA o TDMA frente a CDMA que hace un uso menos eficaz del ancho de banda. Antenas mas pequeñas (0.6 a 1.8m)	Hay regiones donde no esta disponible a las atenuaciones por lluvia Tecnología mas cara.

### 5.3.1.3 Parámetros típicos de los equipos de una red VSAT.

Equipos para VSAT y HUB

Bandas de frecuencias

Ítem	HUB	VSAT
Banda de Frecuencia para Transmisión	14-14.5 GHz. en banda Ku 5.925-6.425 GHz en banda C	14-14.5 GHz. en banda Ku 5.925-6.425 GHz en banda C
Banda de Frecuencia para Recepción	10.7-12.75ghz en banda Ku 3.625- 4.2 GHz en banda C	10.7-12.75ghz en banda Ku 3.625- 4.2 GHz en banda C
<b>Antenas</b>		
Ítem	HUB	VSAT
Diámetro	2-5 m en HUB pequeños	1.8-3.5 m en banda C

	5-8 m en HUB medio 8-10 m en HUB grande	1.2-1.8 m en banda Ku
Excursión en azimut	120	160
Excursión en elevación	3-90	3-90
Viento (Depende de la estructura del montaje)	Estación en operación: 70 Km./h soporta hasta 180 Km./h	Estación en operación: 100 Km./h soporta hasta 210 Km./h
Deshielo	Eléctrico	Opcional
<b>Amplificador de potencia</b>		
Ítem	HUB	VSAT
Potencia de salida (Depende de la aplicación y el tipo de amplificador que se utilice)	En amplificadores SSPA: 3-15 W en banda Ku 5-20 W en banda C En amplificadores TWT: 50-100 W en banda Ku 100-200 W en banda C	En amplificadores SSPA 0.5- 5W en banda Ku 3- 30 W en banda C

### 5.3.2 Análisis del enlace de radiofrecuencia

La presente sección se centra en el estudio de la reducción del BER (Bit Error Rate) a valores mínimos en función de un costo aceptable. La eliminación de los errores a nivel físico es imposible totalmente y deberá ser el nivel de enlace de datos el encargado de asegurar una transmisión libre de errores, por medio de los protocolos adecuados.

La tasa de error (BER) debe ser minimizada, y para ello debemos estudiar los parámetros de los cuales depende:

Tipo de modulación.

Tipo de codificación.

Relación portadora a ruido

Principios básicos.

El estudio del enlace se ha realizado sobre una configuración en estrella, en la que tenemos N portadoras en el enlace de subida, procedentes cada una de ellas de una estación VSAT. Estas portadoras son retransmitidas por el satélite hacia la estación HUB, en donde se modula TDM a una única portadora, que se manda de nuevo al satélite, el cual la remite a los distintos VSAT en recepción. (ver Figura 5.10)

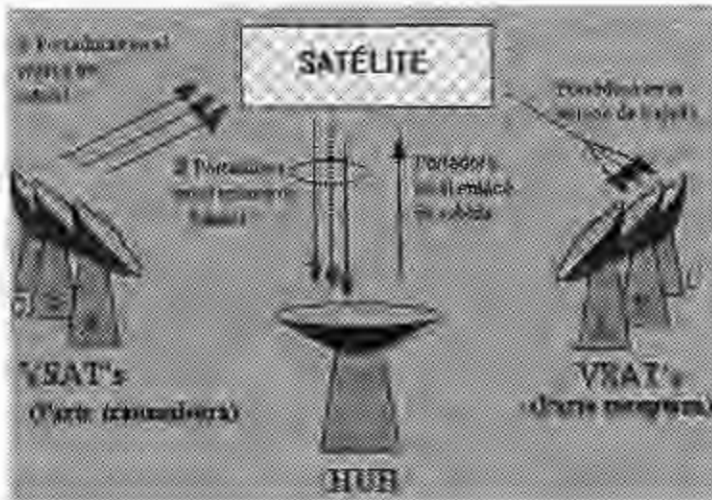


Figura 5.10

Esta portadora se ve contaminada por diversas fuentes de ruido:

- Ruido térmico
- Ruido de interferencias
- Ruido de intermodulación

El ruido total a tener en cuenta en el enlace será debido a la suma de la contribución de cada una de las fuentes de ruido por separado.

#### *Ruido térmico*

Se tiene dentro de este grupo diversas fuentes de ruido de gran importancia:

1. La Tierra para las antenas del satélite
2. El cielo para las antenas de las estaciones terrenas
3. Los propios componentes de los receptores

Los dos primeros vienen caracterizados, a la hora de hacer los cálculos por las Temperaturas de Ruido de las antenas

#### *Ruido de interferencias*

El ruido debido a las interferencias tiene su origen en comunicaciones ajenas a las de la red que usan las mismas bandas de frecuencias.

En el enlace de subida son fuentes de ruido las estaciones terrenas pertenecientes a otros sistemas geostacionarios y las transmisiones terrestres por microondas.

En el enlace de bajada son fuentes de ruido los satélites adyacentes al propio y también las transmisiones terrestres por microondas.

Hay que recalcar que este tipo de interferencias pueden ser producidas por antenas pertenecientes a redes ajenas, pero también pueden ser debidas a las que conformen el propio sistema

#### *Ruido de intermodulación*

Cuando se usa un acceso del tipo TDMA no aparecen problemas de intermodulación, porque en cada intervalo de tiempo se amplifica una portadora. Ahora bien, cuando el acceso es del tipo FDMA, CDMA o un híbrido FDMA/TDMA aparecen los llamados productos de intermodulación, que originan señales a frecuencias iguales a la combinación lineal de las frecuencias usadas en las portadoras iniciales.

Fundamentalmente se ha de tener en cuenta solamente los productos de intermodulación de orden 3. Este ruido de intermodulación será caracterizado como un ruido blanco a la salida del transponder.

El estudio de esta sección se basará, en encontrar la relación portadora a ruido total del enlace, que vendrá, definida como sigue: en la ecuación 5.1

$$\left(\frac{C}{No}\right)T^{-1} = \left(\frac{C}{No}\right)u^{-1} + \left(\frac{C}{No}\right)D^{-1} + \left(\frac{C}{Noi}\right)u^{-1} + \left(\frac{C}{Noi}\right)D^{-1}(\text{Hz}^{-1}) \quad \text{ecu. 5.1}$$

donde :

No hace referencia al ruido térmico

Noi hace referencia al ruido de interferencia

U hace referencia al enlace de subida (uplink)

D hace referencia al enlace de bajada (downlink)

### 5.3.2.1 Análisis del enlace Ascendente

En este apartado se describe la forma de cálculo de la relación portadora a densidad espectral de potencia de ruido en el enlace de subida (de la estación terrena al satélite).

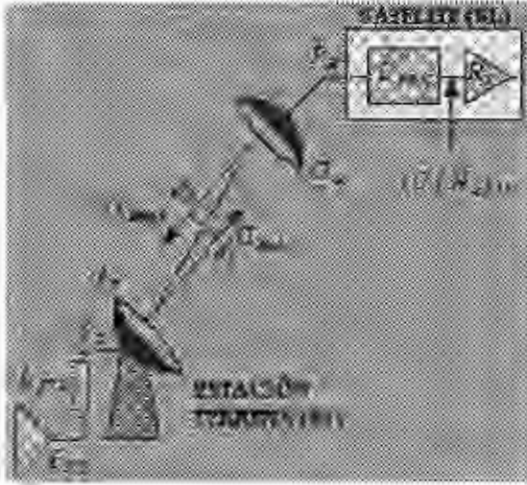


Figura 5.11

Con la notación de la figura anterior, tendremos:

$$\left(\frac{C}{No}\right)_u = \left(\frac{C}{Nou}\right) \text{ (Hz)} \quad \text{ecu 5.2}$$

$C_u$  es al nivel de portadora a la entrada del transponder del satélite.

$Nou = k T_u$  ruido referido a  $T_u$  (temperatura del enlace de subida).

Para determinar más explícitamente todas estas relaciones en función de parámetros reales del sistema, se ha de manejar conceptos tales como:

1. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) de la estación de tierra.
2. Pérdidas en el enlace de subida.
3. Figura de mérito del equipo receptor del satélite.

Una vez estudiado con más detalle todo el sistema se llega a la conclusión de que la relación  $(C/N)$  en el enlace de subida debida al ruido térmico es:

$$\left(\frac{C}{No}\right)_u = \frac{PtGt}{\left(\frac{4\pi RF}{c}\right)^2 L_A} \left(\frac{G}{T}\right) \frac{1}{k} \quad \text{ecu 5.3}$$

En la fórmula anterior, k es la constante de Boltzmann y R es la distancia estación terrena - satélite, lambda es la longitud de onda de la portadora, y el resto de los parámetros quedan bien reflejados en el esquema inicial. En forma logarítmica la expresión nos queda:

$$\left(\frac{C}{No}\right)_{asc} = PIRE_{E/T} + \left(\frac{G}{T}\right)_{sat} - (-K) - L_{sasc} - U_{asc} - L_{Aasc} \quad \text{ecu 5.4}$$

- PIRE de la estación terrena

El PIRE (potencia isotrópica radiada equivalente) para la estación terrena es el producto de la potencia que alimenta la antena transmisora por la ganancia de dicha antena. Esta potencia es la que ofrece el transmisor tras pasar por el alimentador, con las consiguientes pérdidas:

$$PIRE_{es} = P_t * G_t * (2t) \quad (\text{watt}) \quad \text{ecu 5.5}$$

$$P_t = P_{in} / L_{tx} \quad \text{ecu 5.6}$$

Puede resultar pasar por alto el hecho de que se tenga en cuenta las pérdidas por desapuntamiento y no considerar simplemente la ganancia máxima de la antena:

$$G_{MAX} = \eta \left( \frac{\pi D^2}{c} \right) \quad \text{ecu 5.7}$$

n = es la eficiencia

D = es el diámetro de la antena (m)

En un principio, cuando se monta el sistema, se hace de forma que esta ganancia sea máxima. Pero puede ocurrir que la antena no esté bien fijada y haya pequeñas oscilaciones en torno al ángulo inicial. Por eso no se han de perder de vista este tipo de pérdidas. Estas se pueden aproximar fácilmente conociendo el ancho de haz de la antena transmisora (estación terrena) a -3 dB's

Como ejemplo de todos estos parámetros se pueden dar los valores numéricos típicos para una estación VSAT y HUB, hallando el valor máximo que puede alcanzar el PIRE y el valor real debido a las pérdidas.

Ítem	HUB Grande	HUB Pequeño	VSAT	VSAT
Diámetro de la Antena	10 m	3 m	1.8 m	1.2 m
Potencia de Transmisión	100 w	10 w	1 w	1 w
PIRE máximo	81.1 dBW	61.6 dBW	46.2 dBW	42.7 dBW
Pérdidas del alimentador	0.1 - 0.3 dB	0.1 - 0.3 dB	0.1 - 0.3 dB	0.1 - 0.3 dB
Pérdidas de desapuntamiento	0.4 - 0.6 dB	1.7 - 3.1 dB	1.3 - 1.9 dB	1.0 - 1.4 dB
PIRE real	80.2 - 80.6 dBW	58.8 - 59.8 dBW	44.0 - 44.8 dBW	41.0 - 41.6 dBW

Se aprecia, como el PIRE real disminuye respecto a su valor máximo debido a las pérdidas en el alimentador y las pérdidas de desapuntamiento (se han usado valores típicos).

- Pérdidas debido al camino de subida

Un elemento a tener muy en cuenta es el camino recorrido por la portadora en su enlace con el satélite. Debido a esto se producen una serie de pérdidas que podemos clasificar en dos claramente diferenciadas:

Pérdidas debidas a la distancia propiamente dicha

Las pérdidas debidas a la distancia tienen como parámetros más importantes la distancia estación terrena - satélite y la frecuencia a la que se produce la transmisión. El cálculo de la distancia al satélite desde la estación transmisora es un ejercicio de trigonometría conociendo la posición sobre la Tierra de la estación terrena y el punto donde se encuentra el satélite. Las pérdidas por este aspecto vienen dadas por:

$$L_{Sasc} = 20 \text{Log} \frac{4\pi(F_{asc})(D)}{c} \quad \text{ecu 5.8}$$

Fasc = Frecuencia ascendente

D = distancia entre E/T y satélite (Mt)

C = velocidad de la luz

$$D = \{R^2 + R_e^2 - (2(R_e(R)) \text{ Sen } (E + \text{Sen}^{-1} ((R_e/R) \text{ Cos } E)))\}^{1/2} \quad \text{ecu 5.9}$$

$$E = \text{Tan}^{-1} [(R - R_e (W)) / (R_e (\text{Sen } (\text{Cos}^{-1} W)))] - \text{Cos}^{-1} W \quad \text{ecu 5.10}$$

Donde : R = Distancia promedio del centro de la tierra al satélite (42164.2 Km.)

Re = Radio promedio de la tierra (6378.155 Km.)

W = (Cos LAT e/t) Cos [LONG sat -LONG e/t]

Pérdidas atmosféricas

Las pérdidas atmosféricas que sufren las portadoras de radiofrecuencia son debidas al carácter gaseoso de la troposfera, al agua (lluvia, nieve, nubes) y a la ionosfera. El agua juega un papel importantísimo en la banda Ka, ya que a 22.34 GHz se produce el fenómeno de absorción, que provoca grandes atenuaciones. Las pérdidas atmosféricas todavía pueden ser divididas en dos grupos:

Pérdidas con cielo claro:

Están siempre presentes y al hacer el estudio de radiofrecuencia siempre deben ser tenidas en cuenta. Son función de la frecuencia utilizada y del ángulo de elevación con el que se ve el satélite: para ángulos bajos, el camino recorrido por la portadora en la atmósfera es mayor. Por ejemplo, para ángulos de elevación mayores de 10 grados, la atenuación en banda C es despreciable, en banda Ku menor de 0.5 dB y en banda Ka menor de 1 dB.

Pérdidas con lluvia:

Estas pérdidas se tabulan estadísticamente en función de las medidas de lluvias en mm/hora. El mundo se encuentra dividido en regiones en función del porcentaje de lluvia, de modo que en el lugar donde se quiera instalar la estación se tenga una visión previa de las posibles pérdidas debido a este factor. Esto se encuentra especificado en gráficas que pueden usarse para encontrar las atenuaciones superadas para porcentajes de lluvia dados.

- Figura de mérito del satélite

$$\left(\frac{G}{T}\right) = \left(\frac{Gr(\theta^*)}{L_{pol}}\right) \left(\frac{1}{L_{trx}}\right) \left(\frac{1}{T_u}\right) (k^{-1}) \quad \text{ecu 5.11}$$

La figura de mérito del equipo receptor del satélite refleja su capacidad para conseguir un alto valor de la relación señal a densidad espectral de potencia.

Dos son los factores fundamentales que influyen en el valor de la figura de mérito:

La ganancia de la antena receptora del satélite junto con las pérdidas que sufre la señal hasta que llega a la entrada del receptor.

Estas pérdidas se deben al desapuntamiento del haz en recepción, a las pérdidas por un posible desacoplo de polarización y a las que introduce el alimentador del receptor .

La temperatura de ruido del sistema en el enlace de subida.

$$T_u = (T_A / L_{fRx}) + T_f [1 - 1/L_{fRx}] + T_R \quad \text{ecu 5.12}$$

$T_A$  es la temperatura de ruido de la antena del satélite

$T_f$  es la temperatura del alimentador

$T_R$  es la temperatura efectiva de ruido del receptor

Ejemplo numérico

Valores típicos para los parámetros anteriores son:

Temperatura de ruido de la antena: 290K

Temperatura del alimentador: 290K

Temperatura efectiva de ruido del receptor: 500K

Pérdidas en el alimentador: 1 dB

Ganancia máxima en recepción:

Para cobertura global: 20dB

Para cobertura con haz estrecho: 38 dB

Con estos valores típicos tenemos que:

Temperatura de ruido del sistema: 790K

Factor de mérito para cobertura global: -13 dB/K

Factor de mérito para haz estrecho: +5 dB/K

Valores típicos.

Para el ejemplo que se muestra en el apartado 2.2.5 se hizo uso de tablas de la figura de mérito del satélite las cuales van de acuerdo a la zona o lugar donde se va transmitir de no ser así se tendría que calcular haciendo uso de las ecuaciones 5.11 y 5.12.

Además de tomar en cuenta los conceptos anteriores habrá que tomar en cuenta las siguientes ecuaciones con el fin de tener un mejor análisis del enlace ascendente como lo es la relación portadora a ruido ascendente que viene dada por la ecuación 5.13 en donde el resultado viene dado en decibeles y nos determina que margen existe del ruido ascendente y la portadora de subida.

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{asc} = \left(\frac{C}{No}\right)_{asc} - \text{Log}(AB) \quad \text{ecu 5.11}$$

donde AB = Ancho de Banda.

$$AB = V_{inf} * (FEC)^{-1} * (FM) * (1 + \text{ROLL OFF}) \quad \text{ecu 5.12}$$

FM = Factor de Modulación, su valor depende de la modulación empleada BPSK = 1.0 y QPSK = 0.5

Luego se establece la relación de la portadora respecto al ruido total del sistema esto se muestra en la ecuación 5.13.

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{asc.sist} = 10 \text{Log} \frac{1}{\frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{N}} + \frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{I}} + \frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{X_{pol}}} + \frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{X_{ady}}} } \quad \text{ecu 5.13}$$

### 5.3.2.2 Análisis del enlace Descendente.

En este apartado se describe la forma de cálculo de la relación portadora a densidad espectral de potencia de ruido en el enlace de bajada ver figura 5.12 (del satélite a la estación receptora VSAT).

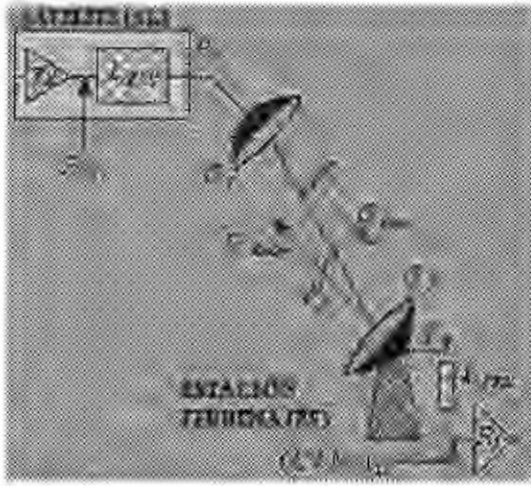


Figura 5.12

La relación C/N puede ser expresada como

$$\left(\frac{C}{N_0}\right)u = \left(\frac{C}{N_{0u}}\right)(Hz) \quad \text{ecu 5.16}$$

En lo referente al cálculo de la relación portadora a densidad de ruido descendente viene dado por la ecuación 5.17

$$\left(\frac{C}{N_0}\right)_{des} = PIRE_{sat} + \left(\frac{G}{T}\right)_{E/T} - (-K) - L_{sdes} - \mu_{des} - L_{A_{des}} \quad \text{ecu 5.17}$$

donde: u = Margen de atenuación por lluvia descendente

LA = Pérdidas misceláneas, atmosféricas, apuntamiento (su valor aproximado = 1 dB)

Para determinar más explícitamente todas estas relaciones en función de parámetros reales del sistema, se ha de manejar conceptos tales como:

1. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) del satélite.
2. Pérdidas en el enlace de bajada.
3. Figura de mérito del equipo receptor de la estación terrena.

- PIRE del satélite

El PIRE (potencia isotrópica radiada equivalente) para el satélite es el producto de la potencia que alimenta la antena transmisora por la ganancia de dicha antena. Esta potencia es la que ofrece el transmisor tras pasar por el alimentador, con las consiguientes pérdidas:

$$\text{PIRE}_{\text{sat}} = -\text{DFS} - \text{ATP} + \text{BOI} - L_p + \text{PIRE}_{e/t} - \text{BOO} + \text{PIRE}_{\text{sat}} \quad \text{ecu 5.18}$$

donde :

DFS : Densidad de flujo de saturación

ATP : Pasos de ganancia del Atenuador

BOI : Back OFF de entrada

$L_p$  : Pérdidas por espacio libre descendente

PIRE  $e/t$  : PIRE estación terrena

BOO : Back OFF de salida

PIRE  $\text{sat}_u$  : PIRE de saturación

Back OFF : Margen de operación entre el punto de saturación y el de operación.

En este caso las pérdidas misceláneas por desapuntamiento son lógicas, debido a que las estaciones terrenas pueden estar situadas en zonas donde el haz de la antena del satélite no alcanza su máxima directividad.

- Pérdidas debido al camino de bajada

Un elemento a tener muy en cuenta es el camino recorrido por la portadora desde el satélite a la superficie terrestre.

Debido a esto se producen una serie de pérdidas que podemos clasificar en dos claramente diferenciadas:

Las pérdidas debidas a la distancia:

$$L_s = \left( \frac{4\pi R_f}{c} \right)^2 \quad \text{ecu 5.19}$$

En forma logarítmica sería:

$$L_{sdes} = 20 \text{Log} \frac{4\pi(Fdes)(D)}{c} \quad \text{ecu 5.20}$$

donde:

D= distancia E/T al Satélite (m)

Tienen como parámetros más importantes la distancia satélite - estación terrena y la frecuencia a la que se produce la transmisión. El cálculo de la distancia al satélite desde la estación transmisora es un ejercicio de trigonometría conociendo la posición sobre la Tierra de la estación terrena y el punto donde se encuentra el satélite. Las pérdidas por este aspecto vienen dadas, por:

Las pérdidas atmosféricas:

Las pérdidas atmosféricas que sufren las portadoras de radiofrecuencia son debidas al carácter gaseoso de la troposfera, al agua (lluvia, nieve, nubes) y a la ionosfera. El agua juega un papel importantísimo en la banda Ka, ya que a 22.34 GHz se produce el fenómeno de absorción, que provoca grandes atenuaciones. Las pérdidas atmosféricas todavía pueden ser divididas en dos grupos:

Pérdidas con cielo claro:

Están siempre presentes y al hacer el estudio de radiofrecuencia siempre deben ser tenidas en cuenta. Son función de la frecuencia utilizada y del ángulo de elevación con el que se ve el satélite: para ángulos bajos, el camino recorrido por la portadora en la atmósfera es mayor.

Pérdidas con lluvia:

Estas pérdidas se tabulan estadísticamente en función de las medias de lluvias en mm/hora. El mundo se encuentra dividido en regiones en función del porcentaje de lluvia, de modo que en el lugar donde se quiera instalar la estación se tenga una visión previa de las posibles pérdidas debido a este factor. Esto se encuentra especificado en gráficas que pueden usarse para encontrar las atenuaciones superadas para porcentajes de lluvia dados.

- Figura de mérito de la estación terrena

$$G/T = G_{rx} - 10 \log \left[ (T_{lna} + T_{ant}) + \left\{ (1 - \log^{-1} U_{des}/10) (275) \right\} \right] \quad \text{ecu 5.21}$$

$T_{lna}$  = temperatura del LNA

$T_{ant}$  = temperatura de la antena

$U_{des}$  = Margen de lluvia

La figura de mérito del equipo receptor del satélite refleja su capacidad para conseguir un alto valor de la relación señal a densidad espectral de potencia.

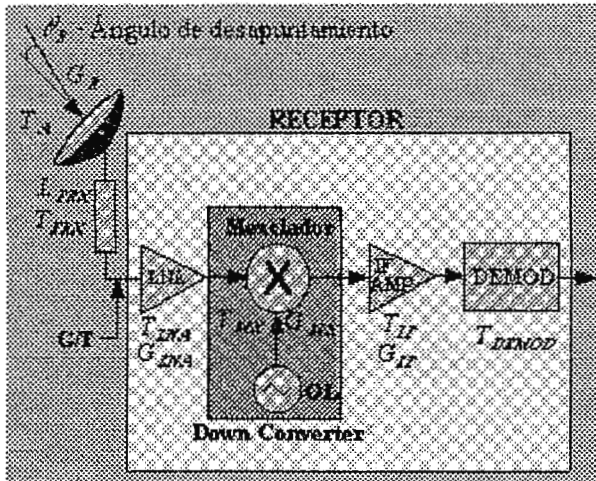


Figura 5.13

Dos son los factores fundamentales que influyen en el valor de la figura de mérito son:

1. La ganancia de la antena receptora de la estación receptora junto con las pérdidas que sufre la señal hasta que llega a la entrada del receptor.
2. La temperatura de ruido del sistema en el enlace de bajada.

$$TD = (TA / LfRx) + Tf [ 1 - 1/LfRx] + TR \quad \text{ecu 5.22}$$

TA es la temperatura de ruido de la antena del satélite

Tf es la temperatura del alimentador

TR es la temperatura efectiva de ruido del receptor

La temperatura de ruido de la antena debe ser estudiada en función de las condiciones atmosféricas:

Temperatura de ruido de antena para condiciones de cielo claro

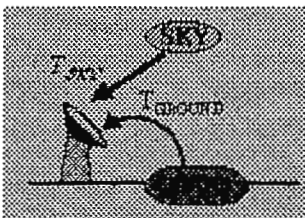


Figura 5.14

La antena captura el ruido radiado por el cielo y una contribución de la tierra en la vecindad de la estación terrena.

$$TA = Tski + TGround(K) \quad \text{ecu 5.23}$$

donde:

Tsky = es la temperatura de ruido radiada por el cielo.

Tground = es la temperatura de ruido de la tierra.

La temperatura de cielo en una atmósfera estándar (cielo claro) viene dada, por ejemplo, por:

Frecuencia	Ángulo de elevación = 10 grados	Ángulo de elevación = 35 grados
4 GHz	10 K	4 K
12 GHz	20 K	7 K

Temperatura de ruido de la antena para condiciones de lluvia

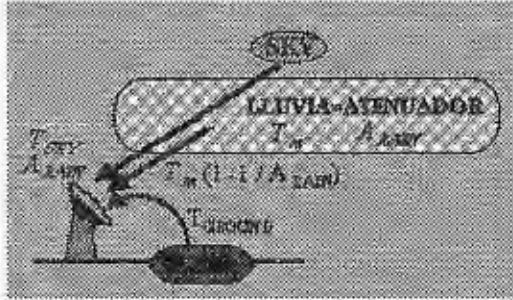


Figura 5.15

La lluvia actúa como un atenuador con una temperatura media. Atenúa la contribución del cielo claro y genera su propio ruido a la salida del proceso de atenuación. El ruido de tierra no es modificado por estas condiciones.

$$T_A = \frac{T_{sky}}{A_{RAIN}} + T_m \left( 1 - \frac{1}{A_{RAIN}} \right) + T_{GROUND}(K) \quad \text{ecu 5.24}$$

La temperatura efectiva de ruido del receptor en la estación receptora viene dada por aplicación de la fórmula de Friis:

$$T_R = T_{lna} + \frac{T_{mn}}{G \ln a} + \frac{T_{if}}{G \ln a G_{mn}} + \frac{T_{de mod}}{G \ln s G_{mn} G_{if}} (K) \quad \text{ecu 5.25}$$

Normalmente la ganancia LNA (Low Noise Amplifier) es suficientemente grande (típicamente de 50 dB) para que el resto de los términos sean despreciables frente a la temperatura de ruido del amplificador de bajo ruido (LNA), que suele ser de 30 K en la banda C y de 80 K en la banda Ku.

Del conjunto de expresiones estudiadas, se puede afirmar pues, que la figura de mérito es máxima cuando no tenemos ángulo de desapuntamiento, no hay pérdidas en el alimentador, no tenemos desacoplo de polarización y no hay atenuación por lluvia.

#### AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO (LNA)

Cuando la antena recibe las señales provenientes del satélite pasan primero a través del diplexor el cual es un dispositivo que esta en medio de las etapas de transmisión y recepción, luego esta señal del diplexor la entrega al amplificador de ruido, esta funciona similarmente al amplificador de bajo ruido del satélite, por las mismas razones de

que a su llegada la señal tiene una intensidad muy baja y de que es muy vulnerable ante cualquier ruido que se le pueda añadir antes de ser amplificada a un nivel aceptable. La antena y el amplificador de bajo ruido son los elementos mas importantes de una estación terrena receptora y juntos definen la calidad de su operación, como se ha visto en apartados anteriores la antena tiene una capacidad de amplificación o ganancia , para fines de recepción, este es su parámetro mas importante y se designa como G. Por su parte , el amplificador de bajo ruido tiene una “Temperatura de ruido” como su principal parámetro indicativo, y mientras esta sea mas baja tanto mejor , por que el ruido que se añade a la señal es menor y la calidad de la recepción aumenta. Sin embargo, no solamente se introduce ruido en la señal a través del amplificador de bajo ruido sino también por la antena , y su magnitud se calcula en función de una “temperatura de ruido de antena” , la suma de la temperatura de ruido de la antena y la propia del amplificador de bajo ruido determinan casi completamente la temperatura total T de ruido del sistema de recepción, siempre y cuando las pérdidas producidas por los conectores sean bajas.

La mayor parte de los amplificadores de bajo ruido son “parametricos”, su circuito de microondas emplea un diodo varactor el cual tiene una capacitancia que varia de acuerdo con la diferencia de voltaje que se la aplique, y el circuito del amplificador se comporta como una resistencia negativa que amplifica la señal. Pero en los últimos años se ha logrado un progreso importante en la fabricación de amplificadores con transistores de efecto de campo (FET) de arseniuro de galio . Estos últimos son mas aceptables y menos complicados para alimentarlos de energía, aunque su temperatura de ruido es ligeramente mayor que la de los amplificadores parametricos . Por norma general, las estaciones grandes usan amplificadores parametricos y las pequeñas amplificadores FET.

Banda	Tipo	Forma de Refrigeración	Temperaturas de ruido típicas
C (3.7 - 4.2)	Parametrico	Criogenica	15
	Parametrico	Termoeléctrica	35 - 40
	Parametrico	Compensación de Temperatura	50 - 60
	FET	Termoeléctrica	45 - 60
	FET	Compensación de Temperatura	75
Ku (11.7 - 12.2)	Parametrico	Criogenica	20
	Parametrico	Termoeléctrica	80 - 100
	Parametrico	Compensación de Temperatura	100 - 150
	FET	Termoeléctrica	90 - 140
	FET	Compensación de Temperatura	200 -250

Refrigeración Criogenica: Incluye dispositivos con partes móviles y consiste básicamente en un sistema de circulación de helio gaseoso, alcanzando temperaturas cercanas a los 250° centígrados, actualmente ya no es muy utilizada por su costo y su mantenimiento complejo.

Refrigeración termoelectrica: Estos dispositivos no requieren de partes móviles ya que se instala directamente dentro del dispositivo en una caja sellada lo que le da mas robustez y facilidad de mantenimiento. Este tipo de refrigeración opera con diodos que aprovechan el efecto Pleiter, este efecto consiste que cuando se aplica una corriente eléctrica en un circuito hecho con la unión de dos conductores distintos, uno se calienta y el otro se enfría y este efecto es mayor cuando los materiales son semiconductores.

Refrigeración por compensación de temperatura: Se utiliza cuando no es necesario que la temperatura de ruido sea muy baja, emplea sistemas de control mas sencillos que los de la refrigeración termoelectrica, y también puede usarse a la temperatura ambiente.

Actualmente, la elección normal para las estaciones grandes o de tamaño medio es la de usar amplificadores parametricos o incluso FET con refrigeración termoelectrica, mientras que en le caso de las pequeñas es mas común el empleo de los FET con refrigeración por compensación de temperatura. En cualquiera de los casos, es posible reducir la temperatura de ruido aun mas si se añade al dispositivo un sistema de enfriamiento exterior, es decir, si no esta expuesto directamente a la temperatura ambiente, de allí los limites inferior y superior en los rangos de temperatura indicados en la tabla anterior.

Además de tomar encuesta los conceptos anteriores habrá que tomar las siguientes ecuaciones con el fin de tener un mejor análisis del enlace descendente como lo es la relación portadora a ruido descendente viene dada por la ecuación 5.26

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{des} = \left(\frac{C}{No}\right)_{des} - \text{Log}(AB) \quad \text{ecu 5.26}$$

Luego se establece la relacion portadora a ruido descendente del sistema con la ecuacion 5.27

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{des.sist} = 10\text{Log} \frac{1}{\frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{N}} + \frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{I}} + \frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{X_{pol}}} + \frac{1}{\text{Log}^{-1} \frac{C}{X_{ady}}} } \quad \text{ecu 5.27}$$

### 5. 3.2.3 Análisis de las interferencias.

Las interferencias se definen como la energía de radiofrecuencia indeseada que se introduce en el receptor del enlace deseado.

Las interferencias pueden ser clasificadas en dos tipos:

#### Interferencias propias

Son interferencias producidas en receptores de la red por transmisores de la misma red.

#### Interferencias externas

Son producidas por sistemas ajenos al estudiado que utilizan la misma banda de frecuencias. Los sistemas interferentes más comunes son otros sistemas de satélites o incluso sistemas terrestres de microondas.

#### Análisis de interferencias propias

Se producen interferencias propias debido a la reutilización de frecuencias y al filtrado imperfecto.

Se tienen, dos tipos de interferencias:

- Interferencias cocanal
  1. Interferencias entre haces
  2. Interferencias por polarización cruzada
- Interferencias por canal adyacente
- INTERFERENCIAS COCANAL

Este tipo de interferencias se producen fundamentalmente por dos causas:

#### 1. Interferencias entre haces

Se debe a imperfecciones en el aislamiento entre haces geográficamente separados (sistema multihaz), que para aprovechar mejor el ancho de banda, usan la misma banda de frecuencias. Aparecen dos casos: en el enlace de subida y en el enlace de bajada.

En este caso las pérdidas en el camino de la señal deseada e interferente son las mismas, y también la ganancia del receptor en la dirección de las señales, ya que se supone que la interferencia proviene del mismo satélite que la señal deseada.

#### 2. Interferencias por polarización cruzada

Normalmente es causada por portadoras transmitidas por estaciones terrenas de otras redes que usan el mismo satélite, el mismo haz y utilizan una polarización ortogonal a la del sistema afectado. Dentro de una misma red VSAT no es normal que se usen dos polarizaciones ortogonales, sino solamente una.

El cálculo de la relación portadora a ruido por polarización cruzada viene dado por:

C/ X Polarización cruzada ascendente

$$C/ X = - \text{INTascCPOL} - \text{IPBO} - 10 \log^{-1} (AB) \quad \text{ecu 5.28}$$

C/X Polarización cruzada descendente.

$$C/X \text{ Polarización cruzada} = - \text{INT des CPOL} - \text{OPBO} - 10 \log (AB) \quad \text{ecu 5.29}$$

En los cálculos anteriores no se ha tenido en cuenta la depolarización de la onda en el camino entre el transmisor y el receptor debido a elementos como la lluvia, nubes o hielo.

Existen tablas para determinar de una forma mas rápida esta relación y van de acuerdo al satélite y al transpondedor que se utilice.

- INTERFERENCIAS DE CANAL ADYACENTE

Parte de la potencia de una portadora es capturada por un transpondedor o una estación terrena sintonizados a la frecuencia de una portadora adyacente (ver figura 5.16). La causa de esta interferencia radica en un mal filtrado entre canales.

En la figura se muestra un esquema simplificado de lo que ocurre en este tipo de interferencia:

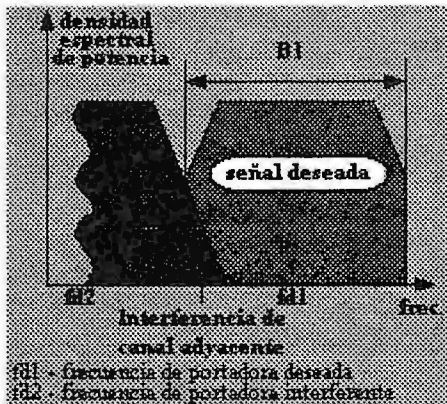


Figura 5.16

Una estación terrena capta la señal del satélite al que apunta, pero también la de otro satélite adyacente (señal interferente) la relación portadora a ruido por canal de satélite adyacente viene dado por las ecuaciones 5.30 y 5.31

C/ X Por satélite adyacente ascendente.

$$C/ X = \text{satélite adyacente} = -\text{INTascSADY} - \text{IPBO} - 10 \log^{-1} (AB) \quad \text{ecu 5.30}$$

C/X Satélite adyacente descendente.

$$C/X \text{ sat. ady.} = \text{PIRESat} - (\text{INTdesSADY} - \text{Gant rx}) - 10 \log (AB) \quad \text{ecu 5.31}$$

- Interferencias debidas a otras estaciones terrestres

La banda Ku y la banda Ka son de uso exclusivo para satélites, pero la banda C es utilizada también por radioenlaces terrestres de microondas. Cuanto más pequeña es la antena de la estación VSAT y más baja es la frecuencia utilizada, mayor es el ancho de haz y por tanto, mayor la posibilidad de interferencias terrestres.

La forma más adecuada de proteger una red de las interferencias es usar las técnicas de Spread Spectrum.

- Análisis del ruido de intermodulación

El ruido de intermodulación se produce al operar en modo no lineal. Lo que ocurre es que la potencia de salida del transpondedor se reparte no sólo entre las portadoras, sino también entre los productos de intermodulación. Este fenómeno es especialmente importante cuando se trabaja cerca de la zona de saturación (IBO=0 dB)

Existen curvas que dan la relación portadora-densidad espectral de ruido de intermodulación a la entrada del receptor de la estación terrena como función del IBO total del amplificador del transpondedor, asumiendo n portadoras de igual potencia.

Las curvas tienen, de forma aproximada, la siguiente forma:

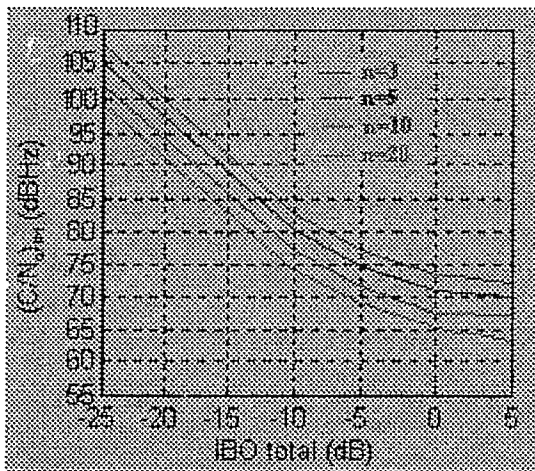


Figura 5.17

El cálculo de la relación portadora a ruido por interdemodulación viene dada por las ecuaciones 5.32 y 5.33.

C/I = Interdemodulación ascendente

$$C/I \text{ Interdemodulación} = -\text{HPA INT} - \text{IPBO} - 10 \log n \quad (\text{AB}) \quad \text{ecu 5.32}$$

C/I Interdemodulación descendente

$$C/I \text{ Interdemodulación} = -\text{SAT INT} - \text{OPBO} - 10 \log n \quad (\text{AB}) \quad \text{ecu 5.33}$$

- Determinación del BER

El BER (Bit Error Rate), tasa de error de bit, es función de la energía por bit de información y del ruido total del enlace.

La energía por bit de información se define como la energía acumulada en el receptor debido a la recepción de la potencia de portadora durante el intervalo de tiempo que con lleva la recepción de 1 bit de información. Por tanto se tiene:

La relación de  $E_b/N_0$  con el BER depende del tipo de modulación y del esquema de corrección de errores (FEC) usado. Se ha de destacar que el FEC no elimina por completo los errores, simplemente reduce la tasa de error.

#### 5.3.2.4 Calculo de un Enlace Ascendente y Descendente de Soyapango a México D.F.

El calculo de enlace satelital es un procedimiento matemático que tiene como finalidad la de obtener los valores de potencia necesaria para comunicar dos o mas estaciones terrenas (E/T) tomando en cuenta las consideraciones físicas relacionadas con el viaje de la señal por el espacio libre, con el procesamiento que recibe por parte de los equipos (entre ellos al satélite mismo y a la ubicación geográfica de los puntos a comunicar.

En el contexto del diseño de redes satelitales, el calculo de enlace constituye la base matemática para el dimensionamiento de los equipos que se utilizan en las E/T, en tanto que en la operación de redes es útil para determinar la cantidad de potencia necesaria para que la comunicación entre dos o mas E/T se realice con la calidad deseada en este análisis nos referiremos al segundo caso, al de determinar la cantidad de potencia que se necesita para establecer un enlace cuando los equipos de las E/T ya fueron seleccionados.

El procedimiento de calculo que se empleara se basara en dividir el calculo del enlace satelital en tres partes:

1. Enlace ascendente
2. Enlace descendente.
3. Evaluación del enlace.

Dada una de las partes anteriores reúnen una serie de conceptos físicos y procedimientos matemáticos que nos permiten manejarlos por separado, en las dos primeras partes se trata de obtener las relaciones (C/N) correspondientes, en tanto que en la parte final se determina el margen del enlace.

El margen del enlace es el parámetro que nos indica la calidad total del enlace, que considera los requerimientos de calidad en la información del equipo receptor y la calidad de la información proporcionada por el enlace.

El criterio de diseño que ha tomar es el de considerar el resultado del margen del enlace ya que en caso de no ser así se tendría que recalcular nuevamente bajo diferentes codiciones de potencia para esta caso se tendría que cambiar el valor de potencia con la que transmite la E/T , así hasta obtener los resultados deseados, en caso contrario se procede a recuperar los valores mas relevantes como son la PIRE del satélite por portadora y el PIRE de la E/T esto es las potencias controlables de nuestro enlace.

En este apartado se muestra un ejemplo de un cálculo de enlace satelital desde Soyapango hasta la ciudad de Guadalajara (México), como se trata de Videoconferencia se tiene que realizar los cálculos tanto del enlace ascendente y el enlace descendente, así como también la evaluación del enlace calculado.

Un aspecto que hay que tomar en cuenta es que los cálculos realizados se hicieron con datos típicos obtenidos del satélite Solidaridad 1 , así como también se establecen algunos parámetros ya establecidos para la E/T en Soyapango

- DATOS.

#### Datos de Satélite.

Satélite:	Solidaridad 1	
Longitud:	109.2° Oeste	
Banda de operación:	C	
Frecuencia ascendente:	6.065 GHz	
Frecuencia descendente	3.840 GHz	
Tipo de transpondedor:	4 k (54 MHz)	
BIO:	1.0 dB	
BOO:	0.3 dB	
ATP:	10 dB	(pasos de ganancia del atenuador)

#### Datos de la señal a transmitir.

Velocidad:	384 Kbps
Modulación:	QPSK
Roll OFF:	14 %
FEC:	1/2
BER:	10E-7

#### Datos de las E/T Transmisora y Receptora.

Localidad:	Soyapango	México DF
Latitud:	13.42°	19.35° °N
Longitud:	89.88°	99.01° °O
Diámetro de la antena:	1.8	3.5 mt
Ganancia de la antena de Tx	40.7163 (n=90%)	45.9754 dBi (n=85%)
Ganancia de la antena de Rx	36.2295 (n=90%)	42.2766 dBi (n=85%)
Eb/No	5.7	5.7 dB

#### Datos de satélite para las localidades de interés.

	Soyapango	México DF
DFS	-93.9	-93.4
PIRE	38.6	38.3
G/T	9.6	4.6

## CÁLCULOS PRELIMINARES:

a) Ancho de banda.

$$AB = 384 (0.5)^{-1} (0.5) (1+0.14) \quad \text{sustituyendo en la ecuacion 5.12}$$

$$AB = 437.76 \text{ KHz}$$

b) Apuntamiento de antena y distancia E/T - Satélite.

b.1) Soyapango

b.1.1) Ángulo de Azimut

$$A' = \tan^{-1} [ \tan (109.2 - 89.88) / \text{Sen } 13.42 ]$$

$$A' = 56.49^\circ$$

$$A = 180^\circ + 56.49^\circ$$

$$A = 236.49^\circ$$

b.1.2) Ángulo de elevación

$$E = \tan^{-1} [ (42164.2 - 6378.155 (W)) / ( 6378.155(\text{Sen} (\text{Cos}^{-1} W) ) ) ] - \text{Cos}^{-1} W \quad \text{sustituyendo de la ecuacion 5.10}$$

$$W = (\text{Cos } 13.42) \text{ Cos } [109.2 - 89.88] = 0.9179$$

$$E = \tan^{-1} [ (42164.2 - 6378.155 (0.9179)) / ( 6378.155(\text{Sen} (\text{Cos}^{-1} 0.9179) ) ) ] - \text{Cos}^{-1} 0.9179$$

$$E = 62.636^\circ$$

b.1.3) Distancia entre E/T Soyapango y Solidaridad

Sustituyendo de la ecuacion 5.9

$$D = \{42164.2^2 + 6378.155^2 - (2(6378.155(42164.2)) \text{Sen} (62.636 + \text{Sen}^{-1} (( 6378.155/42164.2) \text{Cos } 2.636)) ) \}^{1/2}$$

$$D = 36397.69 \text{ Km.}$$

c.1) México DF

c.1.1) Ángulo de Azimut

$$A' = \tan^{-1} [ \tan (109.2 - 99.01) / \text{Sen } 19.35 ]$$

$$A' = 28.47^\circ$$

$$A = 180^\circ + 28.47^\circ$$

$$A = 208.47^\circ$$

c.1.2) Ángulo de elevación

Sustituyendo en la ecuación 5.10

$$E = \tan^{-1} [ (42164.2 - 6378.155 (W)) / ( 6378.155(\text{Sen} (\text{Cos}^{-1} W) ) ) ] - \text{Cos}^{-1} W$$

$$W = (\cos 19.35) \cos [109.2 - 99.01] = \mathbf{0.9286}$$

$$E = \tan^{-1} \left[ \frac{42164.2 - 6378.155 (0.9286)}{6378.155 (\sin (\cos^{-1} 0.9286))} \right] - \cos^{-1} 0.9286$$

$$E = \mathbf{64.4864^\circ}$$

c.1.3) Distancia entre E/T México DF y Solidaridad

Sustituyendo en la ecuación 5.9

$$D = \sqrt{42164.2^2 + 6378.155^2 - 2(6378.155)(42164.2) \sin (64.4864 + \sin^{-1} ((6378.155/42164.2) \cos 64.4864))} ]^{1/2}$$

$$D = \mathbf{36318.428 \text{ Km.}}$$

### Enlace Ascendente Soyapango - Solidaridad

A) Relación portadora a densidad de ruido ascendente.

Sustituyendo en la ecuación 5.4

$$(C / N_o)_{asc} = 51.52 + 4.6 - (-228.6) - L_{sdes} - 1.0 - 1.0$$

A.1) Perdidas en el espacio libre ascendentes.

Sustituyendo en la ecuación 5.8

$$L_{sasc} = 20 \log [ 4\pi (6.065e9)(36397.69e3) / 2.99e8 ]$$

$$L_{sasc} = \mathbf{199.32 \text{ dB}}$$

$$(C / N_o)_{asc} = 51.52 + 4.6 - (-228.6) - 199.32 \text{ dB} - 1.0 - 1.0$$

$$(C / N_o)_{asc} = \mathbf{83.4 \text{ dB-Hz}}$$

B) Relación portadora a ruido

sustituyendo en la ecuación 5.11

$$(C / N)_{asc} = 83.40 - \log (437.76 \text{ KHz})$$

$$(C / N)_{asc} = \mathbf{26.99 \text{ dB}}$$

C) Relación portadora a ruido ascendente del sistema.

$$(C / N)_{asc \text{ sist.}} = ?$$

C.1) IPBO de portadora

$$IPBO = -93.9 - 51.52 + L_{p \text{ asc}} + 10$$

$$L_{p \text{ asc}} = 10 \log 4\pi (36397.69 \text{ e3})^2$$

$$IPBO = \mathbf{26.79 \text{ dB}}$$

C.2) C/I = Interdemodulación ascendente

Sustituyendo en la ecuación 5.32

$$C/I \text{ Interdemodulación} = -(-130) - 26.79 - 56.41 = \mathbf{46.8 \text{ dB}}$$

C.3) C/X Polarización cruzada ascendente

Sustituyendo en la ecuación 5.28

$$C/X = -(-110) - 26.79 - 56.41 = \mathbf{26.80 \text{ dB}}$$

C.4) C/X Por satélite adyacente ascendente.

Sustituyendo en la ecuación 5.30

$$C/X = \text{satélite adyacente} = -(-115) - 26.79 - 56.41 = \mathbf{31.80 \text{ dB}}$$

**Sustituyendo en la ecuación 5.15**

$$(C/N) \text{ asc sist.} = 10 \log \frac{1}{\log^{-1} 2.64 + \log^{-1} 4.68 + \log^{-1} 2.68 + \log^{-1} 3.18}$$

$$(C/N) \text{ asc sist} = 10 \log \frac{1}{0.00477} = 10 \log 204.61 = \mathbf{23.214 \text{ dB}}$$

## ENLACE DESCENDENTE .

A) Relación portadora a densidad de ruido descendente.

Sustituyendo en la ecuación 5.17

$$(C/No)_{\text{des}} = \text{PIREsat} + (G/T)E/T - (-228.6) - L_{\text{sdes}} - 1.6 - 1.0 \quad (\text{dB-Hz})$$

A.1) PIRE de satélite

Sustituyendo en la ecuación 5.18

$$\text{PIREsat} = -(-93.9) - 10 + 1.0 - 10 \log (4\pi (36318.42 \text{ e } 3)^2 + 51.52 - 0.3 + 38.3)$$

$$\mathbf{\text{PIREsat} = 12.226 \text{ dBw}}$$

**Sustituyendo en la ecuación 5.20**

$$4\pi (3.840 \text{ e } 9) (36318.42 \text{ e } 3)$$

$$\text{A.2) } L_{\text{sdes}} = 20 \log \frac{\quad}{2.99 \text{ e } 8}$$

$$\mathbf{L_{sdes} = 195.336 \text{ dB}}$$

A.3) Figura de mérito de la E/T ubicada en México DF

Sustituyendo en la ecuación 5.21

$$G/T = 42.276 - 10 \log [ (100 + 30) + \{ (1 - \log^{-1} - 1.6/10) (275) \} ]$$

$$\mathbf{G/T = 18.9576 \text{ dB } ^\circ\text{K}}$$

$$(C / N_o)_{des} = 12.226 + 18.9576 + 228.6 - 195.336 - 1.6 - 1.0$$

$$\mathbf{(C / N_o)_{des} = 61.8476 \text{ dB- Hz}}$$

B) Relación portadora a ruido descendente.

Sustituyendo en la ecuación 5.26

$$(C / N)_{des} = 61.8476 - 10 \log 437.76 e^3$$

$$\mathbf{(C / N)_{des} = 5.4376 \text{ dB}}$$

C) Relación portadora a ruido descendente del sistema

$(C/N)_{des. \text{ sist.}} = ?$

C.1) OPBO por portadora

$$OPBO = 0.3 - 1.0 + 26.79$$

$$\mathbf{OPBO = 26.09 \text{ dB}}$$

C.2) C/I Interdemodulación descendente

Sustituyendo en la ecuación 5.33

$$C/I \text{ Interdemodulación} = - (-130.0) - 26.09 - 56.41 = \mathbf{47.5 \text{ dB}}$$

C.3) C/X Polarización cruzada descendente.

Sustituyendo en la ecuación 5.24

$$C/X \text{ Polarización cruzada} = - (-115.0) - 26.09 - 56.41 = \mathbf{32.5 \text{ dB}}$$

C.4) C/X Satélite adyacente descendente.

Sustituyendo en la ecuación 5.31

$$C/X \text{ sat. ady.} = 12.226 - (-21.0 - 42.27) - 56.41 = \mathbf{18.086 \text{ dB}}$$

Sustituyendo en la ecuación 5.27

$$(C/N) \text{ des. sist.} = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{\log^{-1} 0.54} + \frac{1}{\log^{-1} 4.75} + \frac{1}{\log^{-1} 3.25} + \frac{1}{\log^{-1} 1.808}}$$

$$(C/N) \text{ des. sist.} = 10 \log \frac{1}{0.3020} = 5.2 \text{ dB}$$

## EVALUACIÓN DEL ENLACE

a) Relación portadora a densidad de ruido total del sistema

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{\text{Tot.Sist}} = 10 \text{Log} \frac{1}{\frac{1}{\text{Log}^{-1} \left[ \frac{\left(\frac{C}{N}\right)_{\text{asc.sist.}}}{10} \right]} + \frac{1}{\text{Log}^{-1} \left[ \frac{\left(\frac{C}{N}\right)_{\text{des.sist.}}}{10} \right]}}$$

$$(C/N) \text{ tot. sist.} = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{\log^{-1} 2.32} + \frac{1}{\log^{-1} 0.52}}$$

$$(C/N) \text{ tot. sist.} = 10 \log \frac{1}{0.306} = 5.1317 \text{ dB}$$

b) Relación portadora a ruido requerido

$$(C/N) \text{ req.} = E_b/N_0 + \log(\text{Velocidad de Transmisión}) - 10 \log(\text{Ancho de banda})$$

Sustituyendo nos que:

$$(C/N)_{\text{req.}} = 5.7 + \log(384 \text{ e } 3) - 10 \log 437.76 \text{ e } 3$$

$$(C/N)_{\text{req.}} = 5.13 \text{ dB}$$

c) Margen del enlace

$$ME = (C/N)_{\text{tot. sist.}} - (C/N)_{\text{req.}}$$

Sustituyendo nos queda:

$$\underline{ME = 5.1317 - 5.130 = 0.0017 \text{ dB}}$$

d) Porcentaje de potencia consumida por la portadora

$$\% \text{ POT} = 10^{\frac{1}{10} [(12.226 - 38.3 + 0.3) / 10]} * 100 = 0.2646 \%$$

e) Calculo de potencia del HPA

$$\text{Pot HPA} = 51.52 - 40.716 + 0.5 + 2$$

$$\text{Pot HPA} = 13.304 \text{ dBW}$$

$$\text{Pot HPA} = 21.3 \text{ Watt}$$

*Nota:* Se han tomado algunos valores típicos y se consideraron las pérdidas máximas para la determinación de la ganancia de la antena para Soyapango (Tx y Rx), una FEC de 0.5, una velocidad de 384 Kbps para tener una buena calidad de la Videoconferencia y que todavía queda un margen de 8.7 Watt de potencia en el HPA de Soyapango para mejorar la Tx, también se puede observar que el margen del enlace es positivo lo que nos indica que los parámetros que se tomaron son aceptables y que con la mejora de la potencia del HPA, un FEC menor (3/4, 7/8), una reducción de las pérdidas se puede mejorar el margen del enlace.

Hay que tomar en cuenta que como el sistema es para transmisión Bidireccional se deben colocar juntos en la antena el LNA y HPA de lo contrario solo se podrá tener Recepción o Transmisión respectivamente.

A continuación en la figura 5.18 se presenta un esquema del enlace de Soyapango - México D.F

Características del satélite Solidaridad usando el Transpondedor amplio 4W

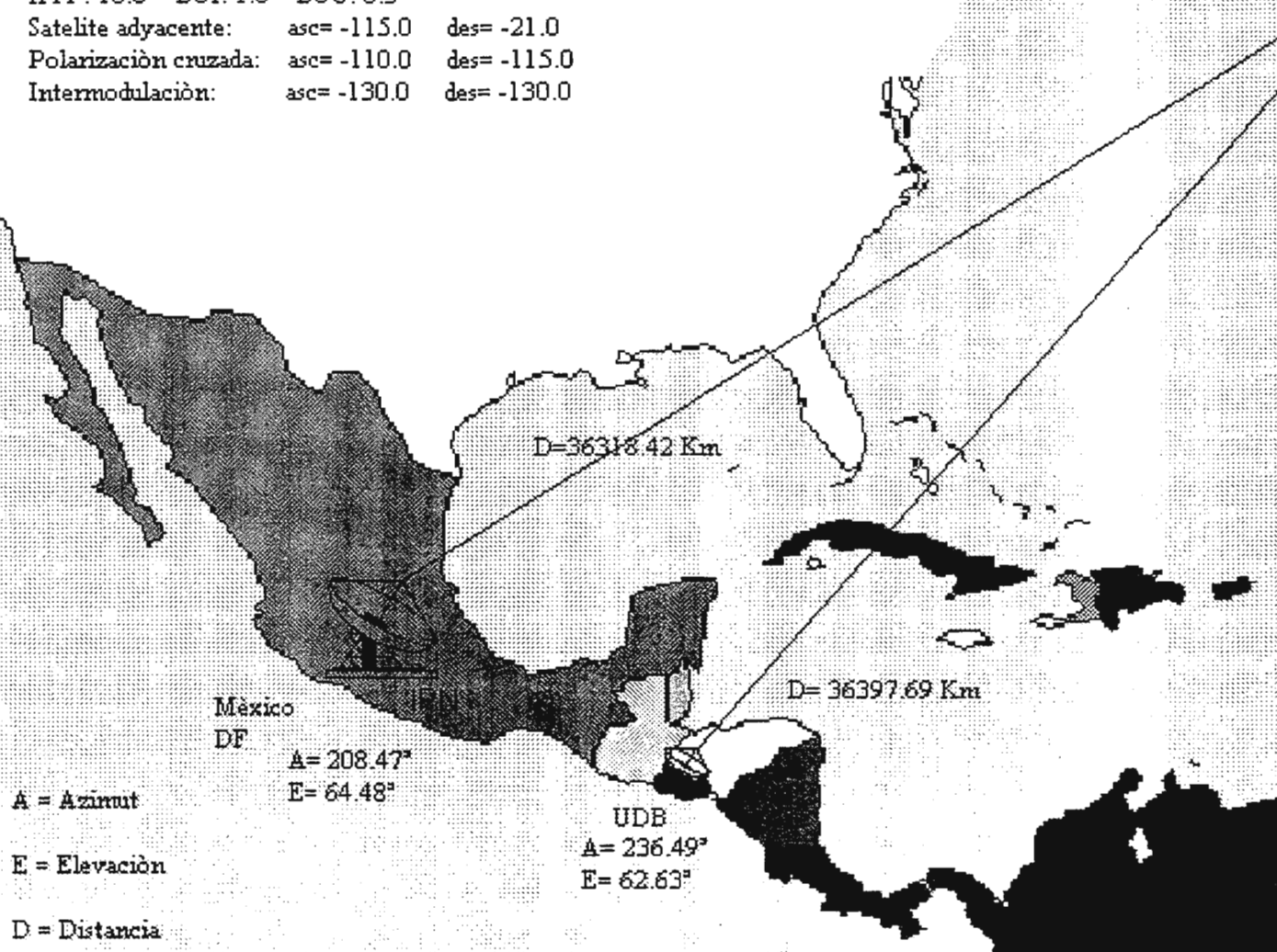
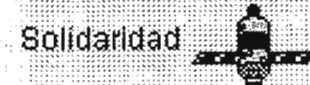
Servicio: TDMA / DAMA Banda: C Ancho de banda :72.0 Mhz

ATP: 10.0 BOI: 1.0 BOO: 0.3

Satelite adyacente: asc= -115.0 des= -21.0

Polarización cruzada: asc= -110.0 des= -115.0

Intermodulación: asc= -130.0 des= -130.0



A = Azimut

E = Elevación

D = Distancia

Mapa de enlace satelital de la UDB hacia el IPN en Mexico D.F.

### 5.3.3 Aspectos Funcionamiento de las Redes VSAT

Requisitos de una red VSAT:

Estructura física y de protocolos de una red VSAT.

Técnicas de acceso múltiple.

#### 5.3.3.1 Requisitos de una Red VSAT.

La Red debe permitir:

Establecimiento de la conexión entre llamador y llamado.

Encaminamiento de las señales del llamador teniendo en cuenta la compartición del medio (canal).

Proporcionar un canal fiable para la información. Esto se traduce para señales digitales por:

1. La ausencia de pérdidas de datos.
2. La ausencia de duplicados.
3. Comportamiento FIFO de los datos.
4. Retardo (delay) controlado y razonable.

NOTA:

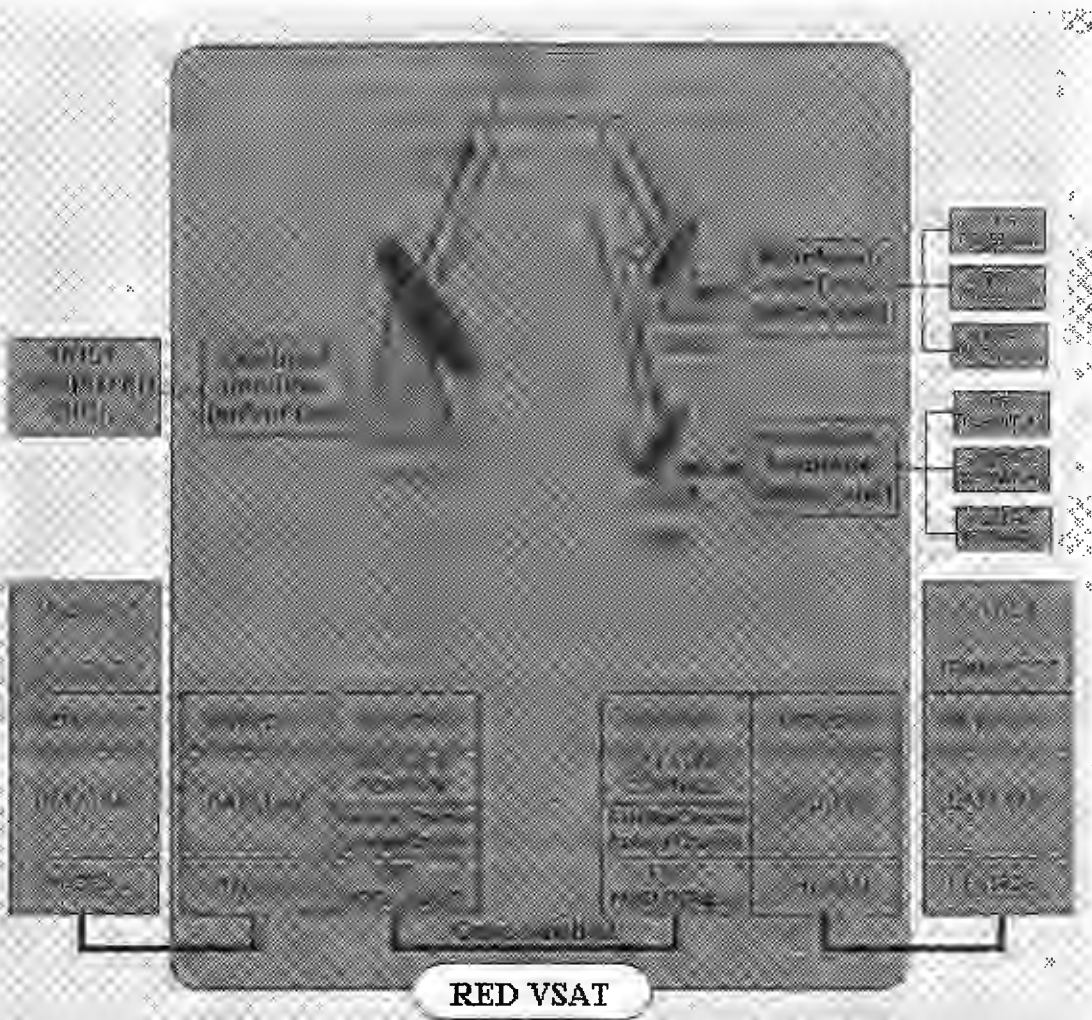
Todas las especificaciones que se le pueden imponer a una red VSAT dependerán del tipo de datos y de tráfico que se vayan a tratar mayoritariamente. Por lo tanto, una red VSAT estará optimizada para trabajar con cierto tipo de tráfico ofreciendo otro tipos de servicios de forma menos eficiente.

De forma general las redes VSAT se diseñan para soportar intercambios interactivos de datos.

#### 5.3.3.2 Estructura física y de protocolos de una red VSAT.

- Estructura de la Red (Parte terrestre y Parte radioeléctrica).
- Causas (Enlaces vía satélite versus Enlaces terrestres).
- Comportamiento de los Protocolos (En función del RUIDO y del RETARDO).
- Conclusión.

## Estructura de una red VSAT:



Figura

5.19

Vemos en la figura 5.19 dos representaciones que ponen de manifiesto la estructura física de la red y la estructura del protocolo paralela. Cabe destacar la separación de la red en una parte terrena y otra vía satélite. La presencia de las pasarelas (Base Band Interface) indica que existe una conversión de protocolos. A continuación se estudiara las causas del empleo de dos protocolos distintos.

### Estructura de una red VSAT: Causas

Diferencias entre enlaces vía satélite y enlaces terrestres.

Las principales diferencias que afectan a los protocolos son:

Que en las redes vía satélite los retardos son del orden de 100 a 1000 veces superiores a los retardos de las redes terrenas.

Que los enlaces radioeléctricos, sobre todo cuando la distancias son grandes, son mucho más ruidosos lo que se traduce por un incremento de la probabilidad de error y de las pérdidas de datos. Esto repercutirá directamente sobre el número de retransmisiones.

Luego el comportamiento de los protocolos será distintos según nos encontremos en el tramo vía satélite propiamente dicho o en el resto de la red.

#### Comportamiento de los protocolos

Dado que las características (ruido, retardo) son distintas según el enlace sea terreno o vía satélite se a estudiara el comportamiento de distintos protocolos en función del ruido y del retardo.

Protocolos de control de errores:

Se verán los protocolos Stop&Wait , GoBackN , Retransmisión selectiva :

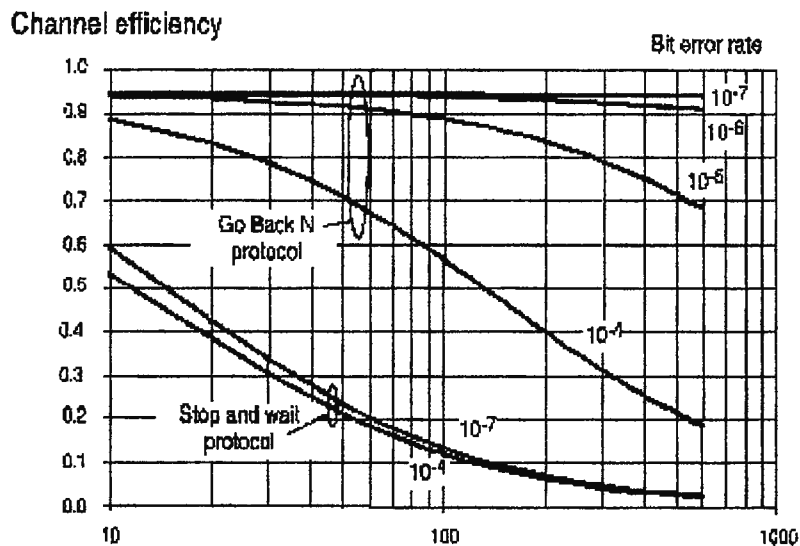


fig 5.20

Se observa en la figura 5.20 como tanto el protocolo Stop&Wait como el GoBackN tienen un mal comportamiento ante el ruido. El Stop&Wait además tiene bajas prestaciones para valores del retardo elevados.

El protocolo retransmisión selectiva es más inmune al retardo y por lo tanto más apropiado para enlaces vía satélite.

Protocolos de control de flujo o Ventana Deslizante:

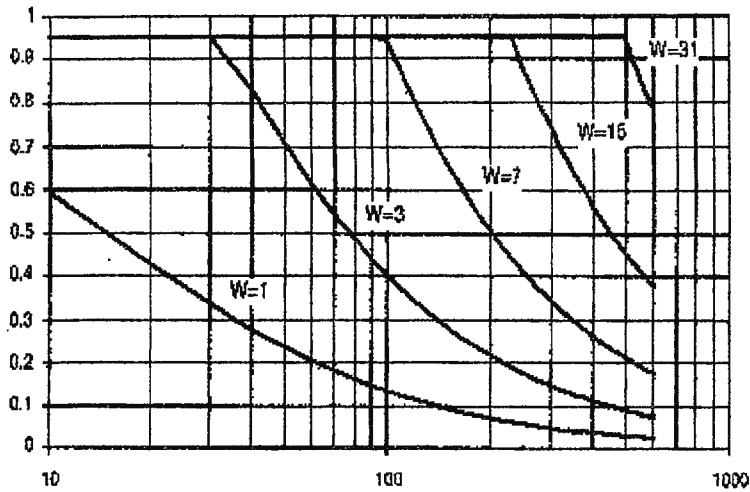


figura 5.21

Estas gráficas ponen de manifiesto que con una ventana suficientemente grande podemos trabajar con enlaces vía satélite sin pérdida de eficiencia.

Descripción de Protocolos.

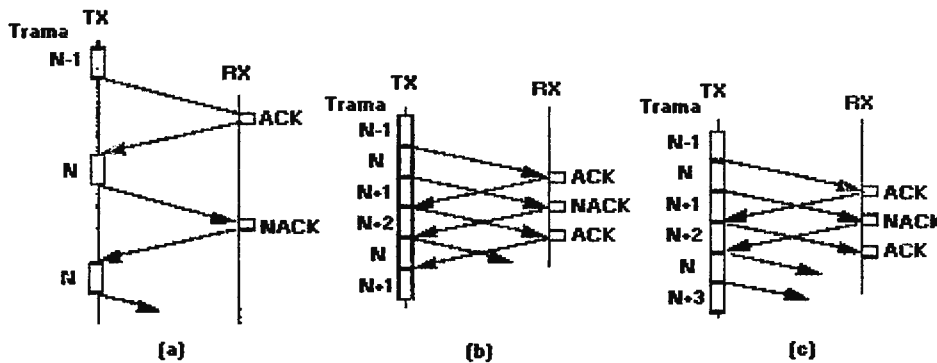


Figura 5.22

**Stop & Wait (a):**

El receptor, después de transmitir una trama, espera hasta recibir un reconocimiento positivo (ACK). En caso de recibir un reconocimiento negativo (NACK) el receptor retransmitirá la trama.

**Go-back-N (b):**

El receptor transmite tramas secuencialmente sin esperar. Cuando recibe un reconocimiento negativo (NACK) empezará a retransmitir secuencialmente a partir de la trama no reconocida.

**Retransmisión selectiva (c):**

El receptor transmite tramas secuencialmente sin esperar. Cuando recibe un reconocimiento negativo (NACK), retransmitirá solamente la trama no reconocida.

**Ventana Deslizante:**

El transmisor posee una ventana de un tamaño prefijado que delimita las tramas que puede enviar. Cuando recibe el ACK de la primera trama de la ventana, esta desliza dejando entrar una trama nueva al final de la ventana.

El receptor a su vez posee otra ventana del mismo tamaño que la de transmisión en la que marca las tramas que va recibiendo permitiendo así que estas lleguen en desorden. Cuando llega la primera trama de la ventana esta deslizará de forma idéntica a la de transmisión.

Conclusiones sobre protocolos.

Se ha observado como protocolos que poseen un excelente comportamiento cuando el retardo es pequeño (Redes Terrestres), responden mal cuando este retardo es mayor. Del mismo modo los protocolos tienen distintas respuestas frente al ruido. Esto explica el empleo de dos protocolos distintos para la parte terrestre de la red y para la parte radioeléctrica.

### 5.3.3 Técnicas de acceso múltiple.

Introducción (Dependencia con la topología de la red).

Dependencia con la topología de la red: Existen tres casos posibles que se muestran a continuación:

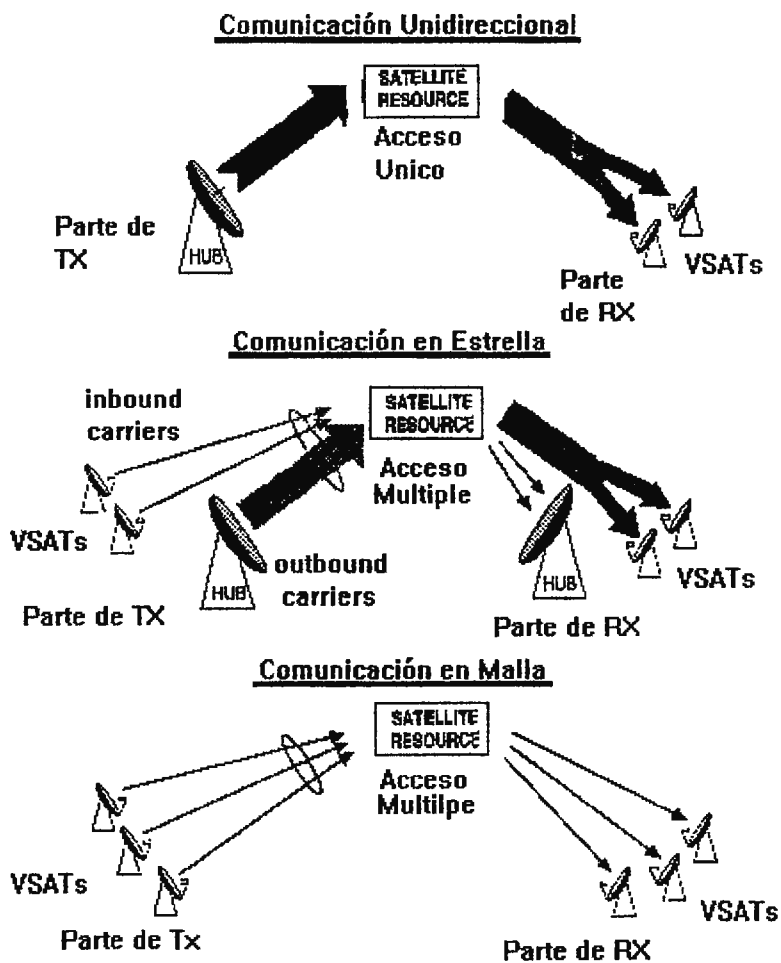


figura 5.23

**BROADCAST:**

Comunicación unidireccional.

No necesita protocolo de acceso múltiple.

**Configuración en ESTRELLA:**

Comunicación bireccional.

Necesita protocolo de acceso múltiple.

**Configuración en MALLA:**

Comunicación bireccional.

Necesita protocolo de acceso múltiple.

- Descripción de los métodos de acceso básicos

**FDMA:** Acceso múltiple por división en el frecuencia. Se divide la banda de paso en subbandas o canales que se asignan dinámicamente.

**TDMA:** Acceso múltiple por división en el tiempo. El tiempo se divide en slots que gastan la totalidad del ancho de banda. Un inconveniente es que requiere sincronismo entre todos los terminales conectados a la red.

**CDMA:** Acceso múltiple por división de código. Se emplea la técnica del espectro ensanchado mediante la utilización de un código. Uno de los problemas principales de este sistema es el desperdicio de ancho de banda pero a cambio protege contra interferencias.

- Acceso al medio en redes con configuración en MALLA.

Requisitos:

Todos los VSAT deben poder establecer una conexión con otro VSAT a través del satélite. Como ejemplo se asumirá que la red está compuesta por N VSATs.

Soluciones posibles:

Solución directa con asignación fija:

Cada VSAT dispone de:

TRANSMISION (N-1) Portadoras

RECEPCION (N-1) Portadoras

TRANSPONDEDOR N(N-1) Portadoras Uplink

N(N-1) Portadoras Downlink

Esta configuración es muy costosa además de poca eficiencia en cuanto al aprovechamiento del ancho de banda.

Solución con una portadora de subida por VSAT:

Cada VSAT dispone de:

TRANSMISION	1 Portadora
RECEPCION	(N-1) Portadoras
TRANSPONDEDOR	N Portadoras Uplink
	N Portadoras Downlink

Cada VSAT envía por su canal lo suyo multiplexando la información para cada uno de los restantes VSATs. En recepción cada VSAT extraerá la información que le corresponda de cada uno de los distintos canales que reciba. Si el método de multiplexación empleado por los VSAT es TDMA podríamos obtener conectabilidad total, pero el costo aumenta considerablemente. También se puede emplear CDMA pero esto desperdicia ancho de banda.

Solución con asignación bajo demanda:

Las soluciones anteriores surgen para satisfacer conectividad absoluta entre VSATs. Sin embargo este requerimiento es raro en este tipo de redes ya que lo más común es que los VSATs se interconecten dos a dos. En este caso cada VSAT dispone de:

TRANSMISION	1 Portadora sintonizable.
RECEPCION	1 Portadora sintonizable.
TRANSPONDEDOR	K Portadoras Uplink
	K Portadoras Downlink

Se necesita un canal de control para solicitar la conexión con otro VSAT. Una conexión emplea 4 portadoras 2 de subida (uplink) y 2 de bajada (downlink).

- Acceso al medio en redes con configuración en ESTRELLA.

Descripción:

Las redes en ESTRELLA están compuestas por N VSATs y un HUB. Cada VSAT puede transmitir y recibir K canales correspondientes a las conexiones de los terminales unidos al VSAT. El HUB por su lado debe poder transmitir y recibir NK canales atendiendo a todos los VSATs. El ancho de banda del transpondedor está dividido en dos. La primera banda está dedicada a los enlaces desde los VSATs hacia el HUB (inbound). La otra banda atiende los enlaces del HUB hacia los VSATs.

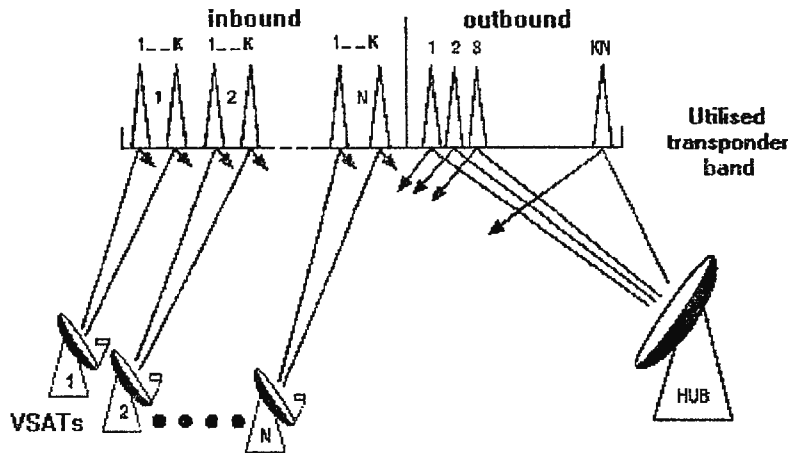


Figura 524

Tipos de soluciones posibles:

Para los enlaces INBOUND:

FDMA: cada VSAT dispone de una banda de frecuencia propia.

1.SCPC (1 canal por portadora): Esto significa que cada VSAT transmitirá N portadoras una para cada canal o, lo que es lo mismo los canales van multiplexados en frecuencia. Por lo tanto el HUB deberá recibir NK portadoras (demasiadas). 2.MCPC (k canales por portadora): Ahora cada VSAT transmite sólo una portadora multiplexando sus canales en el tiempo. El Hub necesita N receptores, uno por cada VSAT.

TDMA: todos los VSAT comparten la banda inbound.

La información de cada VSAT viaja multiplexada en el tiempo con la de los restantes VSATs. El Hub necesitará 1 receptor ya que sólo existe una portadora.

Para los enlaces OUTBOUND:

FDMA: el HUB multiplexa en frecuencia la banda.

1.SCPC (1 canal por portadora): El HUB deberá transmitir NK portadoras (demasiadas). Y VSAT recibirá N portadoras una para cada canal. 2.MCPC (k canales por portadora): El HUB transmite una portadora por VSAT, un total de N portadoras. Ahora cada VSAT recibe sólo una portadora sus canales llegan multiplexados en el tiempo.

TDM: Toda la información que va del HUB a los VSATs va multiplexada en el tiempo.

Ejemplos:

FDMA-SCPC inbound/FDMA-SCPC outbound:

FDMA-SCPC inbound/FDMA-MCPC outbound:

FDMA-SCPC inbound/TDM outbound:

FDMA-MCPC inbound/TDM outbound:

TDMA inbound/TDM outbound:

FDMA-TDMA inbound/FDMA-MCPC outbound:

FDMA-SCPC inbound/FDMA-SCPC outbound

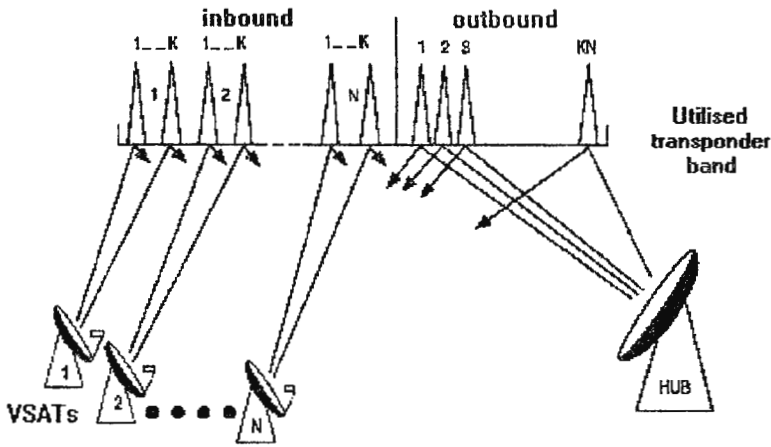


figura 5.25

FDMA-SCPC inbound/FDMA-MCPC outbound:

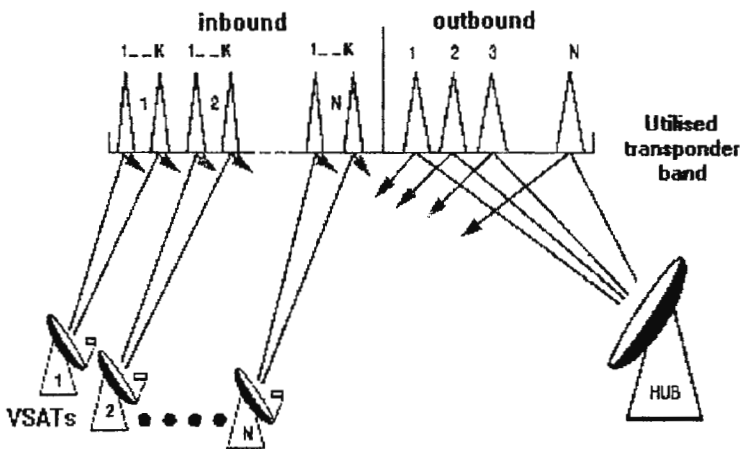


figura 5.26

FDMA-SCPC inbound/TDM outbound:

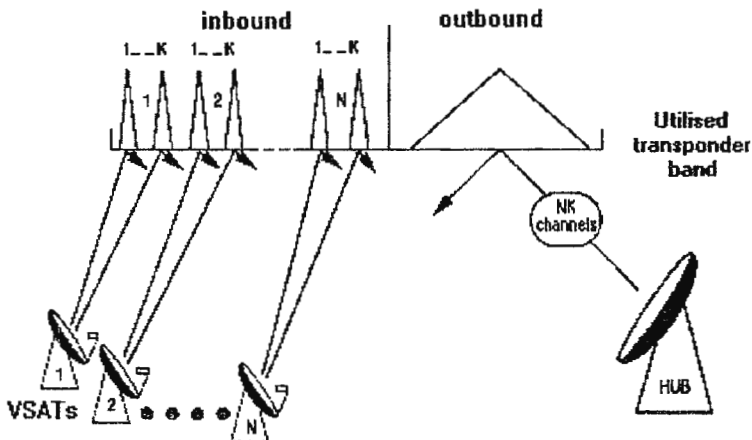


Figura 5.27

FDMA-MCPC inbound/TDM outbound:

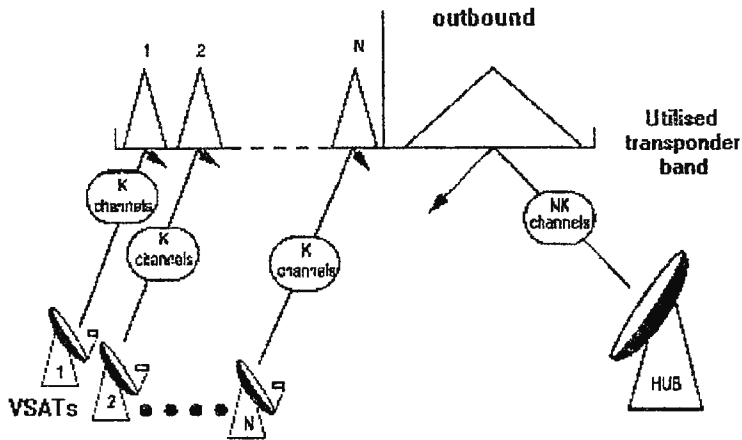


figura 5.28

TDMA inbound/TDM outbound:

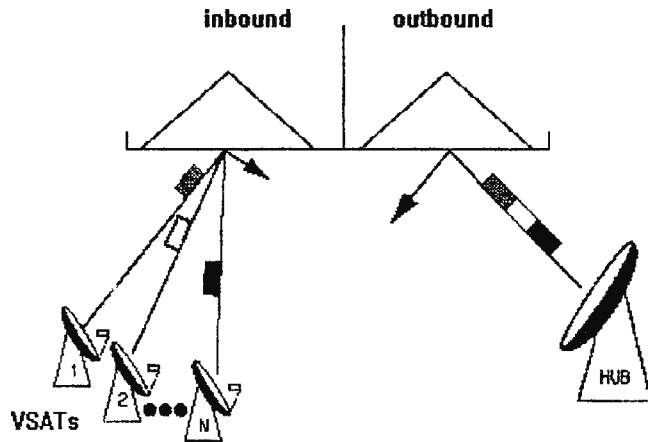


figura 5.29

FDMA-TDMA inbound/FDMA-MCPC outbound:

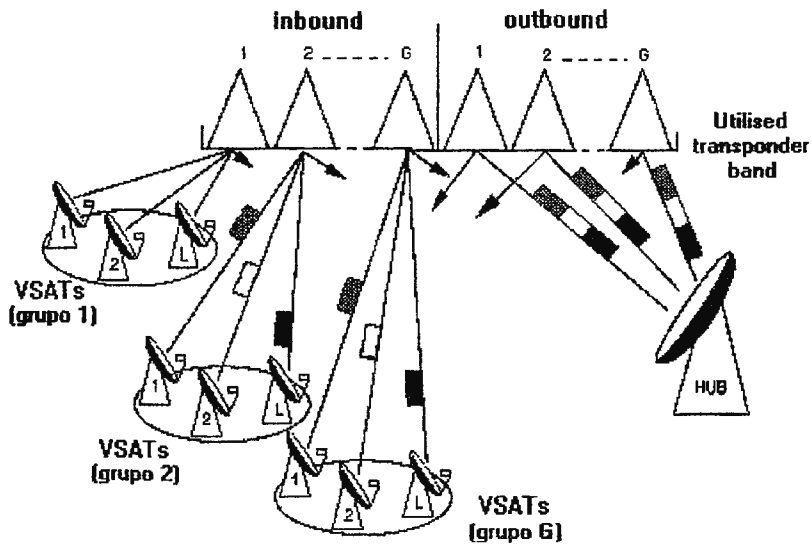


figura 5.30

Esta es una configuración híbrida que es muy utilizada dado que aprovecha el ancho de banda con requerimientos de potencia bajos.

- **Asignación fija frente a Asignación dinámica**

El canal utilizado por un VSAT puede estarle asignado de forma permanente (fijo) o por el contrario mediante un sistema de control ir asignando los canales dinámicamente. Dependiendo de las características de las red y del tráfico emplearemos una u otra:

**Asignación fija:**

**Aspectos positivos:**

1. Al no necesitar control es mucho más SIMPLE. 2. Al no existir el bloqueo (del canal), la DISPONIBILIDAD es absoluta: cada vez que desee transmitir podrá hacerse.

**Aspectos negativos:**

1. Este tipo de asignación desperdicia ANCHO DE BANDA lo que en comunicación vía satélite no se puede permitir.

**Asignación dinámica:**

**Aspectos positivos:**

1. Optimiza la utilización del ANCHO DE BANDA que como ya se ha dicho es primordial en el tipo de comunicaciones que ocupan..

**Aspectos negativos:**

1. Aparece el concepto de BLOQUEO, pudiendo encontrarse un VSAT con información para enviar y no encontrar un canal libre para transmitir..

2. Además necesitara un canal de control de las asignaciones lo que se traduce por un AUMENTO de la COMPLEJIDAD.

**Limitaciones:**

En comunicaciones vía satélite este tipo de asignación aprovecha mucho mejor los recursos del transpodador (ancho de banda) pero si el tamaño de los mensajes son cortos la eficiencia de utilización del canal disminuye. Esto se debe a que la relación entre bits de control respecto bits de información crece notablemente. Por esta razón surgen los métodos de acceso aleatorios...

- **Métodos de acceso por división en el tiempo ALEATORIOS (ALOHA)**

**Tipos:**

**ALOHA convencional:**

Todos los VSATs tienen libre acceso al canal, sin ningún tipo de sincronización: cada VSAT accede cuando necesita transmitir si el canal esta libre. No existe ningún problema hasta que dos terminales intentan acceder al canal

simultáneamente lo que produce una colisión. Para resolver estos casos el sistema está provisto de un algoritmo que regula las retransmisiones intentando minimizar la probabilidad de recolisión.

ALOHA ranurado (S-ALOHA):

El principio es el mismo que el anterior con la excepción de que ahora el tiempo esta dividido en slot lo que implica un sincronismo entre VSATs. Este protocolo tiene un mejor comportamiento ósea un mayor Throughput.

ALOHA con rechazo selectivo.

Los mensajes son enviados de manera asincrona como en el ALOHA no ranurado pero están partidos en un cierto número de pequeños paquetes. Los paquetes que lleguen indemnes al destino (no se detecta colisión) no se retransmiten. El inconveniente es que cada paquete necesita cabecera y esto equivale a una perdida de eficiencia.

TDMA con reservación/aleatorio (mixto)

Inicialmente el VSAT esta en modo S-ALOHA. Cuando llega un mensaje al buffer, el terminal evalúa su longitud. Si el mensaje puede transmitirse en un sólo slot, lo enviamos controlando la colisión. Si no, enviamos un paquete de control para reservar un canal libre de colisiones durante un número determinado de slots (igual a la longitud del mensaje).. En este caso también hay que controlar las posibles colisiones. Una vez nos han asignado un canal el protocolo se comporta como un TDMA tradicional.

- Estudio de retardo

El retardo es el tiempo que tarda un mensaje en ser transferido del transmisor al receptor.

Componentes del retardo:

1.Retardo en el VSAT.

En la cola de transmisión/recepción.

Tiempo de proceso.

Retardo debido al protocolo.

Tiempo empleado en manejar información de control (tiempo de servicio).

2.Retardo en la transmisión vía satélite.

Depende del tipo de acceso que se ocupe ya sea FDMA, TDMA, etc. así como también de los equipos complementarios.

3.Retardo en el HUB.

En la cola de transmisión/recepción.

Tiempo de proceso.

Tiempo empleado en manejar información de control (tiempo de servicio).

Comparación entre FDMA, TDMA, S-ALOHA:

1. En función del número de VSATs.

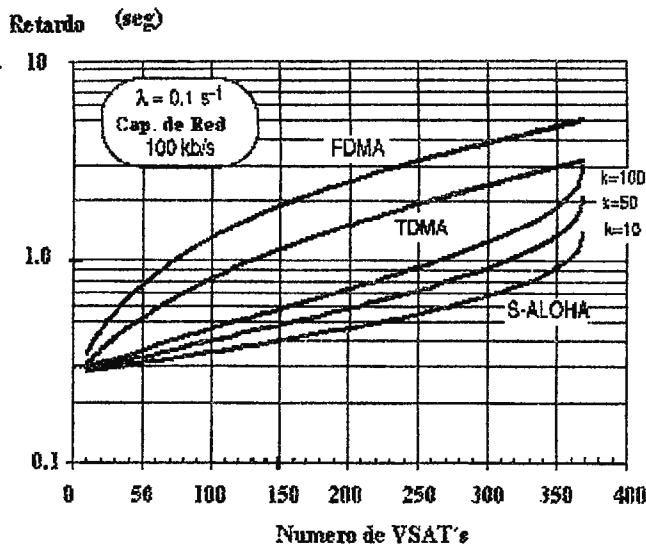


figura 5.31

Vemos claramente como S-ALOHA es el mejor protocolo cuando el tráfico generado por una estaciones bajo. FDMA tiene un peor comportamiento frente al retardo que TDMA.

2. En función tráfico medio generado por VSAT:

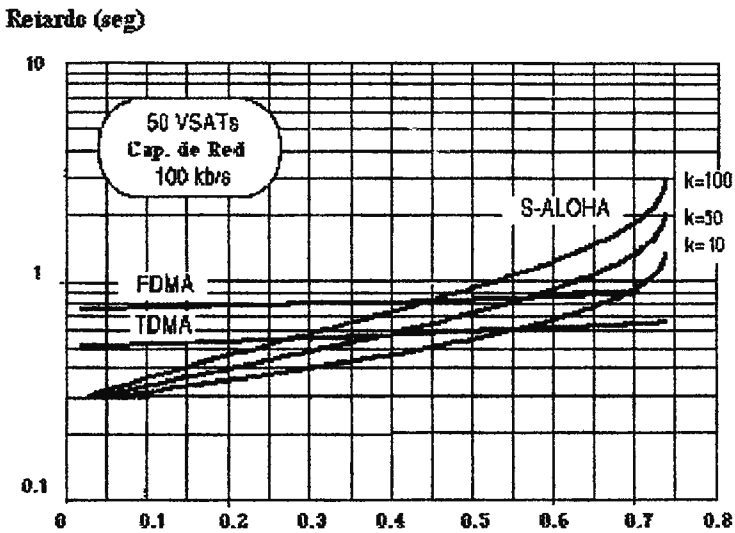


figura 5.32

Ahora el S-ALOHA presenta el efecto antes mencionado de mensaje largo y vemos como aumenta substancialmente el retardo con el tráfico mientras que el FDMA y el TDMA tienen un comportamiento casi constante. El FDMA sigue teniendo un peor comportamiento frente al retardo que el TDMA.

- Conclusiones:

A grandes rasgos podemos decir que:

1. La solución híbrida FDMA-TDMA por grupos satisface convenientemente el compromiso entre el aprovechamiento del ancho de banda ofrecido por el transponder y la potencia del VSAT necesaria.

2. Cuando el tráfico consiste en mensajes largos, el método de asignación bajo demanda es el que mejor responde. Cuando el tráfico consiste en mensajes T> cortos, los métodos de asignación aleatoria (S-ALOHA) son los que mejor responden. Las soluciones que combinan ambos tipos de asignación son los que más se suelen implementar.

3. Si existen muchos problemas de interferencias (existen otros sistemas funcionando con las mismas frecuencias y polarizaciones) utilizaremos CDMA en detrimento de del régimen binario.

## 5.4 Instalación de la red y licencia de operación

### 5.4.1 Instalación de redes VSAT.

#### Hub.

Es la estación central de una red VSAT. Es relativamente grande y es relativamente costosa de instalar. Se tarda entre 1 y 4 semanas de instalar, sin incluir la comprobación del equipo una vez instalado.

#### Vsat.

El mayor problema en su instalación es que envuelve potencialmente una gran cantidad de elecciones en todos los aspectos de su instalación: localización, usuarios, servidores de cable, condiciones de localización, etc.

Una antena para un terminal VSAT puede ser montada en un tejado, en un muro, o en el suelo. Si se instala en el suelo, se debe proteger con vallas para prevenir daños y/o robos de personas y animales. De todas formas, las vallas no son una gran protección contra el vandalismo.

#### Apuntamiento de la antena.

Una vez instalado el equipo, la antena se debe apuntar hacia el satélite. Las fórmulas para el cálculo de los ángulos de azimut y elevación se pueden utilizar como primera aproximación. (ver calculo del enlace)

El azimut se define desde el norte geográfico mientras el norte magnético es el dado por una brújula colocada en ese lugar. La diferencia es la declinación magnética cuyo valor depende de la localización y del año.

El ángulo de elevación debe ser medido desde el horizonte, que es definido por el plano horizontal local. Una vez se ha realizado la primera aproximación, se necesita refinar el apuntamiento para maximizar la potencia recibida desde el satélite. En algunos hubs se pueden incluir antenas de seguimiento.

Este equipo puede ser activado y la orientación de la antena se mantendrá en la dirección del satélite cualquiera que sea su movimiento dentro de la ventana de captura de la estación, con la precisión dada por el equipo. El error de apuntamiento es del orden de un 10% del ancho de haz a -3dB.

#### 5.4.2 Obtención de licencias.

##### Licencia de operación.

El problema principal al instalar una red VSAT es evitar las interferencias con otros sistemas ya instalados previamente. Para ello la UIT, en el artículo 11 de su reglamento indica los pasos a seguir:

##### Aplicación.

Los pasos pertinentes a la estación de tierra son entregados al operador, a menudo en impresos estandarizados por la autoridad nacional de telecomunicaciones. Esta registra los datos de la estación y rellena los impresos estándar de la UIT. Estos impresos deben cumplir el Apéndice 3 de la Regulación de Radio de la UIT. Los datos de la estación sirven como entrada del siguiente paso:

##### coordinación.

##### Coordinación.

Se debe distinguir entre coordinación de la estación terrena frente a otros sistemas terrestres, y estación terrena frente a otros sistemas vía satélite. Este segundo caso no se tratará. En el primer caso se designa un área alrededor de la estación terrena llamada área de coordinación, que se calcula según el Apéndice 28 de la regulación de la UIT. Se envía una carta de coordinación, junto a los impresos rellenos y un gráfico del área a las autoridades de telecomunicaciones de los países afectados y a la UIT. Los problemas de coordinación se resuelven bilateralmente entre los países afectados. Si el área de coordinación sólo afecta a un país, este paso se obvia.

##### Notificación.

Al acabar la coordinación, la UIT comprueba que el procedimiento ha sido correcto. Si es así, la estación se inscribe en el Registro General Internacional de Frecuencias.

Estos pasos serán llevados a cabo por el proveedor con la SIGET como ente regulador de telecomunicaciones

##### Licencia del equipo.

El procedimiento anterior sólo es viable si la planificación e instalación de equipos es lenta. En el país quien se encargara de la licencia de operación será la SIGET aunque hasta la fecha la ley de telecomunicaciones no presenta ningún procedimiento claro para la instalación de dichas estaciones, pero se está realizando actualmente la revisión para cambiar la ley y ser más específicos en estos aspectos además del económico también, ya que actualmente estos

procesos no se están realizando con la debida prontitud. (se espera que dichas correcciones a la ley estén aprobadas a finales de 1997)

Acceso al tramo espacial.

El operador en tierra debe contactar con la autoridad nacional de telecomunicaciones, quien se pondrá en contacto con el propietario del satélite, el cual comunicará el espacio libre que tiene en el satélite (transductores libres, capacidad de tráfico,...). El operador de VSAT en tierra debe cumplir con los requisitos de PIRE, C/N, estabilidad en frecuencia, control de transmisión, etc., requeridos por el satélite.

Permiso de instalación.

La instalación de un terminal VSAT abarca problemas de planteamiento y controles de zona, edificación y personal de seguridad. Deben cumplirse los reglamentos locales y la protección del entorno. Los permisos para instalar antenas en los tejados y el tendido de cables deben tratarse con las autoridades competentes en cada caso específicamente con la SIGET

#### 5.4.3 Otros Aspectos de las redes VSAT

Ventajas de los sistemas VSAT

frente a redes digitales terrestres.

Las redes de transmisión vía satélite VSAT entran a competir directamente con sistemas de transmisión digital terrestres como red conmutada de paquetes o redes de fibra óptica. La implantación de las redes telemáticas VSAT comienza a ser rentable a medida que aumenta el número de nodos (terminales terrestres) de la red.

Red terrestre vrs Red por satélite.

Instalación de la estación remota en cuestión de días en cualquier punto geográfico vrs Varias semanas o meses que requiere instalar una línea privada o un sistema terrestre.

Un solo conmutador de paquetes vrs varios conmutadores de paquetes en la red terrestre.

Tiempo de respuesta menor vrs Varios segundos debido a los tiempos de procesamiento de los conmutadores de paquetes.

Alta seguridad de la comunicación todo el año debido a la redundancia de equipos en la estación maestra y al respaldo terrestre por vía Modem telefónico en casos de fallos vrs Interrupción total de una o varias terminales debido a la falla de una línea privada o un soporte de radioterrestre.

Su uso es especialmente significativo en la interconexión de nodos con difícil acceso geográfico:

Países sin infraestructuras en redes de datos. Un ejemplo es el de varias universidades latinoamericanas conectadas entre sí vía INTERNET a través del satélite.

Además se aprovecha la potencia inherente del satélite de cobertura global, disponibilidad del 99,8% al año. También se debe considerar la rápida implantación de la red ya que solo se necesita instalar los equipos y apuntar las antenas al satélite.

Otras ventajas:

Coste insensible a la distancia.

La red es fácilmente ampliable frente a redes terrestres que requieren obras de infraestructura para incorporar nuevos nodos.

Los terminales son reubicables fácilmente.

Baja potencia de emisión ya que la antena es de pequeñas dimensiones lo que se traduce en un bajo coste por terminal (nodo de la red).

Velocidades similares a las ofertadas por otras redes.

Actualmente la expansión de las redes vía satélite permiten la incorporación de servicios no incorporadas en redes terrestres como teleconferencia interactiva y TVC a larga distancia.

Posibilidad de establecer enlaces (VSAT a HUB: baja velocidad ;HUB A VSAT: alta velocidad) mientras que en redes terrestres se establecen enlaces con lo que el usuario paga por algo que quizás este infrautilizando El proveedor del segmento de satélite garantiza unos precios estables mientras que los precios de los redes de datos terrestres fluctúan .

Actualmente, y en un futuro a medio plazo, los principales competidores del sistema VSAT serán sistemas de comunicación digital como RDSI de banda estrecha, red pública de conmutación de paquetes X.25 y sistemas como el novedoso FRAME RELAY.

## 5.5 Parametros de interes de los sistemas VSAT a tomar encuesta por la UDB

A continuación se detallan los parámetros más importantes que como usuario debe considerar la UDB para instalar una estación o red VSAT.

- Interfaces al equipamiento.
- Independencia del vendedor.
- Tiempo de configuración.
- Acceso al servicio.
- Flexibilidad.
- Recuperación ante fallos.
- Probabilidad de bloqueo.
- Tiempo de respuesta.
- Calidad del enlace.
- Disponibilidad.
- Mantenimiento.

### 5.5.1 Interfaces

La unidad que se instala en el edificio (IDU=InDoor Unit) incorpora un cierto número de conectores específicos de entrada/salida para los terminales de usuario.

En las redes de datos el cliente quiere ser capaz de utilizar los canales del satélite y las estaciones VSAT de forma que sean transparentes a las aplicaciones futuras.

Es muy importante que todos los interfaces físicos estén definidos por software y sean cargables desde el Sistema Manejador de la Red en el Hub central. Las modificaciones a los interfaces individuales de los VSAT, no deben afectar a otros interfaces que estén funcionando en el mismo lugar.

### 5.5.2 Independencia del vendedor

Las funciones generales de una red VSAT son las mismas para todos los vendedores de productos. De todas formas, cada VSAT tiene un propietario del diseño y los protocolos. Por tanto, en una red en estrella, los productos de diferentes vendedores pueden no utilizar los mismos canales en el satélite ni los mismos equipos en el Hub.

### 5.5.3 Tiempo de configuración

Abarca dos aspectos:

El tiempo necesario para preparar la red a una configuración dada es de un tiempo de 90 días para una red de 100 nodos.

El tiempo necesario para expandir la red: una estación VSAT puede ser instalada en pocas días. Este tiempo es menor que el que tarda en instalarse una línea arrendada, que es de unas semanas.

### 5.5.4 Acceso al servicio

Muchas redes VSAT son en principio Unidireccionales, utilizadas por ejemplo para radiodifusión de TV. Más tarde el cliente desea ampliar el servicio hacia una red de doble dirección para transmisión de datos. Suele ser más barato incluir la opción de distribuir TV en una red de transmisión de datos.

Suele ser preferible para el operador de la red preguntar al proveedor qué tests de instalación se deben realizar para el despliegue de la red. Esta es una oportunidad para probar el equipo y comprobar que el servicio requerido es ofrecido por la red bajo prueba. También se pueden realizar medidas de tráfico y comprobar que el tráfico actual está conforme a las suposiciones de diseño. Incluso si la universidad no está completamente satisfecha, se puede rediseñar la red a menor costo que cuando esta ya estuviera operando.

### 5.5.5 Flexibilidad

Una de las principales ventajas de las redes VSAT es que la expansión (adición de nuevos terminales y circuitos) se puede realizar sin tener que reconfigurar la red o sin que impacte al resto de la red.

Sin embargo, el funcionamiento de la red e incluso la calidad del servicio ofrecido al usuario son sensibles al aumento de tráfico, que se incrementa si se incluyen muchas estaciones VSAT.

Es conveniente para prever posteriores expansiones de la red el sobredimensionar el Hub y el tramo espacial requerido en un 20% sobre los requerimientos iniciales ( Para el caso de que la institución este interesada en poner su propio HUB).

Dado que las frecuentes adquisiciones y la reestructuración de corporaciones son parte del mundo actual de los negocios, es importante que la universidad no sienta que sus necesidades en telecomunicaciones recorten su potencial de expansión.

### 5.5.6 Recuperación ante fallos

Las comunicaciones vía satélite son arriesgadas por naturaleza. Muchos directores de empresa no confían en este tipo de comunicaciones porque no las conocen. Es importante establecer manejadores de fallos, procedimientos de

restauración y entornos de recuperación consistentes ante fallos y desastres. Estos entornos deben ser adaptados a las necesidades que se vayan a cumplir en la institución.

La recuperación debe incluir:

Recuperación del Hub.

Recuperación de estaciones VSAT.

Restaurar el satélite.

Restaurar las conexiones terrenas.

Un fallo en el Hub puede afectar sólo algunas de sus funciones, permitiendo que funcione con una capacidad reducida para el mantenimiento de la red.

Si el Hub falla o es destruido, provocando la caída de la red, se debe considerar poseer otra estación terrena, fija o transportable, auxiliar para continuar las operaciones inmediatas sin cambio(s) en la(s) estación(es) VSAT o en el satélite.

Si la red en cuestión tiene un Hub distribuido, con sus conexiones por líneas terrenas, debe tenerse este factor muy en cuenta la institución deberá tener un plan seguro para este caso como parte de un mantenimiento preventivo.

El Sistema de Manejo de la Red (NMS) debe realizar una identificación centralizada de los fallos y funciones de diagnóstico para cada VSAT. La caída de una estación VSAT implica un evento que no puede ser rectificado con comandos y posterior recarga de parámetros por el NMS. El método correcto de manejar fallos consiste básicamente en detectarlos a tiempo y de forma correcta. La inclusión de equipos de prueba en la estación VSAT es esencial para mantener esta capacidad de Monitorización.

En el caso de que el fallo amenace la integridad de la red (por ejemplo, una estación VSAT dañada genera interferencias a otros sistemas), la transmisión de ese terminal debe ser ininterrumpida de inmediato. Una solución es implementar una señal continua desde el Hub a todas las estaciones VSAT. Si una estación VSAT no recibe la señal desde el Hub, debe interrumpir de inmediato su transmisión.

Los fallos en el satélite son raros, pero dado que la vida media de un satélite es de 15 años, se debe estar preparado para esta eventualidad.

El fallo más probable es un desapuntamiento del satélite, y da como resultado la caída completa de la red. esto, no lleva más de unas pocas horas llevar el satélite a su posición original.

Un fallo en el transpondedor requiere cambiar la red a otro transpondedor en el mismo satélite. Esta posibilidad es altamente dependiente de las condiciones de contratación entre los operadores de la red (proveedor) y el satélite: la capacidad del satélite puede ser alquilada como (non-preemptible o preemptible).

El alquiler (non-preemptible) significa que el operador del satélite garantiza el uso del ancho de banda del transpondedor y se compromete a hacer lo posible por ofrecer el mismo ancho de banda en otro transpondedor en caso de fallo del alquilado.

El alquiler (preemptible) significa que la capacidad alquilada no puede ser garantizada todo el tiempo.

Cambiar de traspondedor significa cambiar las frecuencias de operación y/o polarización de toda la red. Esto tiene que estar planificado de antemano para que en el caso de que haya pérdidas de señal, las estaciones VSAT puedan automáticamente sintonizarse en otra frecuencia y/o polarización para encontrar la señal del Hub.

Finalmente, existe la posibilidad de que el satélite completo falle, con la necesidad de cambiar a otro satélite. Esto significa reapuntar todas las antenas de las estaciones VSAT. Este reapuntamiento se puede hacer de forma manual, lo que toma mucho tiempo, o de forma automática, lo que encarece el coste de las estaciones VSAT.

En cualquier caso, la caída total o parcial de la red se puede subsanar en parte si hay enlaces terrenos de resguardo. Si un enlace cae, puede ser automáticamente redirigido a un enlace terreno, por una red pública de transmisión de datos. Esta posibilidad aumenta la disponibilidad de la red, y los vendedores suelen ofrecerla.

### **5.5.7 Probabilidad de bloqueo**

La probabilidad de bloqueo se considera en relación al modo de operación de la red, cuando las estaciones VSAT registradas en la red generan una demanda de tráfico que sobrepasa la capacidad de la red.

Cuando una estación necesita conectarse con otra o con el Hub, genera una petición al NMS, y esta petición sólo se satisface si hay suficiente capacidad disponible. Si no, la llamada se bloquea. Para redes VSAT, la probabilidad de bloqueo es típicamente de 0.1%.

### **5.5.8 Tiempo de respuesta**

El tiempo de respuesta se define como el tiempo que pasa desde que se envía una comunicación y se recibe la respuesta.

Este tiempo de respuesta es debido a varias atribuciones:

Tiempo de espera en el transmisor, debido a retrasos para preservar la capacidad de la red antes de que ocurra la transmisión.

Tiempo de transmisión del mensaje, que depende de la longitud del mensaje y de la velocidad de transmisión.

Tiempo de propagación, que depende de la arquitectura de la red, y el número de saltos al satélite. Típicamente son 0.25 seg. para un salto y 0.5 seg. para dos saltos. Este retraso ocurre en los caminos de ida y de vuelta.

Tiempo de procesamiento del mensaje en el receptor, y tiempo necesario para generar la respuesta.

Retraso producido por el protocolo, como resultado del control de errores, o control de flujo entre emisor y receptor.

Contrariamente a lo que parece, las redes VSAT ofrecen mejores resultados que las redes por línea privada. La única limitación física son los 0.5 seg. de retraso por el tránsito por el satélite.

### 5.5.9 Calidad del enlace

Al usuario sólo le concierne la calidad del enlace en banda base, que es especificada en términos de S/N para señales analógicas y BER para señales digitales. En la TV analógica se requieren 50dB. de relación S/N, lo que permite recuperar la señal con la suficiente calidad para radiodifusión y transmisión por cable. En transmisiones digitales, la BER típica es de  $1e-7$ .

Esta tasa es suficiente para garantizar una calidad aceptable para comunicaciones de voz y vídeo. En transmisión de datos, la BER no es significativa, ya que los protocolos de transmisión permiten un canal libre de errores entre emisor y transmisor. lo que significa que, si la tasa de error es muy alta, el número de retransmisiones hace que aumente el retraso de la comunicación.

Una consecuencia de la simetría de los enlaces es que ofrecen la misma calidad a todos los usuarios, cosa que no ocurre con los enlaces terrestres.

### Disponibilidad de la red

En términos generales, la disponibilidad se define como la relación entre el tiempo en que una unidad está funcional y el tiempo total.

$$A(\%) = 100 * (\text{Tiempo de uso efectivo} / \text{Tiempo de uso total})$$

La disponibilidad de la red es el porcentaje de tiempo que el servicio es ofrecido a un lugar dado con la calidad requerida. La disponibilidad depende de la fiabilidad de los equipos y retrasos

Más precisamente, la disponibilidad de la red se puede expresar como:

$$A_{red} = A_{satelite} * A_{link} * A_{trx} * A_{rx}$$

donde:

A\_tx: Disponibilidad del transmisor.

A\_sat: Disponibilidad del satélite.

A\_enl: Disponibilidad del enlace.

A\_rx: Disponibilidad del receptor.

Los valores típicos de disponibilidad se indican en la siguiente tabla:

Equipo	Disponibilidad (%)
VSAT remoto	99.9
Tramo Espacial	99.95
Enlace	99.9
Hub central	99.999
Red completa	$99.7 = [ (.999 * .9995 * .999 * .99999 ) * 100 ]$

Una disponibilidad de la red del 99.7% implica que hay 26 horas de mal funcionamiento al año. De todas formas es común que el usuario no acepte una interrupción de más de 4 horas seguidas. Por tanto se deben implementar procedimientos adecuados para restaurar los fallos del equipo en el tiempo requerido.

### **Disponibilidad de las estaciones terrenas**

Los fallos en las estaciones terrenas pueden ocurrir por dos causas:

Fallo en el equipo.

Típicamente, el tiempo medio entre fallos de equipo es de 100000 horas (aprox. 1.15 años). La disponibilidad de una estación VSAT depende del tiempo total de reparación, y éste de la facilidad en acceder al equipo, ya que esto lo solventa el proveedor.

Desapuntamiento de la antena.

Los movimientos producidos sobre el reflector de la antena son resultado de eventos meteorológicos como fuertes vientos y lluvias.

### **5.5.10 Disponibilidad del satélite**

Abarca tres aspectos:

Capacidad disponible en el satélite para acaparar un crecimiento de tráfico anormal o demandas inesperadas de servicios varios.

El operador de red debe informarse de la capacidad disponible en el satélite en el caso de que la red deba expandirse.

Es una buena práctica tener capacidad de más disponible en el satélite para transmitir vídeo

La disponibilidad de capacidad depende de la región específica del mundo y varía con el tiempo. Adaptar la capacidad del tramo espacial a la demanda es una tarea para los operadores de satélite ya que se debe estimar la demanda y programar los lanzamientos de los satélites para hacer frente a predicciones de demanda en un periodo de 10 a 20 años, con las incertidumbres asociadas al lanzamiento como son su programación y éxito.

Algunas regiones como la del Pacífico son deficitarias en cuanto a demanda de tráfico y otras, como EEUU y Europa, son excedentes.

Disponibilidad de otros traspondedores en el mismo satélite si falla el alquilado.

Si hay un fallo en un traspondedor (non-preemptible), la red puede ser transferida a otro traspondedor en pocas horas.

El compromiso es en este caso entre riesgo y costo: el operador de red quiere alquilar un traspondedor (non-preemptible) con la garantía de que su demanda será transferida a otro traspondedor en caso de fallo. Pero es más caro que un traspondedor (preemptible). En el caso de que alquile un traspondedor (preemptible) tiene que hacer frente al riesgo que supone tener que salir de su traspondedor para dar acoplo a otro operador que haya alquilado un traspondedor (non-preemptible).

Fallo total del satélite.

Si falla el satélite entero, la red debe ser transferida a otro satélite en la misma zona y con capacidad suficiente para la demanda de la red. Este cambio de satélite implica reapuntar cada antena, operación que puede durar varios días o varias semanas, dependiendo del número de estaciones.

Las estaciones VSAT pueden estar equipadas con mecanismos de reapuntamiento controlados por microprocesadores que se pueden activar automáticamente. El reapuntamiento se debe controlar localmente y desde el Hub al que se este conectado.

Disponibilidad del enlace

La disponibilidad del enlace requiere que la relación C/N sea mayor que un determinado umbral un cierto porcentaje del tiempo total. Esta relación varía principalmente por la lluvia (aumenta la atenuación de la señal) y por el Sol (aumenta el ruido recogido).

Lluvia.

La lluvia afecta principalmente en las bandas Ku y Ka (es más problemático en banda Ka), y prácticamente nada en banda C.

En servicios de voz y vídeo, la reducción de C/N se traduce en una pérdida de calidad de la señal en banda base (BER o relación S/N).

En circuitos de datos, como tenemos protocolos extremo a extremo de corrección de errores, la reducción de C/N se traduce en un aumento del tiempo de respuesta de la red.

Un método efectivo para combatir la atenuación y reducir la probabilidad de caída del enlace por lluvia es la diversidad de localización. Consiste en enlazar estaciones próximas por líneas de tierra, para que, si una de ellas está afectada por la lluvia, podamos transmitir a la otra y que esta reenvíe por la línea de tierra la información a la estación afectada.

Las estaciones deben estar lo suficientemente separadas para que no estén afectadas por la lluvia a la vez. Como las

tormentas fuertes tienen una extensión aproximada menor de 10 Km., esta solución suele ser buena para redes VSAT. (En el caso que la UDB quiera establecer su propio hub y tener su red VSAT en el país se tomara en cuenta esta observación)

#### Paso del Sol.

Ocurre cuando se alinean el Sol y el satélite. En este caso, el Sol pasa directamente por la línea visual entre el satélite y la estación de tierra. Sus efectos son más pronunciados en banda Ku y Ka que en banda C.

Este problema ocurre unos pocos minutos al día, durante unos 5 o 6 días al año:

Hemisferio Norte	Antes de finalizar la Primavera.
	Después de finalizar el otoño.
Hemisferio Sur	Después de finalizar la Primavera.
	Antes de finalizar el otoño.

La radiación del Sol incide en la antena receptora en tierra e incrementa su temperatura de ruido, por lo que la relación

C/N disminuye.

A continuación se incluyen algunos valores típicos:

Diámetro de la antena (m.)	Aumento efectivo en la temperatura de ruido (°K).
1.2	651
1.8	1465
2.4	2605
3.7	5862
9	6012

Cuando el Sol no está alineado con la estación terrena, la temperatura de ruido suele ser de 40°K a 60°K.

El margen dado para permitir una disponibilidad del 99.9% del enlace en presencia de lluvia suele ser suficiente para proteger el enlace de los efectos del Sol.

### 5.5.11 Mantenimiento

Concierne al equipo en tierra; es decir, al Hub las estaciones VSAT.

El mantenimiento de un Hub compartido es normalmente responsabilidad del proveedor del servicio del Hub. En un Hub dedicado el operador de red puede desear subcontratar el mantenimiento, o realizarlo él mismo.

Una estación VSAT debe requerir tan poco mantenimiento como sea posible ya que el costo operacional de mantenimiento sobre un gran número de lugares en una amplia zona de servicio puede estorbar el costo operacional de la red si es demasiado elevado, es deseable que el mantenimiento de la estación VSAT lo realizaran técnicos de la empresa proveedora que estuvieran también a cargo de otros cometidos.

Para facilitar su tarea, los equipos se reparan a nivel de bloque, e incluyen facilidades de autodiagnóstico.

El proveedor de red suele garantizar sus equipos y el software que acompaña por un periodo de dos años, pero debe presentar un plan de mantenimiento del hardware y el software por un periodo de diez años.

## 5.6 PUNTOS GEOGRAFICOS Y SATELITES A UTILIZAR PARA LA VIDEOCONFERENCIA.

Después de haber descrito lo que son las características, especificaciones y la mayoría de los factores que determinan un diseño usando VSAT incluyendo el calculo matemático, pasamos a plantear un análisis del conjunto de satélites de comunicación Geostacionarios que nos hagan factible tener Videoconferencia con otros puntos en el mundo que nos puedan brindar este acceso.

Continuación se muestran en las **Figuras 5.33 5.34 5.35** una representación de las coberturas ofrecidas por los sistemas de satélites de comunicación. Conectividad Latinoamerica-Latinoamerica, Latinoamérica -Europa y Latinoamerica-Norteamerica.

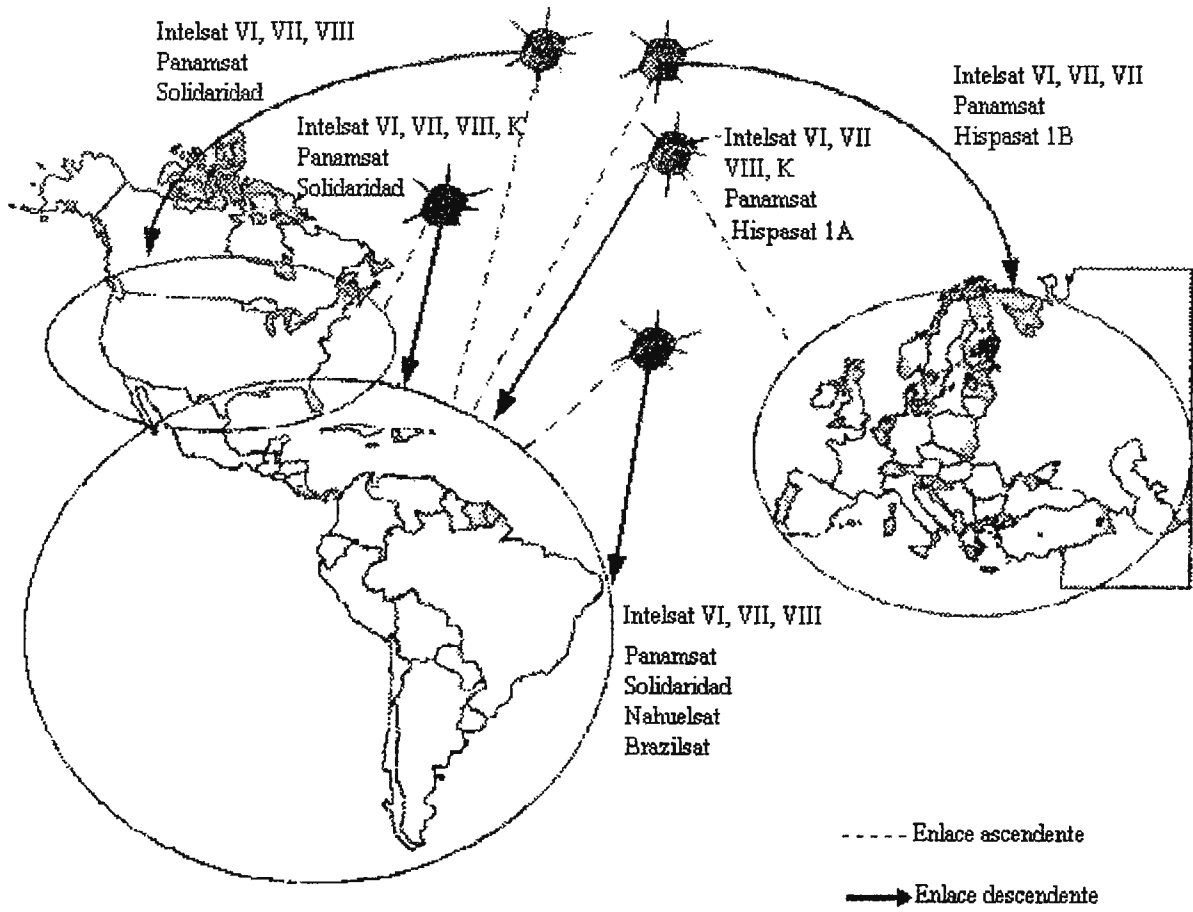


Figura 5.33

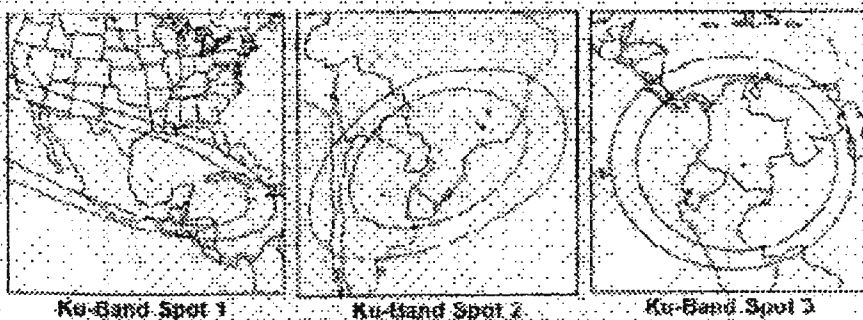


Figura 5.34

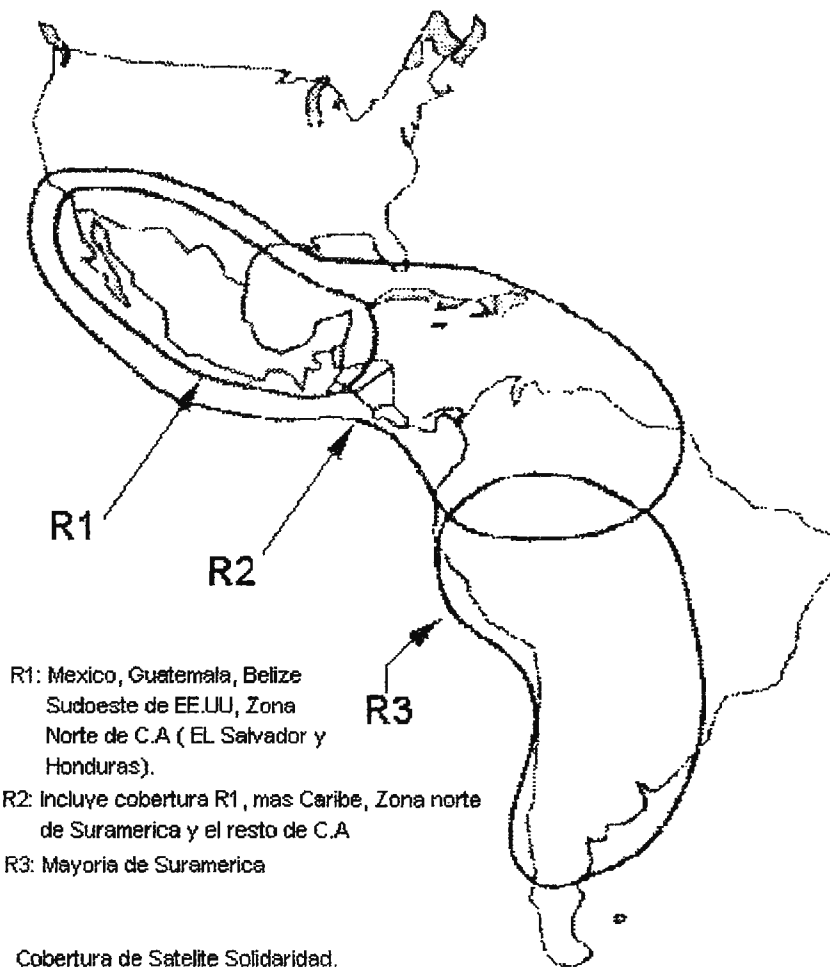


Figura 5.35

En donde se puede observar que los sistemas de Intelsat VI, VII, VIII, Panamsat nos proporcionan una cobertura mas grande tanto en Latinoamérica, Norteamérica y Europa, con enlaces ascendentes y descendentes en los mismos sistemas ya que de no ser así no se podría tener una Videoconferencia.

En la **tabla 5.1 y 5.2** se presenta un cuadro general comparativo de los datos de mas interés de los sistema de satélites que actualmente ofrecen cobertura sobre al región de Latinoamericana y en la región del Océano Atlántico (ROA). Pr todos son 6 sistemas de satélites, con 19 satélites operativos que ofrecen canales en banda C y KU, con un total de 83 canales en Intelsat y 118 canales en le resto de sistemas, con PIRE de 26 a 40 dBw en banda C y de 40 a 47 dBw en banda KU y con sensibilidades de -70 a -94 dBw/m y G/T entre -14 y 4 dB/K.

El ancho de banda realmente disponible en la región depende de la conectividad y dedicación de canales a cada cobertura elegido por cada operador del sistema de satélites.

El procedimiento de actividades que se sugiere para el plan de acción por parte de la Ciudadela con relación a tener su estación VSAT para tener Videoconferencia vía satélite con otras instituciones son:

- Documentarse sobre la operación de los sistemas VSAT sus ventajas y desventajas, para esto se tendrá que encargar el CITT como ente de investigación (ver Capítulo V de tesis).
- Determinar si esta tecnología y la propuesta de esta tesis es factible y dar a conocer su resolución a las autoridades de la Ciudadela.
- Realizar por parte de la Ciudadela contactos de actualización con los proveedores de los sistemas satelitales así como también las instituciones con las que podría llegarse a comunicar con el objeto de establecer un costo más real.

En lo referente a este último punto se pueden dar dos situaciones la primera es que una institución X este impartiendo un curso determinado y lo envíe al satélite y la Universidad este interesada en este curso para esto solo habrá de pagar el costo de la señal del satélite a la UDB, el otro caso es que la UDB solicite un curso a otra institución lo que puede duplicar el costo ya que tendría que pagar el costo de la señal de la institución al satélite y del satélite a la UDB. Dependerá del acuerdo o convenio que llegue la UDB con la otra institución para repartir los costos y no recargarlos a una sola institución.

- Fijar los puntos donde estará ubicada la sala de Videoconferencia y la estación VSAT en la UDB para la operación del sistema, para dicho propósito se muestra a continuación una propuesta:

Cuadro comparativo de coberturas de los sistemas de satélites con cobertura sobre Latinoamérica

Conectividad							
Sistema	Satélite	Enlaces Latinoamerica Latinoamerica	Enlaces Latinoamerica Europa	Enlaces Europa Latinoamerica	Enlaces Latinoamerica Norteamerica	Enlaces Norteamerica Latinoamerica	Tipo de cobertura en Latinoamerica
Intelsat VI	603 601 605	Si	Si	Si	Si	Si	Global
Intelsat VII	706 705 702/707	Si	Si	Si	Si	Si	Global
Intelsat VIII	804 806	Si	Si	Si	Si	Si	Global
Intelsat K	ISK	No	No	Si	No	Si	Global
Panamsat	PAS 1 PAS 3	Si Si	No	No	Solo hacia Miami Si	Solo desde Miami Si	Global
Solidaridad	S1 S2	Si	No	No	Solo hacia Miami	Solo desde Miami	Regional
Brazilsat	A2 B1	Si No	No	No	No	No	Doméstica
Hispasat	IA IB	No	No Si	Si No	No	No	Global
Nahuelsat	C1 C2	Si	No	No	No	No	Doméstica

Tabla 5.2

Cuadro comparativo de prestaciones de los sistemas de satélites con cobertura sobre Latinoamérica

Sistema	N° satélites operativos (SOA)	Datos en órbita cobertura						Datos en cobertura Latinoamérica			Análisis de prestaciones para satélites en órbita		
		Satélite	Posición orbital (°E)	Banda	RFSE (dBW)	G/T (dB/K)	Sensibilidad (dBW/m <sup>2</sup> )	N° Canales por Satélite	Capacidad disponible (MHz)	Ancho de banda total/sat. (MHz)	Cobertura en Latinoamérica	Altitud	Elevación
Intelsat VI	3	603	326.5	C	26.5/31	-144.8	-70	Global, 6	6x36, 2x11	296	Completa	69.1	25.71
		601	352.6					Hem, 6	5x72, 1x36	396		100.14	29.8
		605	356.5					Zonal, 5	4x72, 1x36	324		86.07	15.52
Intelsat VII	3	706	307	C	26/23	-12/8	73	Global, 6	6x36, 2x11	296	Completa	107.16	44.93
		705	310					Hem, 6	3x72, 1x36, 1x77	396		106.52	41.608
		7x270°	359					Zonal, 5	3x72, 1x36, 1x77	324		70.25	-7.53
			Spot (Ku), 5					2x72, 1x77, 2x11	446				
Intelsat VIII	3	804	336.5	C	29/26	-12/8	73	Global, 6	6x36, 2x11	296	Completa	75.25	12.506
		805	318.5					Hem, 6	3x72, 1x36, 1x77	396		101.25	31.915
		Ku, 5	Zonal, 5					3x72, 1x36, 1x77	324				
Spot (Ku), 5	2x72, 1x77, 2x11		446										
Intelsat IX	400 FV	ISK	336.1	Ku	47	5	-70	10	16x64	604.00	Fiscal (No cubre zonas de Brasil, Bolivia, Chile, Argentina)	76.25	11.506
Panamsat	2	PAS 1	315	C	33	-5	88	15	8x72, 12x36	854	Completa por regiones Completa Regional	105.11	36.50
		PAS 2	317					15	12x64, 4x64	904		102.26	34.51
		Ku	40					13	12x64, 4x64	904			
Solidaridad	2	S1 S2	269.8 243.2	C	47	1	-94	16	12x36, 6x72	654	Completa por regiones	236.40 245.43	62.636 56.18
Brazilsat	2	A2 B1	296 260	C	56/69	1	-62	28	57x2	1150	Brasil y países Mercosur	189.06 122.69	74.03 62.109
Hispasat	2	IA IB	330	Ku	50 42	6.6 -7	56 78	2 2	2x36 1x72, 1x54	126	Completa	97.66	21.163
Nanuesat	2	C1	288.2	Ku	40		72	12	12x64	646	Argentina y países Mercosur	126.41	63.78
		C2	264.2					6	6x54	324		132.77	67.25

Tabla 5.1



- Establecer con el proveedor las distintas condiciones que tengan que ver con la disponibilidad de recuperación ante fallos, para este caso de aplicación de Videoconferencia se sugiere un alquiler **non-preemptible** (ver inciso 5.5 para mas detalle).
- Establecer el periodo de aprobación de la asignación para el sistema satelital a usar ya que cada consorcio satelital tiene un período determinado para emitir su resolución de aprobación o desaprobación de la solicitud.
- Establecer el servicio que se desea para este caso se recomienda acceso TDMA con servicio bidireccional.

Se recomienda este servicio por que es que mejor aprovechamiento le da al tranpondedor y por que para aplicaciones de Videoconferencia es el mas idoneo ya que es un acceso por asignación de tiempo y la Videoconferencia es una transmision de tiempos es por eso que no se recomienda FDMA ya que es una signacion por frecuencia y no es muy aplicable para Videoconferencia.

- Establecer los compromisos de pagos como lo es un cargo diario, a tiempo completo con cargo mensual y sobre la base de un compromiso de 5 años con pago mensual.

Para es te ultimo punto tomando como referencia los costos de Intelsat el cargo aplicable al servicio TDMA bidireccional sobre la base de un compromiso por 5 años con pagos mensuales es mas rentable económicamente respecto a lo que son el alquiler mensual y el alquiler de uso ocasional.

Hay que tener en cuenta que al hacer uso de este servicio cada uno de los países que forman parte pagaran la parte que le corresponde por este servicio.

- Instalación del equipo VSAT y apuntamiento de la antena.

En este ultimo punto una ves instalado el equipo se apunta la antena al satélite con el que se realizaran las pruebas y se deja fijado en ese punto con referencia a estos angulos en la tabla 1 se muestran los angulos de AZIMUT y ELEVACIÓN para los distintos satelites que existen tomando en cuenta que esos datos son para una antena ubicada en Soyapango.

Para esto existen equipos VSAT que su funcionamiento es exclusivo para Videoconferencia tal es el casode los 2 equipos que se describen a continuación :

Terra Sat 600

Es una marca registrada de COMSAT cop.

Este terminal VSAT tiene como aplicaciones principales la telemedicina, Videoconferencia, Datos, Fax.

También trabaja en Banda C y Ku con velocidades de operación de hasta 2.048 Mbps.

Otras especificaciones:

Tipo de acceso: SCPC con alto ancho de Banda.

Capacidad para diseñar como HUB pequeño.

Ancho de Banda variable por asignación llamada por llamado.

Capacidad de encriptación.

TELEconference 600

Es una marca registrada de Hughes Network System

Aplicaciones de Educación a distancia y Videoconferencia

También Trabaja en Banda C y Ku

Tiene una alta calidad de Video a 384 Kbs para conexiones punto-punto y punto-multipunto

Capacidad de manejo de conferencias Multipunto sin MCU

Capacidad de operabilidad con sistemas CODEC de salón VTEL, CLI, PICTURETEL y imageTEL.

Los proveedores de contacto para los servicios satelitales son : AT&T, HUGHES , MCI, SPRING, entre otros.

Una ventaja de los proveedores es que operan con diferentes sistemas satelitales como Intelsat (que tiene uno de los consorcios más grandes ), Hispasat, Panamsat y Solidaridad entre los más importantes. El operar con un proveedor hará que la UDB como usuario pueda acceder a otros servicios ofrecidos por este proveedor dando también la oportunidad de acceder a cualquier lugar donde este proveedor opere sin importar el sistema satelital ya que solo será necesario reorientar la antena y algún ajuste de potencia, esto con previa notificación por parte del proveedor.

Las instituciones a las cuales se podría tener acceso para realizar Videoconferencia vía satélite son debido a que estas instituciones poseen sus propias redes de Videoconferencia ya sea vía terrestre o por medio de enlaces satelitales o vía microondas :

IPV Instituto politécnico de Valencia en España

IPM Instituto Politécnico de Madrid en España

IPN Instituto politécnico Nacional de México

Se mencionan estas instituciones por tener sus propias redes de Videoconferencia por las cuales imparten sus cursos a sus distintas estaciones remotas, y además por que estas instituciones poseen carreras muy afines a las de la UDB en especial en el área de Telecomunicaciones esto ayudaría a levantar el nivel educativo que actualmente tiene la UDB lo que iría dando la pauta para abarcar otras instituciones que pueden tener un nivel más avanzado e ir progresivamente en este proceso educativo.

En la siguiente figura se muestra como se realizaría un enlace entre la unidad multipunto del IPN con el equipo que se propone en la UDB en el cual se debe observar un detalle muy importante como lo es la sincronización a la hora de Transmitir y Recibir para este caso específico la antena maestra del IPN ubicada en México DF emplea un

esquema de sincronización en el que el reloj es suministrado por el Modem satelital del IPN, configuran en modo interno el reloj del modulador y se utiliza un buffer entre el DTE y el Modem con el objeto de compensar las diferencias entre los relojes de DTE y el Modem. Esta configuración hace que en el lado de la UDB se trabaje con el Modem en modo de lazo de reloj para tomar el reloj de la señal de Recepción y sincronizar su reloj de Transmisión, configurando el DTE en modo esclavo esto quiere decir que el equipo recupera la señal de Recepción y genera su reloj de Transmisión a partir de este.

Se puede observar también que ellos utilizan un dispositivo llamado FCD-2 que es un fraccionador y convertidor de interface G.703 a V.35 y viceversa esto con el objeto de conectar los radiomodems con interface V.35 a la unidad multipunto con interface G.703, para el caso de la UDB no es necesario utilizar un dispositivo de estos ya que el equipo que se propone es un equipo modelo Radiance marca CLI que utiliza interface V.35 igual que el radiomodem dicho sea de paso ya esta incluido en la cotización del equipo VSAT que se presenta en el anexo.

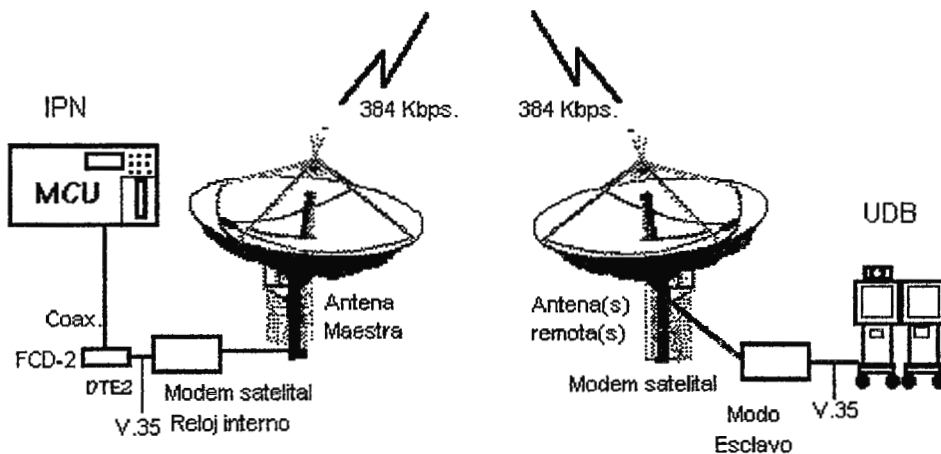


figura 5.37

## 5.7 Desarrollo y Utilización Futura

La permanencia y desarrollo de redes VSAT en el futuro será posible sólo si los servicios ofrecidos a los posibles clientes son

más baratos que los mismo ofrecidos por sistemas terrestres.

La evolución más probable se centra en los equipos electrónicos, más que en reducciones del tamaño de antenas o uso de

bandas de frecuencias elevadas. El cambio se centra en la utilización de equipos digitales, lo que permite más flexibilidad y

fáciles reconfiguraciones por software.

#### Nuevos servicios

Interconexión de LANs

Multimedia

Servicios móviles

INTERNET

Sistemas de control de Trafico Vehicular

Interconexión de LANs

El problema principal que se plantea es que las velocidades medias típicas de redes LAN son de 4,10 y 16 Mb/s, mucho mayores que las proporcionadas por los enlaces por medio de VSAT. No obstante, la mayor parte del tráfico interno a cada LAN, y solo de un 5% a un 15% se produce entre distintas LANs. Altas velocidades de transmisión de datos requieren gran ancho de banda; por ello es necesario el uso de un control de acceso eficiente bajo demanda:

Numerosos protocolos están siendo implementados para tal efecto: FODA, CFRA, CFDMA.

El Interface LAN-VSAT debe ser capaz de distinguir si la dirección de destino de los mensajes está dentro de la misma LAN o debe ser enviado al satélite, dejando pasar sólo estos últimos mensajes. También debe ser capaz de realizar funciones punto a punto en el nivel de transporte: los protocolos orientados a conexión son responsables de recuperaciones ante errores, control de flujo y secuenciación de paquetes entre emisor y receptor.

Como conclusión, decir pues, que nuevos protocolos de transporte deben ser implementados para permitir un mayor throughput sin aumentar el BER.

#### Servicios móviles

La disminución del tamaño de las antenas al usar bandas de frecuencia como la Ka llevan a servicios como:

Oficina transportable El usuario tendrá conexiones simultáneas de voz, datos y vídeo de baja velocidad. Esto puede ser posible con conexiones del portátil del usuario con la estación VSAT de forma cableada o no.

#### Terminal de oficina en casa.

En el cambio de hábitos de trabajo, orientados a fijar el lugar de trabajo en casa, puede tener una gran influencia la tecnología VSAT. Trabajando en la banda Ka con antenas de 30-40 cm de diámetro en aquellas regiones que el cable o la fibra todavía no han cubierto se pueden conseguir velocidades de hasta 2 Mb/s.

#### Satélites con procesador a bordo

Será posible la implementación de redes VSAT sin HUB, utilizando satélites con "procesador a bordo". Esto reducirá mucho los retrasos debido a los caminos de subida y bajada que se debían producir para que los datos pasaran por el HUB.

No obstante, este concepto no está a la vuelta de la esquina. La planificación de los satélites para los próximos años no incorpora esta facilidad, y dado que al satélite se le da un tiempo de vida de unos 15-20 años, este adelanto parece un poco lejano.

#### Uso de satélites no geoestacionarios

Para el final de esta década están anunciados los sistemas de comunicaciones basados en satélites no geoestacionarios, como los IRIDIUM de Motorola, los GLOBALSTAR de Loral y otros. Estos satélites pueden ser apropiados para comunicaciones VSAT.

## **CAPÍTULO VI ELECCION DEL EQUIPO Y SUS CONSIDERACIONES PARA CONECTARLO A LA RED CENTROAMERICANA DE VIDEOCONFERENCIA (COMTELCA).**

### **6.1 INTRODUCCIÓN.**

En este capítulo se describen las características técnicas y funcionales de distintos equipos de Videoconferencia para lo cual se ha realizado una elección de tres posibles alternativas para la adquisición del equipo así como también se describe con más detalle el funcionamiento del equipo que se ha escogido para el proyecto.

En este capítulo se muestra la ruta de conexión desde Soyapango hasta Tegucigalpa Honduras esto con el objeto de proponer el hacer uso de la red telefónica para lograr formar parte de la red Centroamericana de videoconferencia. Ya que actualmente la Ciudadela Don Bosco no cuenta con una infraestructura de comunicaciones basada en la red telefónica, un sistema de microondas y la red satelital este último tratado en el capítulo V.

### **6.2.- USO DE MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS (PCM) PARA LA TRANSMISION DE VIDEOCONFERENCIA.**

El objetivo de todo sistema de transmisión es producir, en la salida, una réplica exacta de cualquier señal de entrada.

En un sistema AM o FM una portadora es modulada continuamente por la señal, es decir, en forma análoga. Esta transmisión continua de información sobre la señal original no es necesaria; basta con enviar muestras a intervalos determinados para representar plenamente sus características. Este concepto es similar a una película cinematográfica, en la que las muestras son fonografías que dan la impresión de un movimiento continuo cuando se proyectan a la velocidad correcta. Si este muestreo se realiza a una velocidad que sea por lo menos el doble de la frecuencia más alta de la señal, se transmitiría toda la información. Por ejemplo, en un canal telefónico común basta con muestrear el canal 8000 veces por segundo.

La modulación por impulsos codificados (PCM) es la representación de una señal por medio de una serie de impulsos digitales, primero muestreando la señal, cuantificándola, y después codificándola. Los sistemas de este tipo tienen grandes ventajas y economías sobre los sistemas análogos. A partir de esto es que la red telefónica del país opera con sistemas PCM y es sobre este sistema con el que se transmite y recibe la señal de videoconferencia en

Centroamérica. Este mismo sistema se emplea para realizar la comunicación de la UDB hacia Tegucigalpa Honduras que es donde se encuentra la Unidad de Control Multipunto (MCU), ya que de esa manera se puede transmitir la señal digital comprimida del CODEC de la UDB hacia el MCU.

El principio en el que se basa la modulación por impulsos codificados es el de muestrear la señal analógica originando un tren de señales de impulso moduladas en amplitud (PAM). Luego cada muestra se codifica en un número binario que representa la amplitud de la muestra, se somete a procesos adicionales y luego se transmite a la línea. En determinados puntos del sistema se regeneran las señales digitales y se retransmiten sin el ruido acumulado.

Es en el transcurso de este proceso de regeneración que el PCM resulta más ventajoso que un sistema analógico en donde la señal en los amplificadores también redundante en la amplificación del ruido y la diafonía acumulada en la sección de línea precedente. Por esta razón no se utiliza este tipo de sistema para transmitir la señal de la Videoconferencia en forma analógica ya que además de esos inconvenientes se necesitaría más ancho de banda en una transmisión de este tipo es por eso que se utiliza el sistema PCM para transmitir la señal digital comprimida proveniente del CODEC.

Para los sistemas PCM, la señal de salida final debe estar totalmente libre de ruido de línea, cualquiera que sea la longitud del sistema, ya que lo único que le corresponde a los regeneradores y el equipo de salida es decidir si se encuentra o no presente un impulso. En el receptor se decodifican los elementos digitales y se reconstituyen nuevamente en una señal analógica por medio del CODEC.

La modulación por impulsos codificados, es el formato digital clásico y de uso más difundido, que convierte las muestras cuantificadas en grupos de códigos de impulsos binarios mediante amplitudes fijas. En lugar de transmitir la amplitud exacta de la señal muestreada, solo se admiten ciertos valores discretos del tamaño de la muestra. Luego, una vez efectuado el muestreo en un sistema de modulación de impulsos en amplitud (PAM), se transmite el valor discreto más próximo al verdadero. En el extremo receptor, el nivel de la señal tendrá un valor ligeramente distinto de cualquiera de los pasos discretos especificados, debido al ruido y a las distorsiones registradas en el canal de transmisión.

La representación de la señal original mediante valores de señal discretos y limitados se denomina Cuantificación. Este proceso genera un error en la magnitud de las muestras, produciendo el ruido de cuantificación. Sin embargo, una vez que la información está cuantificada, puede transmitirse a lo largo de cualquier distancia razonable sin pérdida adicional de la calidad, gracias a la regeneración de los niveles binarios afectados, contrarresta la distorsión.

Uso del ADPCM (Modulación Diferencial Adaptable por Impulsos Codificados), es un código reconocido por el ITU-T como método para duplicar como mínimo el número de usuarios analógicos en la mayoría de los enlaces digitales y comúnmente se utiliza con equipo digital de multiplicación de circuitos, el principio en el que se basa consiste en tomar palabras de 8 bits producidas en forma convencional, que representan muestras codificadas de

señales y compara cada una de ellas con una estimación de lo que será esa palabra de 8 bits. La diferencia entre estas 2 señales (la real y la estimada) es lo que se transmite .

Siempre que la estimación sea suficientemente buena , la diferencia entre ambas palabras de 8 bits será poca. En consecuencia se necesitan menos de 8 bits para representar cada señal de tráfico o sea que cada palabra de 8 bits se convierte en una palabra de cuatro bits, esto ocurre con un tipo de ADPCM, si en el extremo receptor del circuito hay un decodificador similar y con esto obtener una buena calidad, cosa que se utiliza para la transmisión de la señal de la red Centroamericana de Videoconferencia en donde utilizan una velocidad de 2 Mbps lo que hace que en estos momentos se esté subutilizando dicho canal, a partir de esto se han realizado pruebas usando una velocidad de 384 Kbps y la calidad obtenida ha sido muy satisfactoria al punto que se estableció el usar esta velocidad para toda la red y para todos aquellos que a corto o largo plazo pasen a formar parte dentro del MCU en Tegucigalpa . A partir de esto es que para esta propuesta se plantea el usar un canal de comunicación a 384 Kbps bajo demanda ya que además de tener una buena calidad de video los costos se reducen sustancialmente ya que al usar un canal a 2 Mbps resulta muy costoso contrario al utilizar el canal de 384 en donde estos costos se hacen más accesibles para aquellos que quieran hacer uso de este servicio.

### **6.3.- SELECCION DEL EQUIPO PARA LA UDB SEGUN SUS PARAMETROS TECNICOS Y FUNCIONALES.**

En esta sección se detallan las características de distintos equipos en base a sus características técnicas, funcionales y de tarjeta de red con el fin de establecer el equipo más idóneo para la operación del sistema en la Ciudadela ya que existen en el mercado diferentes marcas y modelos de sistemas de Videoconferencia que se pueden adaptar de acuerdo a la aplicación y los requerimientos que necesite la institución o empresa que desee adquirir un equipo para esto se han dividido en tres tablas:

1. Características funcionales. (TABLA 1)
2. Características operacionales. (TABLA 2)
3. Características de la tarjeta de red. (TABLA 3)

Para la elección de equipo se sumaron los porcentajes de cada una de las tablas y se sacó un promedio de cada equipo esto sirvió para establecer un parámetro de selección, aunque no precisamente el equipo que tuvo mayor porcentaje es el equipo que se recomienda ya que para esto se tomó como criterio también el hecho de que el equipo RADIANCE es el equipo que se ha conectado en las diferentes salas de Centroamérica y en algunas partes de México

TABLA 1

Cuadro comparativo de características funcionales para el equipo de las salas de Videoconferencia																							
Fabricantes		COMPRESION LABs, INC (CLI)						GPT VIDEO SYSTEMS				NEC CORPORATION					PICTURETEL						
Características	Modelos	ECLIPSE			RADIANCE			FOCUS				ASERIE AD					SISTEMA 4000						
		8100	8200	8300	8600	8700	3800	9000	311	521	400	700	31EX	51EX	71EX TWIN	110EX	210EX	150E	200E	400E	600E	800E	AULA
Control inalámbrico																							
Control a través de panel de control																							
Enfoque automatico de camara																							
Imagen en Imagen																							
Ampliación y reducción de imágenes																							
Movimiento automatico Vertical y horizontal de las camaras																							
Selección de camara local																							
Control y Selección de camara Remota																							
Predefinir Posición de Cámara Local																							
Predefinir posición de cámara remota																							
Control sobre el cancelador de Eco																							
Control de audio de transmisión																							
Control del volumen en audio de recepción																							
Diagnostico Automatico del sistema																							
Ayuda en línea dentro del panel de control																							
Marcación Telefonica manual y/o Automatica																							
Contestador Automatico																							
Capacidad Multipunto																							
<b>Promedio Total de las Características</b>		83	83	83	94	94	94	94	72	89	89	89	72	72	72	72	72	61	61	61	61	61	67

CUMPLE  
 NO CUMPLE

TABLA 2

Cuadro comparativo de características operacionales del CODEC

Fabricantes	COMPRESION LABS, INC (CLI)							GPT VIDEO SYSTEMS				NEC CORPORATION					PICTURETEL						
Modelos	ECLIPSE			RADIANCE				FOCUS				ASERIE AD					SISTEMA 4000						
Características	8100	8200	8300	8600	8700	8800	9000	311	521	400	700	31EX	51EX	51EX TWIN	110EX	210EX	150E	200E	400E	600E	800E	AULA	
<b>VIDEO</b>																							
Soporta Algoritmo de Compresión según Norma H.261																							
Norma de resolución QCIF, Frecuencia 30 Hz																							
Norma de resolución CIF, Frecuencia 30 Hz																							
Utilización de formato NTSC 525 Líneas a 60 Hz																							
Utilización del Formato PAL 625 Líneas a 50 Hz																							
Norma de Resolución de graficos QCIF 352 Líneas x 288 Pixeles																							
Norma de Resolución de graficos CIF 704 Líneas x 576 Pixeles																							
<b>AUDIO</b>																							
Ancho de Banda de 50 a 3600 Hz																							
Ancho de Banda de 50 a 7000 Hz																							
Velocidad de Transmisión 16 Kbps, Algoritmo G.728																							
Velocidad de TRansmisión 48 Kbps, Algoritmo G.711																							
Velocidad de TRansmisión 48 Kbps, Algoritmo G.722																							
Velocidad de TRansmisión 64 Kbps, Algoritmo G.711																							
Velocidad de TRansmisión 64 Kbps, Algoritmo G.722																							
<b>Promedio Total de las Características</b>	50	71	100	100	100	100	100	100	100	93	93	79	79	79	79	79	71	71	71	71	71	71	71

CUMPLE  
 NO CUMPLE

TABLA 3

Cuadro comparativo de características técnicas para la interfaz del equipo con la red de comunicación																							
Fabricantes		COMPRESION LABs, INC (CLI)							GPT VIDEO SYSTEMS				NEC CORPORATION					PICTURETEL					
Características	Modelos	ECLIPSE			RADIANCE				FOCUS				ASERIE AD					SISTEMA 4000					
		8100	8200	8300	8600	8700	8800	9000	311	521	400	700	31EX	51EX	51EX TWIN	110EX	210EX	150E	200E	400E	600E	800E	AULA
Soporta Norma H.320																							
Soporta Conexión con ISDN - BRI																							
Interfaz E1																							
Interfaz T1																							
Interfaz X.21																							
Interfaz RS - 449																							
Interfaz V.35																							
Interfaz RS - 232																							
Velocidad de Transmisión 56 Kbps a 128 Kbps																							
Velocidad de Transmisión 384 Kbps																							
Velocidad de Transmisión 56 Kbps a 1920 Kbps																							
Velocidad de Transmisión 56 Kbps a 2 Mbps																							
<b>Promedio Total de Características</b>		42	42	50	75	75	75	75	83	92	83	83	83	83	83	83	83	50	58	58	58	58	58

CUMPLE  
 NO CUMPLE

**Cuadro comparativo de porcentajes de los CODEC**

<b>Fabricantes</b>	<b>COMPRESION LABs, INC (CL)</b>							<b>GPT VIDEO SYSTEMS</b>				<b>NEC CORPORATION</b>					<b>PICTURETEL</b>						
<b>Modelos</b>	<b>ECLIPSE</b>			<b>RADIANCE</b>				<b>FOCUS</b>				<b>ASERIE AD</b>					<b>SISTEMA 4000</b>						
	8100	8200	8300	8800	8700	8800	9000	311	521	400	700	31EX	51EX	51EX TWIN	110EX	210EX	150E	200E	400E	800E	800E	AULA	
medio de la tabla I.	83	83	83	94	94	94	94	72	89	89	89	72	72	72	72	72	61	61	61	61	61	61	67
medio de la tabla II.	50	71	100	100	100	100	100	100	100	93	93	79	79	79	79	79	71	71	71	71	71	71	71
medio de la tabla III.	42	42	50	75	75	75	75	83	92	83	83	83	83	83	83	83	50	58	58	58	58	58	58
medio total .	68,3	65,3	77,6	89,6	89,6	89,6	89,6	85	93,6	88,3	88,3	78	78	78	78	78	60,6	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	65,3

acuerdo al promedio total de las características de los distintos CODEC la primera opción es el equipo FOCUS 521 y la segunda opción de acuerdo a los promedios es el modelo RADIANCE.

ha elegido el modelo RADIANCE por factores de estandarización y mantenimiento ya que en Centroamérica todos los equipos son de este modelo y eso garantiza una completa compatibilidad en la operación del sistema.

como el IPN y se han obtenido buenos resultados en su funcionamiento, además que al tener un equipo de esta clase el mantenimiento resultaría más fácil por el hecho de que se tendría la ventaja de que se podría consultar con las otras salas sobre su mantenimiento y tomar como parámetro detalles que en estas salas se han dado a través de este tiempo, también por que al adquirir un equipo de esta marca se tendría la facilidad que de ocurrir una falla o necesitar una consulta con el comprador no se dificulte por el hecho de que existen otros equipos en la zona y llegaría a ser más económico.

#### **6.4.- CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD MULTIPUNTO DENTRO DE LA RED CENTROAMERICANA DE VIDEOCONFERENCIA.**

La gran promesa de la videoconferencia ha sido siempre la posibilidad para actuar como una herramienta estratégica que facilite el intercambio oportuno de ideas entre personas en localidades geográficamente alejadas entre sí. Y entre mayor sea el número de participantes en la conferencia los resultados serán más provechosos, es por esto que surge la necesidad de crear un dispositivo que permita interactuar a más de dos salas de videoconferencia simultáneamente, para realizar así, lo que se llama videoconferencia multipunto. El dispositivo a través del cual es posible esto es la Unidad de Control Multipunto (Multipoint Control Unit, MCU).

La Unidad de Control Multipunto, ofrece a las organizaciones una manera práctica para realizar videoconferencias interactivas, operando en conjunto con los codecs de CLI. La unidad de Control Multipunto permite la selección del video de la sala remota que habrá de verse en todas las salas que ingresen la red, ya sea activado por voz o bien manualmente, permitiendo reuniones (conferencias) de hasta ocho sitios remotos, simultáneamente en la misma videoconferencia.

La MCU, tiene un puente de audio integrado que proporciona audio continuo, para que los participantes puedan escucharse el uno al otro todo el tiempo, sin necesidad de líneas de audio separadas. Esto crea un ambiente natural de reunión que estimula la libre interacción entre aquellos que asisten. Permite también, aprovechar virtualmente todas las ventajas que ofrecen los codecs de CLI, incluyendo gráficas fijas o en vivo, encriptación, videoconferencia en redes digitales conmutadas. Se puede operar con velocidades de transmisión que van desde un enlace de 56 Kbps hasta 1920 Kbps, y puede también ser integrada fácilmente a diferentes tipos de red (RDI, Red Satelital, Microondas).

La Unidad de Control Multipunto puede utilizarse como un poderoso administrador de la red, reduciendo así el número de líneas de transmisión que se requieren para proporcionar conferencias múltiples, para maximizar la productividad de la red. La Unidad de Control Multipunto puede manejar tres conferencias independientes y simultáneas de los ocho lugares que maneja. Con una segunda unidad de control Multipunto, es posible conectar videoconferencias de catorce localidades.

Para comunicarse mediante la unidad multipunto, el sistema de videoconferencia debe cumplir con el estándares H.320 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T). Consiste básicamente de la Unidad de Control (MCU Hub) y de la estación de trabajo (MCU workstation). La Unidad de Control Multipunto es una computadora basada en un procesador 386 con hardware propietario de CLI y el sistema operativo OS/2 de IBM.

El término MCU workstation o estación de trabajo se refiere a cualquier computadora personal conectada a la Unidad Multipunto y que ejecuta el software de estación de trabajo.

La unidad multipunto se encuentra disponible en un modelo de 20 slots, el número de slots indican el número de módulos que la MCU puede contener. En la figura 6.2 se muestra la unidad multipunto.

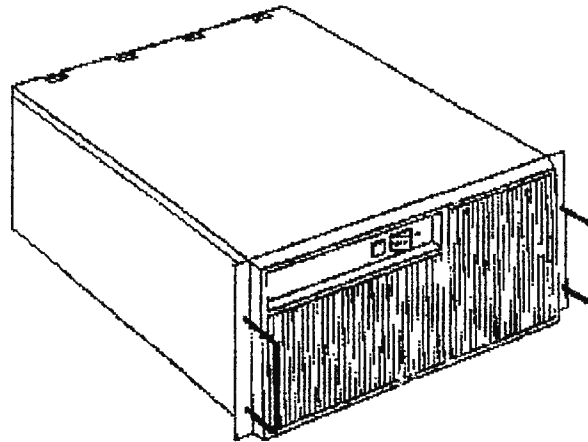


Figura 6.2 La Unidad de Control Multipunto II de CLI.

La conexión entre la Unidad de Control Multipunto y un sistema de videoconferencia puede ser iniciada por cualquiera de las dos partes ya sea el sistema de videoconferencia o la unidad multipunto, y puede ser en modo conmutado o dedicado; actualmente la red Centroamericana de videoconferencia utiliza líneas dedicadas para cada uno de los enlaces con cada sala de videoconferencia (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica) por lo que las conexiones son de modo dedicado. Para conectar una unidad multipunto, con algún sistema de videoconferencia se debe de utilizar un protocolo de comunicación que cumpla con los requisitos de la recomendación para comunicación visual P<sub>x</sub>64 como PCM o ADPCM. Cada sistema de videoconferencia puede ser utilizado con líneas de comunicación diferentes pero todos deben de operar a la misma velocidad actualmente la velocidad de transmisión es de 2 Mbps aunque se está viendo la posibilidad de bajar la velocidad a 384Kbps.

La unidad de control multipunto puede operar con las siguientes interfaces eléctricas:

- CCITT V.35 dedicada ó conmutada.
- EIA RS-449, dedicada ó conmutada.

- ISDN PRI (Primary Rate Interface) ISDN no se utiliza en México.
- Conmutada a 56.
- T1
- E1
- X.21

Para conectar la unidad multipunto a una red específica se debe de instalar primero la tarjeta de interface en la unidad multipunto. La siguiente tabla describe las tarjetas de interface que pueden ser instaladas en la unidad multipunto.

<i>COMPONENTE</i>	<i>DESCRIPCION</i>
<b>Unidad Central de Proceso</b>	Es una tarjeta basada en un procesador (CPU)386, que se utiliza para recibir y distribuir los datos de control dentro de la unidad Multipunto. Esta tarjeta conecta, mediante los buses de control, a todos los otros módulos. Tiene un conector externo DB-9 (COM1) para realizar la conexión a la estación de trabajo y un puerto DB-25 para conectar una impresora.  Soporta también algunas conexiones internas, incluyendo el conector de 40 pines para conectar un disco duro, además de un drive de cinta de respaldo y una unidad de disco flexible.
<b>Tarjeta V.35/RS-449</b>	Es la tarjeta de interface entre la unidad multipunto y una red de comunicaciones con interfaces V.35 o X.21. Tiene dos conectores D de 26 pines. El número de tarjetas V.35/RS-449 soportadas por la unidad multipunto depende del número de slots disponibles en la unidad.
<b>Tarjeta T1/ISDN</b>	Es la tarjeta de interface entre la unidad multipunto y una red con interface T1 ó una red ISDN PRI. La unidad multipunto permite operar hasta ocho tarjetas T1/ISDN.
<b>Tarjeta E1/ISDN</b>	Esta tarjeta es la interface entre la unidad multipunto y una red con interface E1 ó una red ISDN PRI. Tiene cuatro conectores tipo BNC o dos puertos DB-9P. Se pueden instalar un máximo de cuatro tarjetas E1/ISDN en la unidad multipunto.
<b>Unidad de Procesamiento de Multiplexaje Inverso.*</b>	Trabaja en conjunto con la tarjeta T1/ISDN para conectar hasta 8 codecs (por tarjeta) en la unidad multipunto. Se pueden configurar un máximo de 2 tarjetas IMPU (Inverse Multi- Plexor Unit) en el chasis de la unidad multipunto para formar un total de 16 posibles usuarios.
<b>Unidad procesadora de audio</b>	Esta tarjeta es una tarjeta multi-funciones, permite ejecutar 3 funciones diferentes de manera simultánea. Es responsable del audio cuando la unidad multipunto está conectada a sistemas que manejen el algoritmo de audio G.728. Un máximo de 4 tarjetas pueden conectarse a la unidad multipunto y cada tarjeta puede manejar hasta 8 codecs. No existen conectores externos ni LEDs en esta tarjeta.
<b>BPU Unidad procesadora puente</b>	A través de en esta tarjeta se realiza la función de control de las señales de audio, video y datos de control entre los módulos V.35/RS-449, T1/ISDN, y E1/ISDN. Se pueden conectar al chasis de una unidad multipunto de 20 slots un máximo de 7 tarjetas BPU para hacer un total de 28 posibles codecs activos simultáneamente. Los participantes en la conferencia pueden ser asignados a diferentes tarjetas BPU, y su video y audio serán intercambiados entre las diferentes CPUs vía el bus de BPU, que conecta todas las

	tarjetas BPU's y APU juntas. En velocidades bajas (<128 Kbps), 28 usuarios pueden ser soportados en una o más conferencias. A medida que la velocidad de transmisión se incrementa, el número de usuarios simultáneos disminuye. A una velocidad de 384 Kbps, un máximo de 16 codecs simultáneos son soportados. A una velocidad de 768 Kbps, solamente 8 usuarios pueden estar en conferencia simultánea. A velocidades mayores a 768 Kbps, solamente cuatro codecs pueden ser incluidos en una sola conferencia. No existen conectores externos ni LEDs para esta tarjeta.
<b>Bus de procesamiento puente.</b>	Se utiliza para transportar las señales de audio, video y datos de control entre las tarjetas BPU y las tarjetas APU, mediante ocho canales de datos que trabajan a 2.048 megabits-por-segundo (Mbps). Este cable tiene una conector de 40 pines para cada tarjeta BPU y APU.
<b>Bus de interface de red.</b>	Conecta los módulos V.35/RS-449, T1/ISDN, y E1/ISDN con las tarjetas APU y BPU. Transporta señales de audio, video y datos de control a través de ocho canales de datos full dúplex a 2.048 Mbps. Este cable al igual que el anterior tiene un conector de 40 pines para cada módulo de interface de red y para cada BPU y APU.
<b>Tarjeta RS-232</b>	Es una tarjeta serial opcional, que se emplea para controlar los datos de control que pasan desde y hacia la estación de trabajo de la unidad multipunto (MCU workstation). Tiene un conector de 25 pines tipo D. La unidad multipunto soporta hasta dos módulos RS232.
<b>Tarjeta adaptadora de VGA</b>	Es una tarjeta estándar de video VGA para PC. La unidad multipunto únicamente soporta una tarjeta VGA.

\*NOTA: La multiplexación inversa es una tecnología que permite agregar múltiples canales de comunicación conmutados para alcanzar así la velocidad de transmisión de datos deseada para una sesión.

Mediante la unidad de control multipunto, se puede conectar una o más redes, dependiendo del número disponible de slots para las tarjetas de interface de red. El audio y video (y otros datos, como gráficas estáticas) de los sistemas de videoconferencia pasan a través de la unidad multipunto. La MCU entonces mezcla los datos de audio, conmuta los datos de video, y transmite los datos resultantes hacia el sistema de videoconferencia apropiado.

#### 6.4.1. *La estación de trabajo de la Unidad Multipunto. (MCU Workstation).*

La estación de trabajo de la unidad multipunto se utiliza para ejecutar el software de las estación de trabajo, que nos permite configurar y administrar videoconferencias multipunto, y acceder las funciones de diagnóstico de la unidad multipunto. La estación de trabajo deberá ser una computadora personal con un procesador 80386 y que utilice Microsoft Windows (versión 3.0 o posterior).

La MCU es conectada a la estación de trabajo a través del puerto de comunicaciones COM1 del CPU, la conexión debe de ser directa ó a través de modems. Una conexión directa, consta de una línea dedicada, no conmutada entre La MCU y la estación de trabajo. Existen dos modos básicos de conexión directa: mediante un cable

de modem cruzado, o mediante un eliminador de modem o manejador de línea. El tipo de conexión que se elija depende directamente de la distancia entre la unidad multipunto (MCU) y la estación de trabajo. Se utiliza un cable cruzado cuando la distancia entre la unidad multipunto y la estación de trabajo no sobrepasa los 15 metros (50 ft). Para distancias mayores de 15 metros es recomendable utilizar un eliminador de modem. Los dos tipos de conexión se describen a continuación.

- Conexión de la estación de trabajo a la MCU utilizando un cable cruzado.

En este tipo de conexión se hace uso de un cable "cruzado" para conectar la unidad multipunto y la estación de trabajo, un ejemplo de este tipo de conexión se muestra en la figura 6.3. La configuración de los pines para este cable se muestra en la figura 6.4.

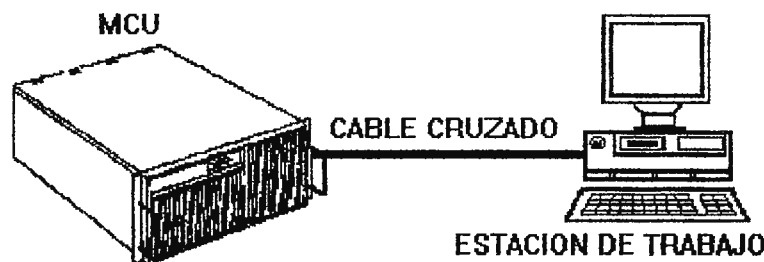


Figura 6.3 Conexión de la MCU con la estación de trabajo mediante un cable cruzado.

- Conexión mediante un eliminador de modem.

Un eliminador de modem (o manejador de línea) es un dispositivo electrónico que regenera las señales de entrada y las vuelve a transmitir. La configuración de los pines de entrada y salida del eliminador del modem es la misma que para el cable cruzado. El eliminador de modem también proporciona una señal de reloj que toma de algún dispositivo de comunicaciones al que se encuentre conectado.

Un ejemplo de una conexión utilizando un eliminador de modem se muestra en la figura 6.5.

## 5.5 EL SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA RADIANCE PARA CIUDADELA.

El sistema de videoconferencia Radiance cuenta con una serie de accesorios adicionales al equipo elemental para realizar una videoconferencia que lo hacen un sistema muy flexible y adaptable para una variedad de configuraciones y usos.

En la figura 6.6 se muestra el aspecto general del sistema Radiance, como se puede observar el sistema cuenta con dos gabinetes cada uno con un monitor a color de 25 o 27 pulgadas, con ruedas en su base para facilitar su

transportación y con puertas en sus gabinetes para acceso a sus dispositivos electrónicos; uno de los gabinetes únicamente contiene al monitor y el otro gabinete contiene las partes principales del sistema.

El diseño totalmente modular permite adaptar cada sistema de acuerdo a las aplicaciones reales y expandirse de acuerdo al crecimiento o a las nuevas necesidades. En la figura 6.6 observamos el gabinete principal que contiene al codec, la cámara principal, el monitor y el panel de control del sistema.

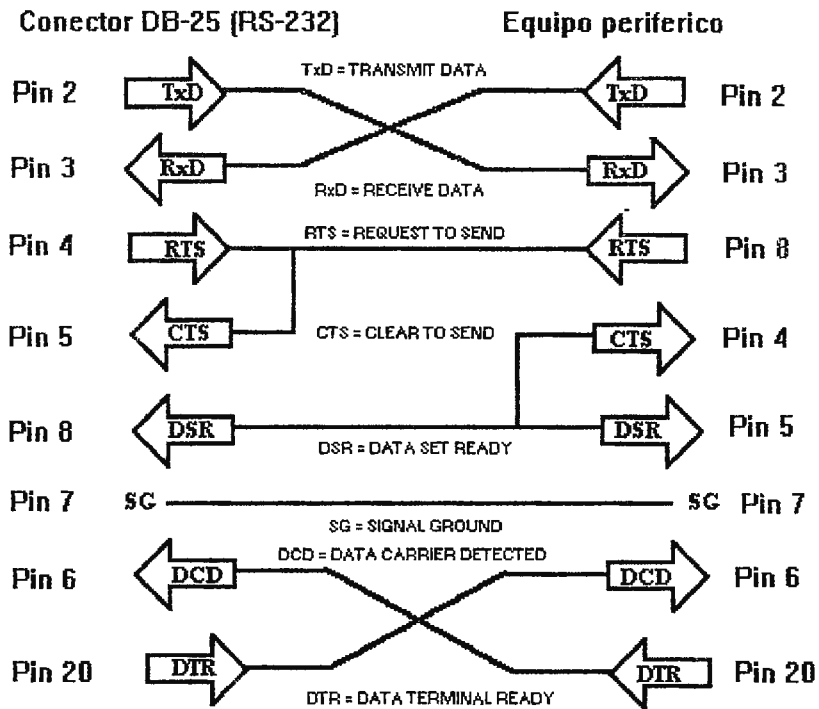


Figura 6.4 Configuración del cable cruzado

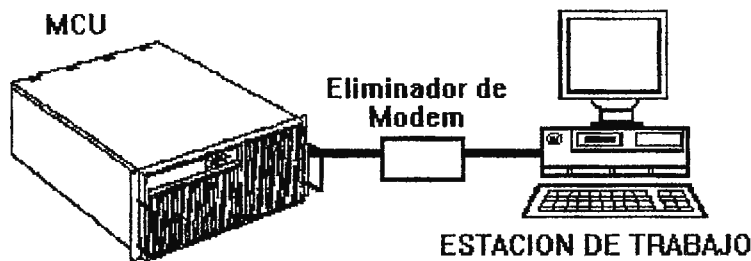


Figura 6.5 Conexión de la workstation a la MCU mediante un eliminador de modem.

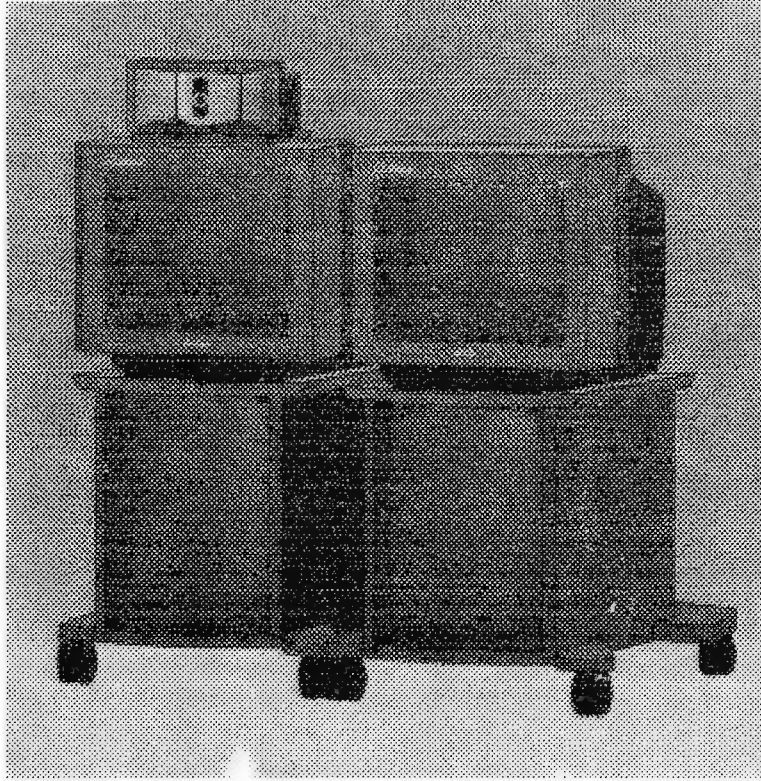


Figura 6.7 El sistema de videoconferencia Radiance.

Todos los accesorios del sistema se conectan directamente al codec por la parte posterior. La cámara principal del sistema es de CCD de un sólo circuito y va montada sobre el monitor del módulo principal, proporciona 430 líneas de resolución. Los accesorios con que cuenta el sistema son los siguientes:

- Un panel de control de pantalla sensible al tacto (Touchscreen) para controlar todas las operaciones del sistema. El panel de control y la pantalla de éste se muestran en la figuras 6.8 Y 6.9 respectivamente. Como se puede notar mediante este panel de control podemos mover la cámara principal con las flechas de desplazamiento o mediante las posiciones de la cámara previamente grabadas. Se puede controlar la manera en que vemos a nuestros compañeros de conferencia y a nosotros mismos, podemos controlar la videocasetera y podemos mandar imágenes de la cámara de documentos además de muchas otras tareas que se realizan mediante el panel de control.



Figura 6.8 El panel de control.

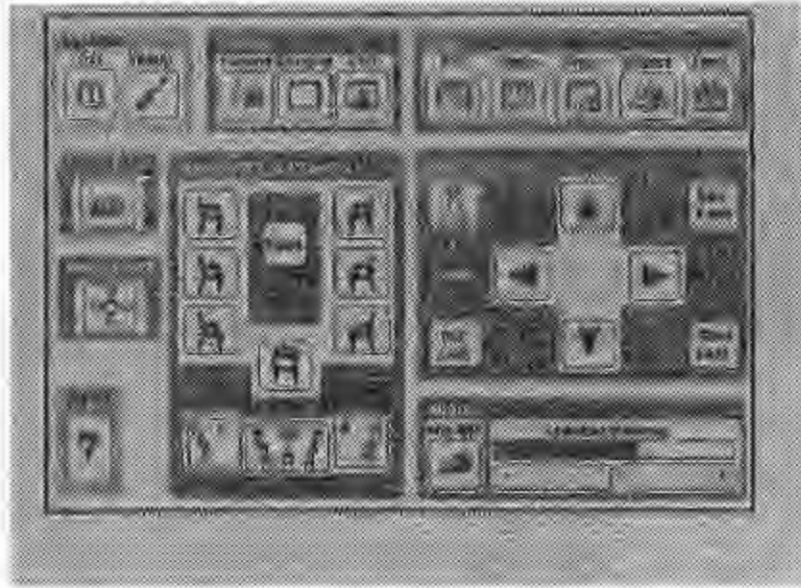


Figura 6.9 Pantalla del panel de control.

- Una cámara separada para gráficas que se puede instalar en un mesa o bien en el techo usando un paquete opcional. Esta cámara se utiliza para enviar imágenes estáticas de gráficas o fotografías. (Ver Figura 6.10). Se cuenta también con una cámara de documentos adicional que se conecta en serie con esta cámara, (Figura 6.11).

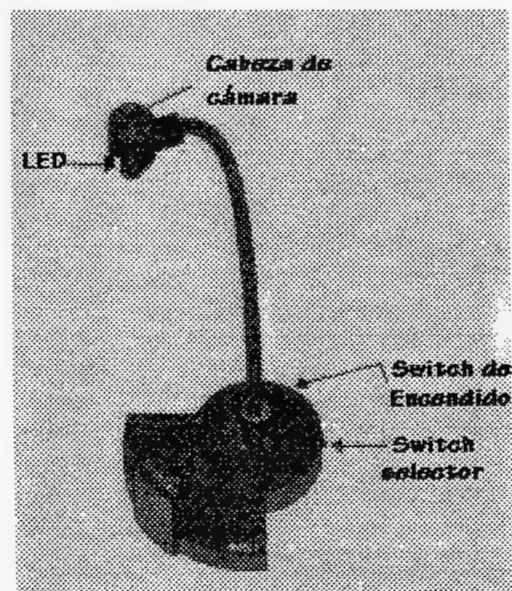
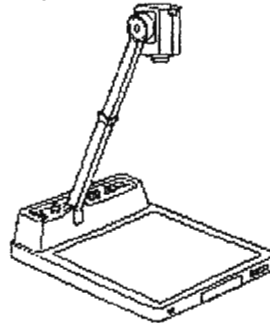


Figura 6.10 Cámara de Gráficas.



**CAMARA DE DOCUMENTOS**

Figura 6.11

- Una videocasetera VHS para grabar y reproducir videos.
- Un micrófono alámbrico.

### 6.5.1 El codec Rembrandt II.

El dispositivo electrónico denominado codec Rembrandt II decodifica video, audio y datos de usuario, y los multiplexa para su transmisión como una cadena de datos digitales hacia una sala de conferencia remota. Cuando el codec Rembrandt II recibe los datos digitales desde una sala remota, este separa o demultiplexa las señales de video, audio, y datos de usuario, y decodifica la información para que pueda ser vista, escuchada o que se transfiera a un dispositivo periférico en la sala local.

### 6.5.2 Módulos básicos del codec Rembrandt II.

Existen ocho módulos básicos en este sistema: El controlador del sistema, módulo *bypass* de video, el procesador de video de entrada, el procesador de video de salida, el procesador de bloques, el administrador de comunicaciones, la interface de línea de comunicaciones y el procesador de audio. Todos estos sistemas se comunican entre sí a través de BUSES (que son líneas de conexión paralelas), esto queda ilustrado en la figura 6.12.

El flujo del video, audio, los datos y comandos de usuario pasan a través de siete de esos módulos, como se ilustra en la figura 6.13. (Los datos de la conferencia no pasan a través del controlador del sistema, y por tal motivo éste no es ilustrado.).

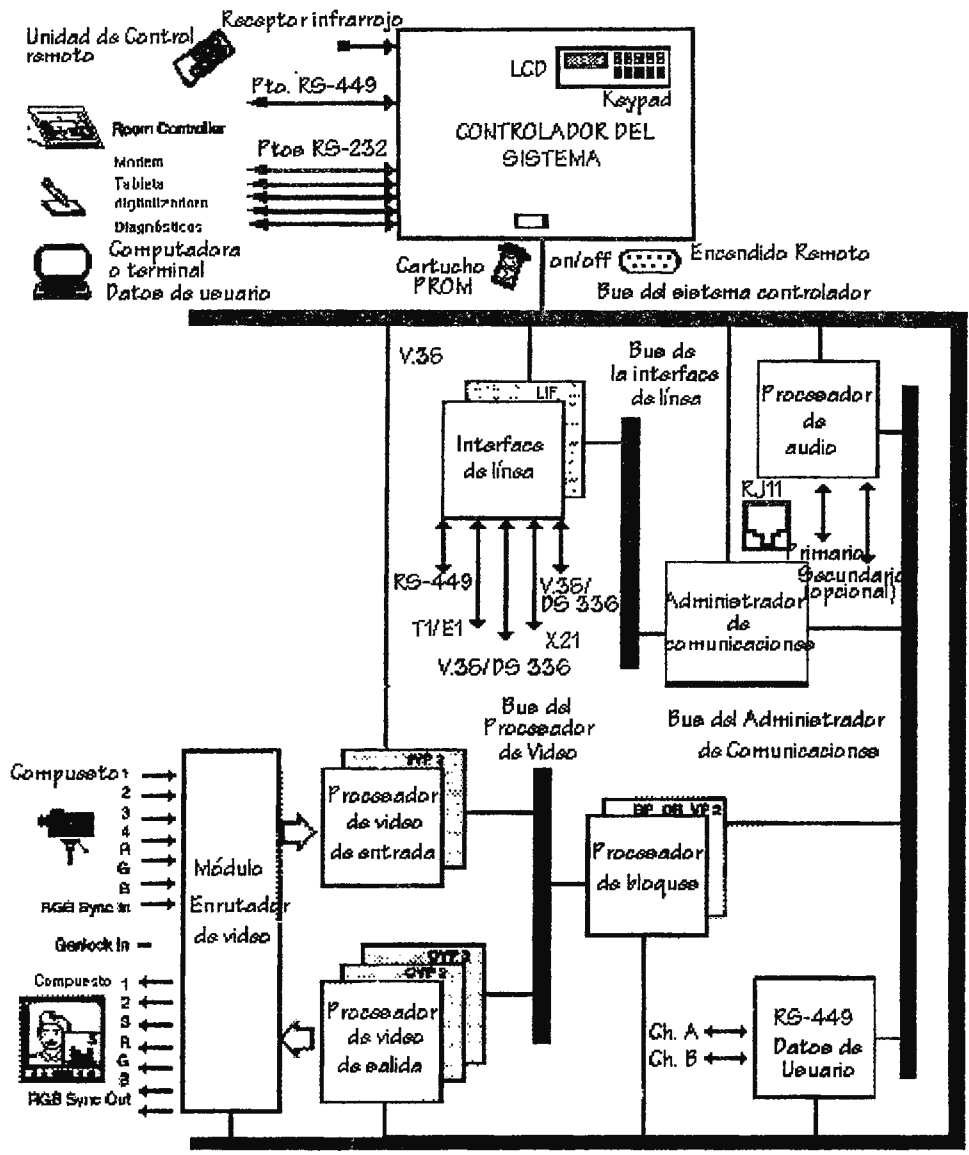


Figura 6.12 Los componentes básicos del codec Rembrandt II.

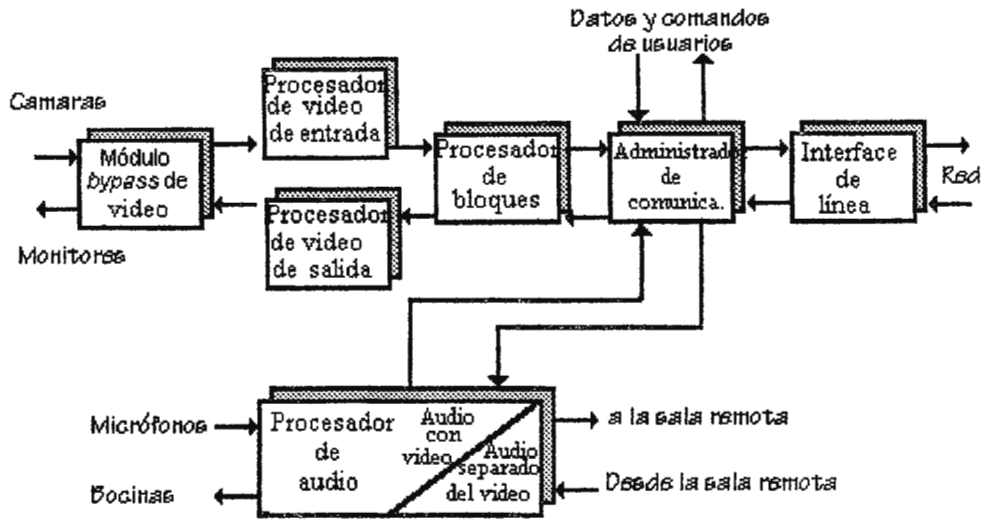


Figura 6.13 Flujo de los datos de video, audio, datos y comandos de usuario.

A continuación se explican las funciones de cada módulo.

#### 6.5.2.1 Controlador del Sistema.

El procesamiento central para la totalidad del codec se lleva a cabo en la tarjeta controladora del sistema. Esta consiste del procesador del sistema, el controlador de interface y comandos de usuario, la interface de datos de usuario y el subsistema de almacenamiento local de datos. El controlador del sistema administra el bus de datos, con acceso a todos los módulos.

El controlador del sistema tiene cinco funciones primordiales:

- 1 Inicialización del sistema.
- 1 Diagnóstico del sistema.
- 1 Administración de los módulos de hardware.
- 1 Interface de usuario y
- 1 Almacenamiento local de datos.

El Rembrandt II puede compararse con un sistema de computación con algunos dispositivos periféricos. El controlador del sistema es el procesador central; todos los otros módulos, o subsistemas, son los periféricos. El controlador desarrolla la función de administración del sistema manejando las interrupciones, peticiones de servicio y manipulación de los contenidos de los registros de control en los módulos de hardware del sistema.

Al arrancar, el controlador del sistema registra todos los subsistemas para determinar su presencia y niveles de revisión. Con la configuración física establecida, se realizan pruebas en todos los dispositivos. En la fase final de la inicialización, el controlador carga la configuración almacenada en el block 0 de la EEPROM. Si no existe ninguna configuración guardada en el block 0 ó es incompatible con la configuración actual del hardware, el controlador carga la configuración de fabrica (o default) almacenada en la ROM.

#### **6.5.2.2      *Modulo bypass de video.***

Las terminaciones físicas y eléctricas para el equipo externo de video que se conectará al codec Rembrandt II son proporcionadas mediante el módulo *bypass* de video o VBM (por sus siglas en inglés: Video Bypass Module), provee. El VBM también proporciona los recursos para seleccionar y configurar las entradas y salidas de los canales de video, mediante el control de software.

Las señales de video de la sala local son conectadas como entradas al VBM y pasan a través de un procesador de video de entrada (Input Video Procesor IVP). Las señales recibidas desde la sala remota pasan desde el procesador de video de salida (Output Video Procesor OVP) hacia el VBM para mostrarse en la sala local.

#### **6.5.2.3      *Procesador de video de entrada, (IVP).***

El procesador de video de entrada recibe un señal de video analógica desde el Módulo *bypass* de video VBM. Aquí, se muestrea esta señal en una relación periódica (la relación de muestreo), y se convierten los resultados del muestreo en una cadena digital. Esta "imagen" digital es convertida en bloques de datos antes de que pase al procesador de bloques (BP Block Procesor). El procesador de video de entrada también realiza alguna compresión reduciendo el número de cuadros por codificar, llevando a cabo también, un filtrado especial del video.

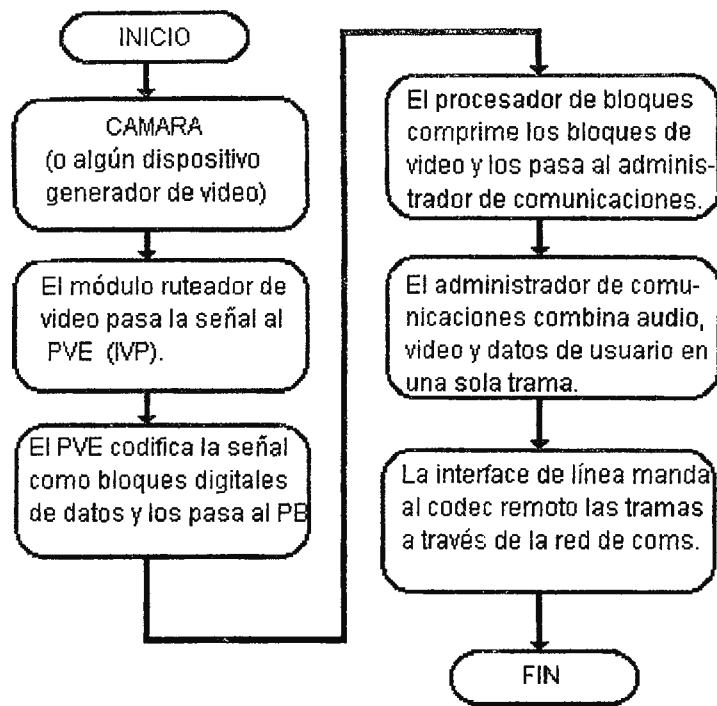


Figura 6.14 Flujo del video de entrada.

#### 6.5.2.4 Procesador del video de salida.

Las señales procedentes del procesador de bloques son recibidas por el procesador de video de salida (Output Video Processor, OVP) y convierte estos bloques en cadenas de datos digitales y después estos datos digitales son convertidos al formato de video utilizado, en nuestro caso, NTSC. A continuación los datos digitales son finalmente convertidos a su forma analógica y se pasan al procesador de enrutamiento de video.

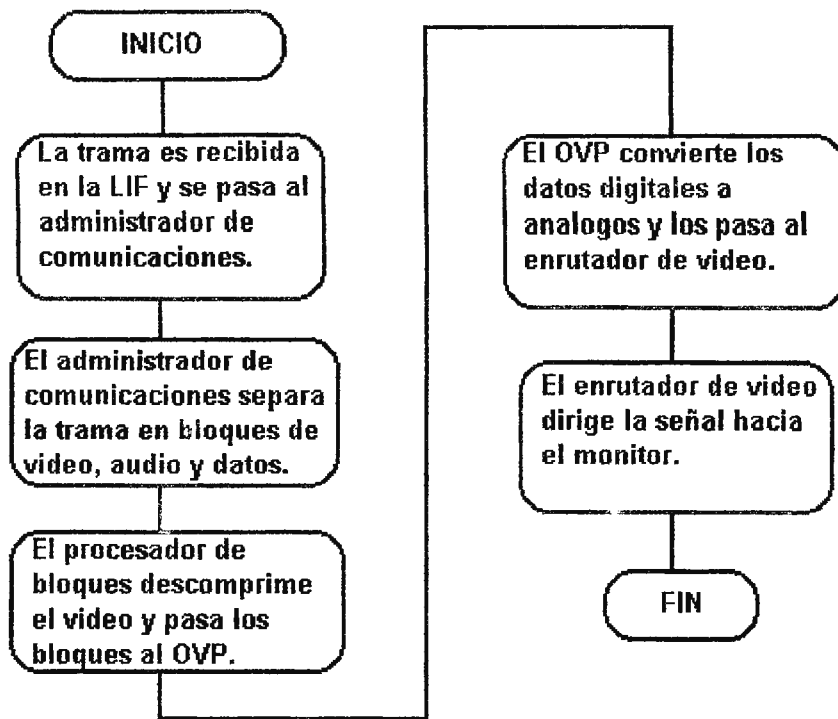


Figura 6.15 Flujo del video de salida.

#### 6.5.2.5 Procesador de bloques.

La tarjeta procesadora de bloques (BP Block Processor) se utiliza para comprimir los bloques de datos de video de entrada, y de descomprimir los bloques de datos de video de salida. Los bloques de datos de entrada son recibidos desde el Procesador de video de entrada mientras que los bloques de datos de salida son recibidos desde el administrador de comunicaciones de la red. (CFM). La compresión de datos es realizada removiendo la redundancia temporal y espacial de los datos. Para lograr lo anterior se aplican algoritmos matemáticos a los bloques de datos. Para descomprimir los datos el procesador de bloques examina los datos recibidos desde el Administrador de comunicaciones de la red y reconstruye un bloque completo de video.

El dispositivo denominado codec Rembrandt II puede manejar múltiples algoritmos de compresión, incluyendo los algoritmos propietarios de CLI( ahora VTEL) y aquellos que se utilizan internacionalmente. En una configuración estándar, se asocian tres tarjetas de circuito con el procesador de Bloques: La Procesadora de bloques principal y dos procesadores digitales de señal (Digital Signal Procesor DSP).

### 6.5.2.6 *Administrador de comunicaciones.*

El administrador de comunicaciones (Communications Frame Manager CFM) es el punto de distribución para el Rembrandt II. Toda clase de datos --audio, video y datos de usuario-- salen y entran al codec a través de la red de telecomunicaciones. La función del administrador de tramas es combinar todos los datos para su transmisión y separarlos para su procesamiento posterior cuando son recibidos.

Los datos de salida se pasan al administrador de tramas de comunicaciones a través del bus del administrador desde el procesador de audio, el procesador de bloques, y de los puertos para datos de usuario. El administrador de tramas combina todos esos datos en una trama de comunicaciones, de acuerdo con un algoritmo predefinido y la envía a través del bus de la interface de línea.

Los datos de entrada son recibidos por el administrador de tramas desde el subsistema de la interface de línea. Los datos de entrada se encuentran en forma de tramas de comunicaciones, el administrador separa los datos de las tramas de acuerdo al algoritmo y pasa los datos separados a cada subsistema.

### 6.5.2.7 *Interface de línea. (LIF).*

La interface de línea proporciona el camino para los datos de entrada y salida entre el administrador de tramas y la red. Las opciones del interfaces de red son: V.35, RS-449/RS-366, T1/E1/J1, y X.25.

El dispositivo denominado Rembrandt II esta diseñado para utilizar transmisión digital en V.35 dual ó simple sobre un canal síncrono dedicado, o a través de canales conmutados con acceso directo de marcación usando números telefónicos para enlazar dos salas.

### 6.5.2.8 *Procesador de audio.*

En el procesador de audio se desarrollan seis funciones principales:

- 1 Introducir señal analógica de audio de la sala local al codec,
- 1 Obtener la señal analógica de audio de la sala remota en la sala local.
- 1 Convertir audio analógico a digital, comprimir y canalizar los datos al administrador de tramas para su transmisión junto con la señal digital de video.
- 1 Descomprimir los datos de audio que le envía el administrador de tramas de comunicación, los convertirlos de digital a analógicos.

- 1 Transmitir y recibir las señales de audio de llamadas a través del conector RJ-11
- 1 Sincronizar el audio con el video.

El procesador de audio maneja todos los segmentos de audio de la conferencia y también permite la utilización de las funciones de mute y privacidad de audio así como un tono de prueba para realizar diagnósticos y funciones de inicialización.

Las señales de audio de la sala local se introducen al módulo de audio en forma analógica. Cuando los datos de audio se transmiten en la misma línea que los datos de video, las señales de entrada son muestreadas periódicamente y digitalizadas. La señal digital de audio es después codificada de acuerdo con alguno de los algoritmos de codificación y se pasan al módulo administrador de tramas de comunicaciones (CFM), a través del bus de CFM, en donde es insertada en una trama de comunicaciones. Desde el administrador de tramas de comunicaciones, la trama es enviada a la sala remota a través de la red de telecomunicaciones, pasando primero por la interface de línea.

La señal de audio recibida por el administrador de tramas de comunicaciones es separada de la trama y se pasa al módulo de audio que se encargará de convertir las señal digital de audio en una señal analógica, y de enviarla hacia el equipo externo de audio.

Cuando la señal de audio se envía separada de la señal de video, el procesador de audio realiza toda la manipulación requerida de la señal. La señal de audio es enviada y recibida directamente por el procesador de audio a través del conector RJ-11. El aspecto físico del codec Rembrandt II se muestra en las siguientes figuras.

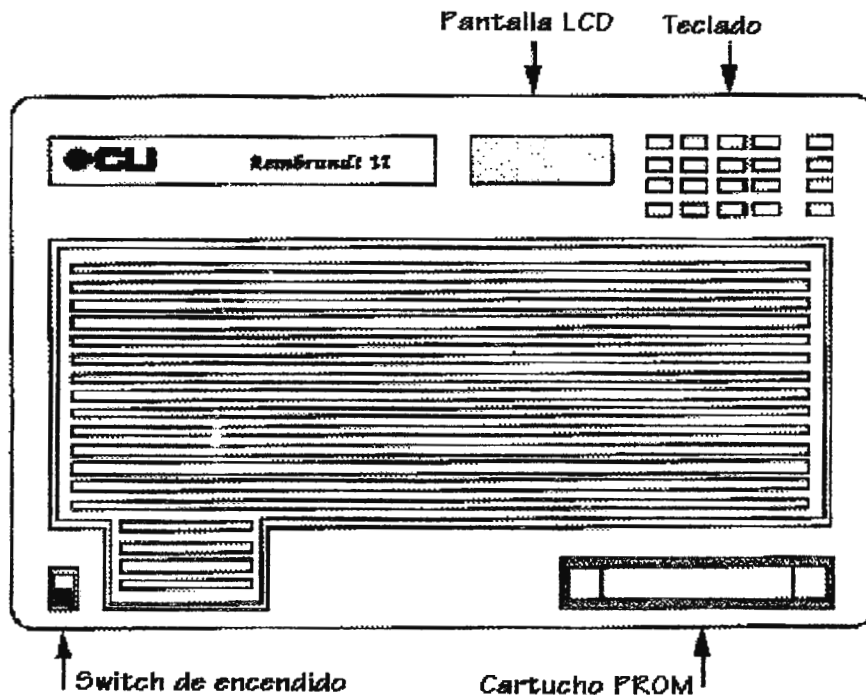


Figura 6.16 Panel Frontal del Codec Rembrandt II

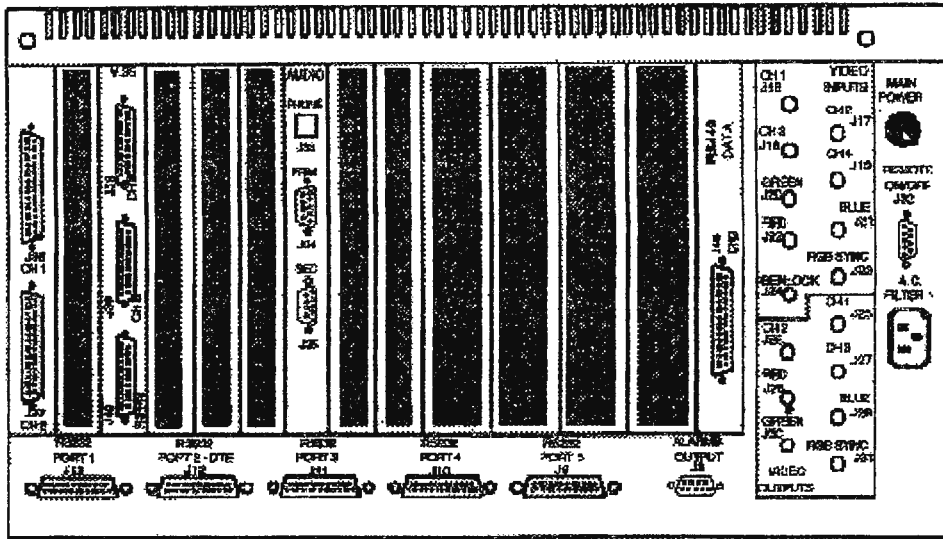


Figura 6.17 Vista posterior del Codec Rembrandt II

**6.6.- ESQUEMA DE ENLACE DE EQUIPOS UTILIZANDO LA RED TELEFONICA Y ENLACES DE MICROONDAS**

Este es el tipo de enlace más común en la red de Videoconferencia debido a que cinco de los equipos de videoconferencia se encuentran ubicados dentro del área Centroamericana. Para poder conectar un equipo de videoconferencia a la MCU mediante un enlace de microonda debemos tomar en cuenta como primer punto el tipo de interface de línea con que cuenta el codec de videoconferencia y la MCU, para de esta manera poder elegir el equipo de comunicaciones que se va a encargarse de convertir la señal del codec de videoconferencia en una señal radioeléctrica para que viaje a través del espacio. La interface de línea de la Unidad Multipunto es una tarjeta V.35 y la interface de línea de 5 de los equipos de videoconferencia es también V.35. Un diagrama general del enlace de un equipo se muestra en la figura 6.18

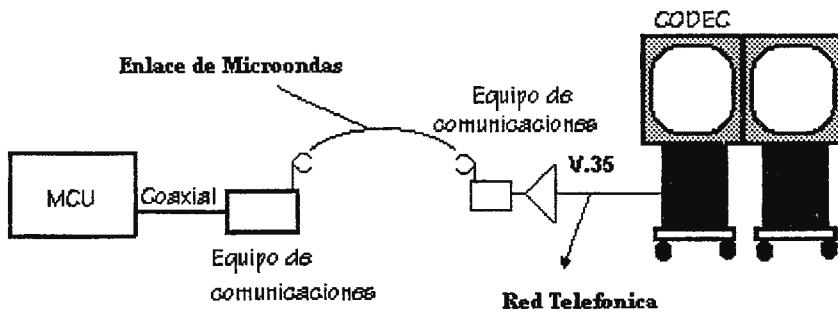


Ilustración 1

## Ilustración 2

Figura 6.18 Diagrama Básico de un enlace de un equipo de videoconferencia a la MCU mediante red telefónica y microonda.

La interface V.35 tiene dos conectores BNC uno para transmisión (Tx) y otro para recepción (RX), el cual se conecta a un multiplexor para poder ser transmitido por la red telefónica, por lo que el equipo de comunicaciones que se vaya a emplear debe de recibir la señal de la misma manera con un par de conectores BNC.

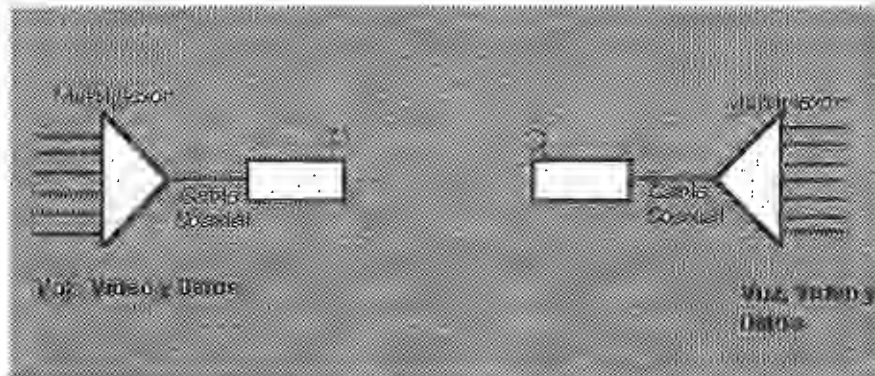


Figura 6.19.

Los equipos de videoconferencia que se conectaron utilizando este método son los que se encuentran ubicados en la red de videoconferencia de COMTELCA como lo son Guatemala (Guatel), El Salvador (Departamento de Capacitación de ANTEL), Honduras (HONDUTEL), Nicaragua (ENITEL), Costa Rica (ICE).

### 6.6.1.- DIAGRAMA DE CONEXION DE LA RED CENTROAMERICANA DE VIDEOCONFERENCIA INCLUYENDO EL SISTEMA DE LA UDB.

En este apartado se muestra como esta la conexión de la red Centroamericana de Videoconferencia y como quedaria conformada la conexión de la Ciudadela con esta red los equipos que se utilizarian y la ruta que llevaria la señal desde la ciudadela hasta el MCU en Tegucigalpa Honduras.

VER FIG 6.20, 6.21 y 6.22

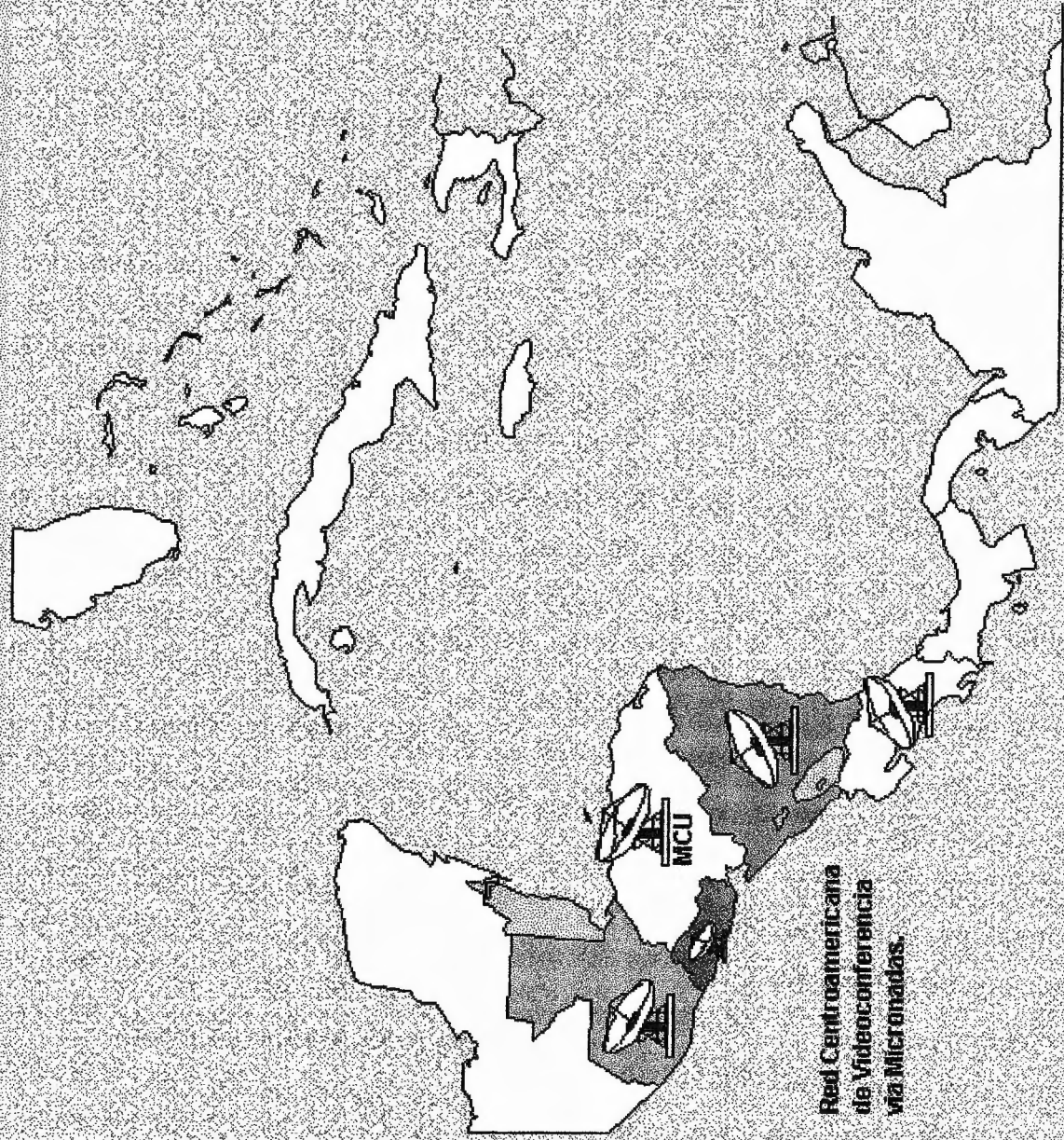
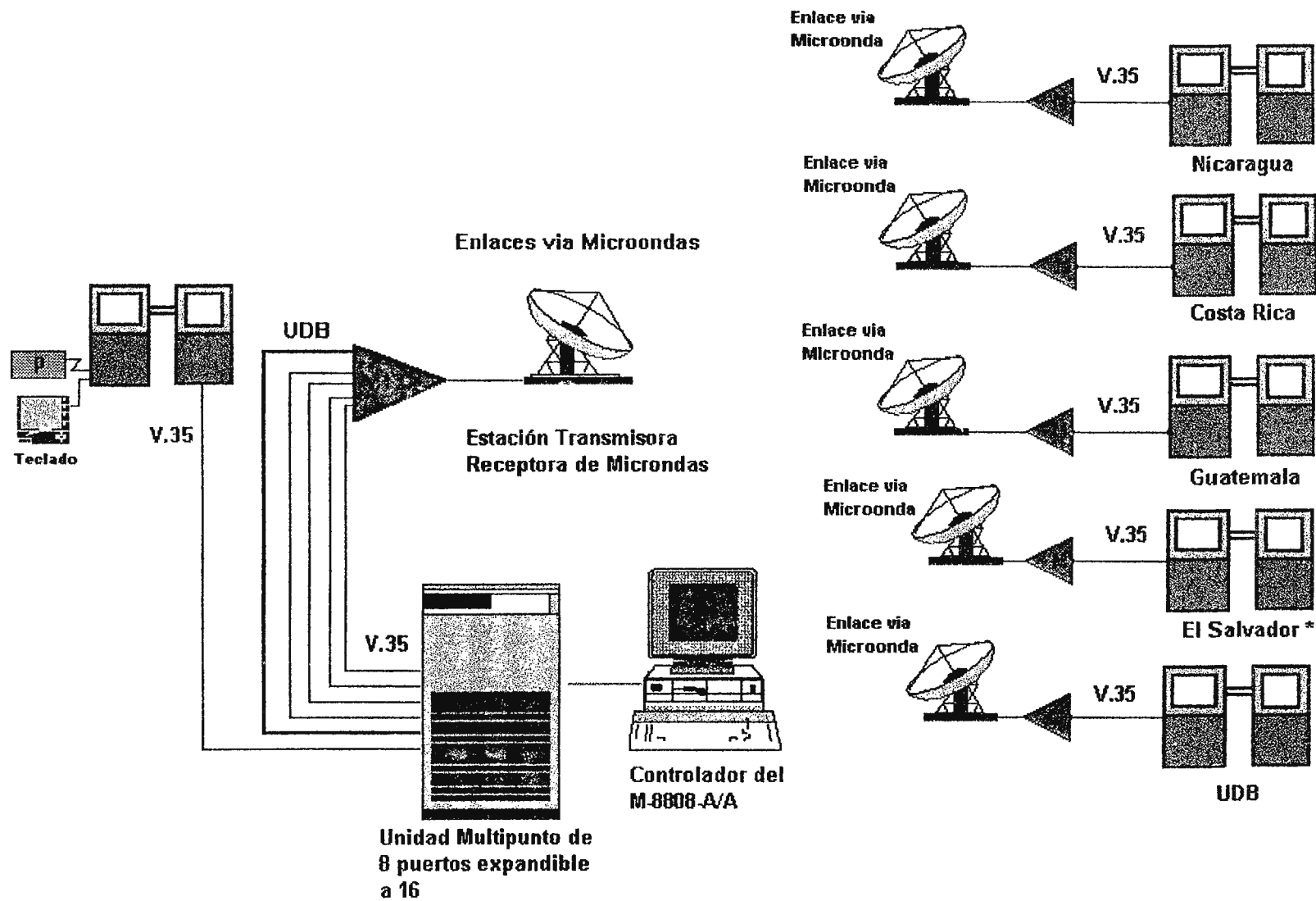


FIG 6.20



RED CENTROAMERICANA DE VIDEOCONFERENCIA INCLUYENDO EL SISTEMA DE LA CIUDADELA

FIG. 6.21

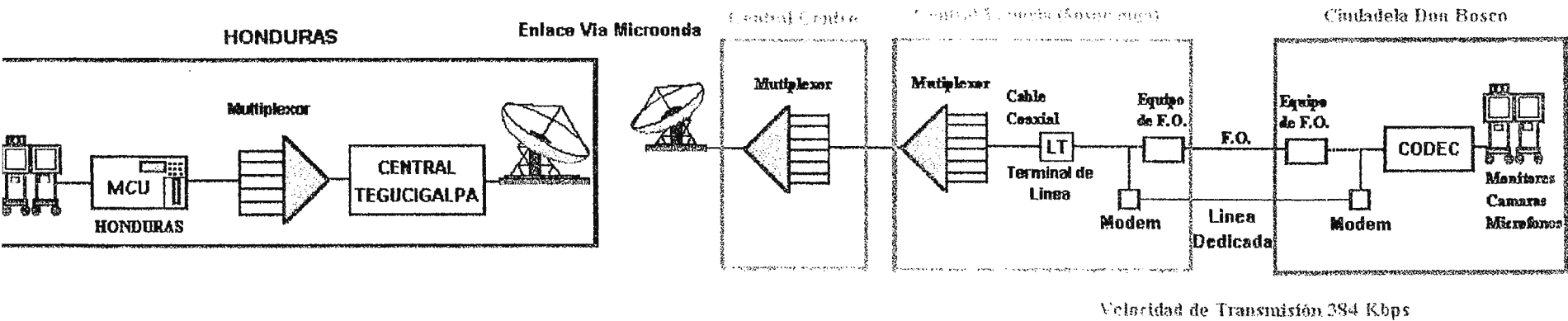


Diagrama de Conexión del sistema de Videoconferencia de la Ciudadela Don Bosaco con la Unidad de Control Multipunto de Tegucigalpa, Honduras. Fig 6.22

Hay que hacer notar que actualmente la Universidad cuenta con una línea dedicada hasta Antel Centro para el uso de INTERNET la cual puede ser usada para la conexión de Videoconferencia, así mismo existen planes a corto plazo para la instalación de una línea dedicada de fibra óptica con el objeto de formar una red de comunicación entre las instituciones salesianas, dicha línea dedicada puede ser usada perfectamente para enviar la señal de Videoconferencia y de esa manera maximizar el recurso de dicha conexión ya que la ventaja de la fibra óptica es su gran ancho de banda, de la misma forma el uso de la línea dedicada que actualmente tiene la Universidad puede ser aprovechada al máximo usándola para Videoconferencia y así de esa forma no tener otra línea solo para este uso ya que los costos de operación de una línea dedicada son los mismos si se usa o no el servicio y utilizándola tanto para el servicio de Internet y Videoconferencia se estaría aprovechando tanto el recurso Tecnológico como el Económico.

## **6.7.- VENTAJAS QUE PUEDE OBTENER LA CIUDADELA CON LA INCORPORACION DE VIDEOCONFERENCIA.**

Treinta años de estudio han concluido que la educación a distancia puede ser tan efectiva como la instrucción otorgada en los salones de clases tradicionales. Los sistemas interactivos de educación a distancia pueden ofrecer diferentes niveles de interactividad, incluyendo audio solamente ó sistemas que incorporan audio y video, (por ejemplo la videoconferencia interactiva). El incremento en la utilización de sistemas de videoconferencia interactiva para los programas de educación a distancia se debe al incremento en la calidad del video, facilidad de uso, la reducción en los costos de transmisión además del desarrollo de estándares de la industria.

Hoy, la educación interactiva a distancia está caracterizada por la combinación de dispositivos electrónicos tradicionales y nuevos elementos de instrucción multimedia como la videoconferencia de escritorio, pizarrones electrónicos, cámaas de documentos y diapositivas y sistemas de presentaciones electrónicas. Una red interactiva de educación a distancia --videoconferencia y ayudas educativas uniendo dos ó más sitios-- pueden ayudar a la Ciudadela a expandir su misión educativa y formativa, dotando de educación más cerca de su comunidad a través de las tecnologías de video actuales para alcanzar más estudiantes, en más localidades, con pocos instructores.

Las ventajas que presenta esta nueva alternativa para la Ciudadela son, principalmente:

La oferta de cursos se puede incrementar, porque se pueden impartir clases hacia múltiples localidades para justificar el tiempo y el costo de el instructor.

Los estudiantes que no cuenten con los recursos monetarios para optar a una especialización fuera del país podran asistir a un curso desplazándose hacia la sala de videoconferencia de Ciudadela.

La institución puede contar con enlaces de enseñanza internacionales, compartiendo experiencias relacionadas a éste y otros campos de aplicación.

## **6.8 Programa de Mantenimiento y Actividades de un sistema de Videoconferencia.**

En estas tablas se muestra un programa de mantenimiento preventivo para un sistema de Videoconferencia en forma anual ya que el mantenimiento correctivo corre a cargo del proveedor de los equipos, luego se muestra una tabla con las distintas actividades que se deben realizar antes y después de una sesión de Videoconferencia.

En el **cuadro 1** se muestra el programa de mantenimiento preventivo y en el **cuadro 2** se muestran las distintas actividades a realizar en las sesiones de Videoconferencia.

CUADRO 1

Año : 1998																																			
Programa de Mantenimiento Preventivo a Realizar en la Videoconferencia (Anual)																																			
MES	Enero				Febrero				Marzo				abril				Mayo				Junio				Julio										
Semana	5	12	19	26	2	9	16	23	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	4	11	18	25	1
ACTIVIDADES																																			
Limpieza del CODEC local																																			
Pruebas de Enlace																																			
Limpieza de VHS																																			
Limpieza de Aire Acondicionado																																			
Encendido de Planta																																			

MES	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre											
Semana	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28	5	12	19	26	2	
ACTIVIDADES																												
Limpieza del CODEC local																												
Pruebas de Enlace																												
Limpieza de VHS																												
Limpieza de Aire Acondicionado																												
Encendido de Planta																												

MES DE : / 97

Programa de Actividades a Realizar en la Videoconferencia (MENSUAL)

ENCARGADO:	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi
DIA																															
ACTIVIDADES																															
Entrada																															
Revisar planta Generadora modo AUTO (opcional)																															
Verificar que el diesel este a 3/4 mínimo (opcional)																															
Verificar cableado (Coaxiales)																															
Colocar el FAX en modo Telefono																															
Bajar el volumen al telefono																															
Encender Amplificador y aire Acondicionado																															
Encender equipo (Decodificador, TV, VHS)																															
Abrir baño y Encender Luces																															
Colocar cassettes para grabacion																															
Verificar el tipo de grabacion en el VHS																															
Eliminar ECO																															
Verificar la Iluminacion																															
Verificar Microfonos																															
Ajustar niveles de audio (en Mixer y Amplificador)																															
Verificar puestos del Profesor																															
Verificar las Camaras y sus posiciones																															
Verificar que haya agua, vasos, etc.																															
Pasar la Asistencia a los participantes																															
Iniciar Grabacion																															
Salida																															
dejar el FAX en modo FAX																															
Probar cintas y quebrar viñetas del cassette																															
Apagar amplificador y aire Acondicionado																															
Apagar equipo (Decodificador, TV, VHS)																															
Cerrar baño y apagar luces																															
Revisar Planta generadora (OFF)																															

## **CAPITULO VII PROPUESTA DE CONEXION DE VIDEOCONFERENCIA PARA LA UDB CONECTADA A LA RED DE COMTELCA.**

### **7.1 INTRODUCCIÓN.**

El proyecto esta orientado para que funcione dentro de la Universidad Don Bosco y el CITT con el fin de mejorar el nivel educacional de sus alumnos, catedráticos, empresarios, etc. El proyecto consiste en conectarse a la red Centroamericana de Videoconferencia la cual esta administrada por un punto central que se encuentra en Honduras y por el cual se puede tener acceso al resto de países de Centroamerica (Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Honduras) todo esto con el fin de tener varias salas conectadas al mismo tiempo , el otro aspecto del proyecto es de comunicarse también con otros países fuera de C.A. para lo cual se pretende usar enlaces satelitales mediante los cuales se podra comunicar con Norteamérica, Europa y Suramerica ya que COMTELCA ha realizado pruebas de enlaces a España y Hardvar usando enlaces satelitales, teniendo como planes a corto plazo la comunicación de Universidades y centros de investigacion de otros paises con el resto de Centroamerica, otra alternativa usando enlaces satelitales es usando la tecnología de VSAT la cual se describe en el capitulo 5 de esta tesis.

Otro aspecto importante para el establecimiento de la Videoconferencia es la de ambientación de la sala de Videoconferencia con el fin de tener la mejor calidad posible como la iluminación, acústica, aire acondicionado , etc. todo esto para lograr una recepción de buena calidad

En el presente documento se pretende justificar la realización de este proyecto con el fin de tener una herramienta mas para la educación y la formación integral de todas las personas que hagan uso de este sistema.

### **7.2 JUSTIFICACIÓN.**

En el país, refiriéndose a la educación universitaria, las alternativas para adquirir información calificada, capacitación y especializaciones, ha sido a través de la invitación de personas del extranjero o enviando personal al exterior para su respectiva capacitación . Al incurrir en muchos gastos, no se puede mantener en constante capacitación a los profesionales y personal docente sobre los avances tecnológicos ya que dicha capacitación además de las razones económicas para no realizarse es que tendría que estar la persona en ese lugar por mas tiempo y no se podría aprovechar a estas personas por que estarían mas tiempo fuera de su trabajo y por ende no habría una retroalimentación de los conocimientos. Esto ha llevado ha que exista un limitado número de personas que han optado a una capacitación a nivel superior (esto obedece tanto a los costos de la capacitación en sí, como a los trámites que se tienen que realizar, los contratiempos de viajar y los inconvenientes de aprender el idioma del lugar a donde se irá).

A través de los años se ha generado en el país un desfases de conocimientos y cultura que se ha acrecentado y se podría minimizar no sólo aprendiendo lo que otros investigan y desarrollan, sino también aprender a resolver

nuestros propios problemas, sin esperar a que otros nos den la respuesta.

Debido a los pocos conocimientos actualizados de los profesionales y al no aprovechamiento de los recursos tecnológicos las universidades no poseen el grado de educación óptima para la formación de profesionales.

En el país no se ha fomentado la creación de centros de enseñanza a distancia para proporcionar material pedagógico y servicio de formación a grandes empresas, administraciones públicas y centros de educación; con el fin de introducir técnicas y metodologías más avanzadas para la formación del profesional.

Lo anterior lleva a una escasez de personal docente especializado en las distintas áreas de estudio de las universidades, tanto en lo teórico, como en lo práctico; llevando consigo a un estancamiento de los recursos humanos y que estos profesionales no se involucren como gestores de cambio, al carecer de criterio para generar soluciones a los problemas que se le presenten. Mucho de esto tiene que ver con la ausencia de contacto directo con profesionales o especialistas en distintas ramas a nivel internacional, no sólo de la ingeniería, sino de cualquier otra especialidad.

En lo referente a que tipo de servicio de videoconferencia resolvería el problema de la falta de actualización de conocimiento sería específicamente en el área educativa como primer paso, ya que la universidad debería de resolver el problema de capacitación de sus docentes y alumnos para luego en el siguiente paso, se usaría la videoconferencia en el área administrativa para entrar luego a una etapa de comercialización del servicio, para el autosostenimiento del sistema.

La Videoconferencia es una Herramienta que parte de una visión de Enseñanza-Aprendizaje moderna para lo cual se requiere de una infraestructura tecnológica actualizada.

Los conocimientos que se adquieran deben de ser visto como un proceso de aprendizaje en lo que se enfatizan los esfuerzos grupales y colaborativos entre los expertos, instructores y estudiantes haciendo énfasis en la participación activa y en la interacción de ambas partes, llevando a un proceso formativo que facilite la interacción, la evaluación y la cooperación social. Todo esto con la idea de que los estudiantes aprendan a iniciar una vida de aprendizaje por su propia cuenta en lugar de ver al estudiante como una caja vacía para llenarlo de conocimientos el objetivo es que sean capaces de encontrar por si mismos los recursos para el aprendizaje continuo. Teniendo con esto a futuros profesionales con herramientas y conocimientos mas amplios para enfrentar las distintas problemáticas que se le presenten, llevando a que el futuro profesional tenga una vocación para servir a la sociedad con sus conocimientos y no en una forma inversa.

Como resultado de experiencia que se han obtenido realizando actividades de VIDEOCONFERENCIAS en otros países se ha notado que los estudiantes adquieren una actitud más participativa en su aprendizaje, tanto durante la sesión como fuera de ellas esto constituye un gran avance en lo que se refiere al proceso de Enseñanza-Aprendizaje además de mejorar grupos de trabajos distantes coordinación de proyectos, etc. Las posibilidades que la Videoconferencia ofrece son innumerables dentro de las cuales la UDB podría inclinarse a la formación, para luego pasar a una segunda etapa para fines comerciales. A continuación se muestran las distintas utilidades que se destacan en la Videoconferencia:

- Toma de decisiones.
- Asistencia al telemantenimiento.
- Discusión de contratos.
- Cursos de Formación programados .
- Formación continuada.
- Informes entre delegaciones.
- Evaluación de resultados docentes.
- Trabajo en grupos de departamentos distantes
- Presentación de nuevos diseños
- Telemedicina.
- Videoconferencia punto a punto o multipunto.
- Actualización personal.

Todo esto proporcionará a la Universidad una herramienta con la cual no solo podrá dar un mejor servicio a sus alumnos sino también a otras universidades o empresas que lo requieran con el fin de obtener información actualizada de las personas que trabajan en algún proyecto o investigación.

El beneficio potencial que representa el reunir personas situadas en diferentes lugares geográficos para que puedan compartir ideas, conocimientos, información, para solucionar problemas y para planear nuevas estrategias utilizando técnicas audiovisuales sin las inconveniencias asociadas de viajar, gastar dinero y perder tiempo debe de capturar la imaginación de las personas de educación, negocios, etc. La utilización de la Videoconferencia proporciona:

- a) ahorro en costos
- b) ahorro en productividad
- c) ganancias estratégicas

a) Ahorro en costo: se refiere el costo de los viajes, ya que cuando se permanece en el lugar de trabajo y se hace uso de la Videoconferencia en vez de viajar, se logra ahorrar, al reducir considerablemente los costos del viaje.

b) Ahorro en productividad: es un factor que muy poco se toma en cuenta ya que en esta parte se ahorra el tiempo perdido por el profesional o alumno con motivo del viaje. Además de ahorro económico se obtiene una ganancia en productividad al evitar la acumulación de trabajo durante la ausencia, lograr la participación de más miembros del personal, etc.

c) Ganancias estratégicas nos lleva a tener ventajas en competitividad, comercialización, aprovechamiento de recursos escasos y discusiones mas eficaces.

Como consecuencia se tendrán mejores relaciones internacionales debido al constante intercambio de opiniones con profesionales de otras partes del mundo y un mejor enfoque de la imagen de la Universidad no solo nacional sino internacionalmente y se abrirá la brecha a la investigación científica además del beneficio económico al

promover este servicio a quien lo solicite. En adición se podrá favorecer de una forma indirecta al mejoramiento del medio ambiente ya que se disminuiría el uso de transporte ya sea terrestre o aéreo para la movilización de las personas de un lugar a otro o de un país a otro

Los alumnos podrán tener contacto con otras personas de otros países y elevar su nivel académico y acceder a una enseñanza de mayor calidad. además los alumnos que estén en sus trabajos de graduación podrán optar a tener asesoría internacional para sus proyectos. Los docentes y personal de laboratorio podrán tener mas alternativas para la enseñanza además de despertar en ellos el interés de la investigación por el mismo contacto con otros profesionales que estén desarrollando algún tipo de investigación. La sociedad en general tendrá profesionales con una visión mas amplia para las distintas problemáticas en la que se desenvuelven.

### **7.3 EL PROYECTO**

#### **7.3.1 Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en establecer un sistema de Videoconferencia en la Ciudadela Don Bosco el cual podrá formar parte de la red centroamericana de Videoconferencia la cual es dirigida por un punto central que es el MCU (Unidad de Control Multipunto) ubicado en Tegucigalpa Honduras y de la cual son participes Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica en donde están involucradas las respectivas administraciones de telecomunicaciones de dichos países. para nuestro caso el objetivo es ser parte de esta red de Videoconferencia y de esa forma poder acceder a los cursos y capacitaciones que por ella se imparten, para esto el sistema que se instale en la Ciudadela se conectara a la central telefónica mas cercana que es la Central Venecia en Soyapango de donde la señal se iría hacia ANTEL Centro y de ese punto saldría la señal directamente hacia Honduras vía microondas hasta donde se encuentra el MCU en Tegucigalpa de igual forma la señal de retorno tendría la misma ruta hasta la Ciudadela. En lo que respecta a la velocidad de operación se recomienda hacerlo a una velocidad de 384 Kbps ya que si se utiliza un enlace a 2Mbps como lo realizan actualmente resultaría demasiado caro y se estaría subutilizando dicho enlace. En un enlace a 384 Kbps la calidad de la Videoconferencia es bastante buena, hecho comprobado al haber realizado pruebas a esta velocidad en la sala que está ubicada en el país en el Departamento de capacitación de ANTEL y los resultados fueron lo bastante buenos al punto que no se nota la diferencia y que se piensa adoptar esta velocidad en el resto de salas en Centroamericana. Además de usar una velocidad de 384Kbps se usara una interfaz V.35 ya que es el mismo tipo de interfaz que utiliza el equipo propuesto, el Modelo RADIANCE marca CLI ( ahora VTEL). Estos arreglos de conexión deberán hacerse con ANTEL y verificar otros aspectos como planta externa y otros.

Una de las ventajas de utilizar una velocidad de 384 Kbps además de proporcionar una buena calidad de vídeo y audio es que el costo de usar una conexión Soyapango- Tegucigalpa se reducirá substancialmente en comparación a si se utilizara una conexión a 2 Mbps.

En lo referente al equipo que conforma el sistema de Videoconferencia son : 4 Monitores, 3 Cámaras una para documentos y las otras dos para enfocar el salón , un Mixer para los Micrófonos , un panel de control y el CODEC.

En cuanto a la teoría de funcionamiento del CODEC en los capítulos I, II, y III de esta tesis se trata con mas detalle sobre la ambientación de un salón de Videoconferencia. En el capítulo IV se da mas detalle sobre estos aspectos.

Con respecto a los lineamientos que se tengan que seguir para realizar la conexión del sistema de Videoconferencia de Ciudadela con Tegucigalpa será necesario hacer contacto directo con COMTELCA en Honduras ya que son ellos quienes administran este sistema y solicitar un puerto para la conexión del sistema de Ciudadela y a partir de esto establecer los subsiguientes pasos dentro de los cuales seria de hacer los arreglos de conexión con ANTEL. para el caso de Ciudadela será mas rentable como primer paso tener una conexión bajo demanda ya que el cobro de usar este tipo de conexión se haría nada mas por el tiempo en que permanezca conectado el sistema con Tegucigalpa. ya que si se realiza con una conexión dedicada el costo se elevaría substancialmente y el cobro se realizaría se use o no la conexión lo cual no sería muy rentable para la Ciudadela pagar aun sin estar ocupando el sistema.

COMTELCA tiene planes de conexión por satélite con otros continentes (Europa) ya que se han realizado pruebas de conexión con España y con la Universidad de Harvard, en donde COMTELCA tiene planes de comercialización para Centroamerica que es en donde entrara la Ciudadela. en caso de que la UDB quiera conectarse a otros lugares no accesibles por COMTELCA se propone el usar tecnología VSAT (Very Small Aperture Terminal) y acceder a Videoconferencias de otras partes del mundo para esto nos tendríamos que valer de un proveedor satelital que nos pueda dar este acceso como lo sería AT&T, MCI, HUGHES network, etc.

Para esta propuesta se tendrá que realizar un procedimiento diferente al que se establece en esta propuesta para esto en los apartados 5.4 y 5.5 del capítulo V se da mas detalle sobre esto.

### **7.3.2 OBJETIVOS.**

#### **7.3.2.1 Objetivo General.**

Tener un sistema de Videoconferencia que permita a la UDB y sus usuarios, formar personal y alumnos intercambiando con otros países información actualizada y en forma objetiva para el desarrollo integral de sus usuarios haciendo uso de nuevas tecnologías.

#### **7.2.2.2 Objetivos Específicos.**

Facilitar la interacción, la evaluación y la cooperación social entre las instituciones que usen el sistema.

Despertar en el estudiante y los profesionales el interés por encontrar por si mismos los recursos para el aprendizaje continuo.

Facilitar la cooperación y el trabajo en grupo de instituciones educativas, empresas , etc.

Fomentar la creación de centros de enseñanza a distancia para actualizar pedagógicamente y dar un servicio de formación a empresas, administraciones publicas y centros de educación que lo requieran.

Fomentar en el estudiante y los profesionales la investigación de nuevos sistemas y servicios para el desarrollo tanto tecnológico y social de nuestro país.

Complementar en forma objetiva los métodos de enseñanza dentro de la UDB y CITT

Expandir la misión educativa y formativa dotando de educación mas especializada a la comunidad salesiana y la sociedad en general mediante tecnología mas moderna.

### 7.3.3 Beneficios.

#### Ahorro en productividad :

Es un aspecto que beneficia tanto al empleado como a la empresa ya que la persona permanece en su lugar de trabajo evitando acumular trabajo pendiente por motivo del viaje y por parte de la empresa tiene a su personal realizando sus labores evitando que se genere algún atraso o reducción de la productividad además de que la empresa esta mas cerca de su empleado observando el desenvolvimiento del mismo durante la capacitación además de que pueda tener un mayor numero de personas recibiendo la capacitación ampliando de esa manera los conocimientos del resto del personal y aprovechando al máximo la inversión que se realice para pagar la capacitación sin perder de vista que los empleados siguen sus labores cotidianas, no se alejan de su familia, tienen contacto directo con personas de otros países sin necesidad de viajar y no se expone la integridad física de la(s) persona(s) por los viajes.

#### Competividad:

Este beneficio le da a la organización una mejor posición estratégica respecto a otras ya que en una reunión de ejecutivos o dueños pueden tener decisiones mas rápidas, efectivas y con un mayor consenso, siendo mas eficaz que el tener que viajar constantemente y en una forma limitada, ya que teniendo reuniones usando la Videoconferencia se puede obtener beneficios como el de ofrecer un mejor servicio al cliente, comercialización mas rápida, aprovechar al máximo los recursos disponibles, tener acuerdos económicos, contratos, etc.

A nivel de institución educativa se puede contar con catedráticos mas capacitados sin tener que hacerlos llegar al país, Hospedarlos, transportarlos, etc. Llevando consigo a que por medio de la Videoconferencia podamos tener catedráticos especializados impartiendo cursos, maestrías, post grados, etc. los cuales resultaria casi imposible traerlos para una charla de pocos días menos aun para impartir cursos mas largos.

Otro beneficio es que la UDB vería incrementada su población estudiantil tanto para los alumnos que entran a la Universidad como para aquellos profesionales que buscan su superación por medio de estos cursos , ya que también los costos debido a la organización y operación irán disminuyendo conforme aumente el numero de estudiantes y de cursos, haciendo con esto que la UDB aumente su especialización y su estatus a la par de instituciones educativas extranjeras reconocidas.

### 7.3.4 Mercado potencial del proyecto.

Si el proyecto se lleva acabo de las 2 formas con el enlace terrestre hasta Honduras y con estación VSAT, se tendrá la opción de tener en forma permanente una comunicación con Nicaragua, Honduras, Guatemala y Costa Rica con la primera opción y con la segunda opción de enlaces satelitales usando estaciones VSAT se podra tener un espectro mas amplio y dependera de los convenios que realice la UDB con otras instituciones que tienen sistemas de Videoconferencia con enlaces satelitales para lograr esto algunas instituciones que podrian entrar en estos planes

serían el IPN ( Instituto Politécnico Nacional de México), IPV (Instituto Politécnico de Valencia en España), IPM (Instituto Politécnico de Madrid de España ) entre otras.

En lo que se refiere al mercado interno y a quienes se interesarían por tener a su disposición este servicio en el país se mencionaría como primera opción desde el punto de vista social el alumnado de la UDB, sus catedráticos y las instituciones salesianas , siguiendo con otras instituciones que quieran acceder a los cursos o capacitaciones que se impartan , La segunda opción sería desde el punto de vista comercial el cual iría orientado a empresas privadas que necesiten capacitar a su personal (Ingenieros, Licenciados, Técnicos. Etc.) y con esto hacer autosostenible la operación del sistema ya que hay muchos profesionales que por sus obligaciones de trabajo y familiares no han podido tener una especialización o cursos de actualización pero que si cuentan con los recursos económico como para pagarse este tipo de capacitación sin alejarse de su trabajo y su familia, podrían aprovechar cursos de especialización ya en ejecución por ejemplo los desarrollados por la televisión Iberoamericana llevando con esto no solo beneficios en el mercado de la industria sino también en el área de la medicina la cual en muchas partes del mundo ocupan mucho la Videoconferencia para sus clases.

### **7.3.5 Ingeniería del Proyecto.**

#### **7.3.5.1 Instalaciones físicas y ubicación de los equipos.**

Las instalaciones físicas necesarias que sean consideradas para el sistema de Videoconferencia en la Ciudadela son el Edificio de Eléctrica en el CITT y el Edificio “A” de la UDB ya que son los lugares que dentro de Ciudadela presentan las condiciones como para ser adecuadas para un salón de Videoconferencia sin incurrir en gastos mayores, siendo el salón de audio visuales del edificio de eléctrica en donde estaría el equipo principal el cual sería: CODEC, panel de control , equipo VSAT ( en caso de llevarse a cabo la instalación de la antena) quedando en común los monitores , cámaras , lámparas, muebles, aire acondicionado, etc. tanto en la sala del edificio de eléctrica como en la sala del edificio “A” el cual servirá como salón alterno de las secciones que se den en la sala de eléctrica, esto con el objetivo de poder tener a más personas reunidas dentro de una misma sesión. Con respecto a la alternativa de usar enlaces satelitales la antena estará colocada en el techo del edificio de eléctrica con el fin de tener una mejor orientación de la antena , así como también por aspectos de seguridad para con el equipo, ya que si se coloca en el suelo se corre el riesgo de sea dañada por que estaría propensa al contacto humano.

En lo referente a la ambientación de los salones de Videoconferencia se muestra en las figuras 1 y 2 lo que sería el salón del edificio de eléctrica y en las figuras 3 y 4 el salón del edificio “A”. Con respecto a la distribución de los distintos elementos que conforman las salas se muestran en las figuras 5 la distribución del edificio de eléctrica y en la figura 6 la distribución del edificio “A”.

La ubicación de los salones y su conexión a través de fibra óptica se muestra en la figura (5.36) donde se puede observar la distancia que existe entre las dos salas que es de aproximadamente 300 Mt y el recorrido de lo que sería la fibra óptica a través de Ciudadela. Para esta conexión de fibra óptica habrá que valerle de la futura red de F.O. que se instale en la UDB ya que en base a esto se ha establecido esta propuesta de la sal alterna.

Un aspecto a tomar muy en cuenta en la instalación del equipo en el edificio de eléctrica es la puesta a tierra para eso se recomienda realizar una sola conexión a tierra de todos los equipos que conformen el sistema con el objeto de que otros sistemas que se encuentren dentro del edificio afecten no el funcionamiento del sistema de Videoconferencia. En el apartado 4.15 del capítulo IV se explica lo referente a la alimentación y la puesta a tierra del sistema de Videoconferencia.

La configuración básica de la conexión del sistema de Videoconferencia en la Ciudadela para conectarse con la red Centroamericana es la siguiente ( fig 6.20 )

#### 7.3.5.2 Equipo Necesario.

Salón de Eléctrica	Salón del Edificio "A"
Sistema de Videoconferencia RADIANCE	
4 Monitores de 27 pulg.	2 Monitores de 27 pulg
2 cámaras de vídeo	1 cámara de vídeo
1 cámara de Documentos	
Teclado en Español para control y acceso a todas las funciones del sistema	
Software para el control de cámaras lejanas	
1 micrófono de solapa (min)	
5 micrófonos de mesa	3 micrófonos de mesa
2 Videocaseteras	1 videocasetera
Trípode para la cámara	Trípode para la cámara
Sistema VSAT	
2 sistemas de bocinas desmontables *	2 sistemas de bocinas desmontables *

\* Esto en el caso que el audio de las bocinas de los monitores no posea la potencia y calidad que se necesite.

### 7.3.6 Recursos Humanos Necesarios para ejecutar el Proyecto.

Requisitos	Funciones
<p>Ingeniero Electrónico</p> <p>Conocimientos de Telecomunicaciones sobre equipos de transmisión y recepción, conocimientos básicos de distintos medios de transmisión como redes terrestres, vía microondas, enlaces satelitales, etc.</p> <p>Otros conocimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos de computación Windows 95, word, Excel, Power point, Internet, etc. como mínimo.</li> <li>• Inglés medio</li> <li>• Manejo de equipo de medición básico (sonda, Osciloscopio, etc.)</li> <li>• Habilidad para soldar con (Cautín) está en el caso en que se necesite soldar cables coaxial, etc. (</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación del equipo de Videoconferencia: CYDEC, Monitores, Micrófonos, VHS, Panel de control y Computadora.</li> <li>• Aplicación de mantenimientos Preventivos</li> <li>• Control de transmisión y recepción de la señal de Videoconferencia.</li> <li>• Coordinación de las actividades y los costos de la sala de Videoconferencia.</li> </ul>

### 7.3.7 Presupuesto.

#### 7.3.7.1 Presupuesto general de Ambientación de las Salas.

En este presupuesto hay que considerar los aspectos que se mencionan en el apartado 4.16 del Capítulo IV en donde se involucra lo que es el alfombrado, Mesa, Sillas, Lámparas, Puertas, Cortinas, etc.

	Salón de Eléctrica	Salón del Edificio "A"
Aire Acondicionado	5000	5000
Alfombra	2500	2500
Cortinas	875 (6)	500 (4)
Escritorio	600	600
Fibra de vidrio	500	
Gabetero	1750	1500
Iluminación	460 ( Complementaria a las ya existentes) 4 lámparas de 4 bulbos	460( Complementaria a las ya existentes) 4 lámparas de 4 bulbos
Mesas	2500	2000
Puertas	1200	800 (2)
Pintura	500	500

Sillas	7500 (15)	6300 (12)
<b>TOTAL</b>	<b>23,725</b>	<b>15,200</b>

### 7.3.7.2 Presupuesto general del Equipo de Videoconferencia.

Para este presupuesto se ha tomado como parámetro el equipo RADIANCE (marca CLI actualmente llamada VTEL), el cual consta de :

2 TV de 27 pulgadas
1 Cámara principal
1 Cámara Auxiliar
1 Cámara de documentos
1 Mixer
4 Micrófonos Ambientales
1 Panel de Control
<b>Monto aproximado de \$100000</b>

Los modems para Transmisión y Recepción desde y hacia el MCU en Tegucigalpa cuestan aproximadamente \$ 5000

Opciones de Conexión	Costo del equipo para las	distintas opciones
	Monto en Dólares	Monto en Colones
Conexión con la red Centroamericana	105000	924000

### 7.3.7.3 Presupuesto General de Equipo Complementario.

Equipo	Costo en colones
FAX	3000
Videocasetera	3500
Computadora	20000
<b>TOTAL</b>	<b>26,500</b>

**Total de presupuesto de inversión inicial----- 974,225 Colones**

### 7.3.7.4 Presupuesto de Operaciones.

	Costo mensual en Colones	Costo anual en colones
Costo de operación haciendo la conexión de Ciudadela-Tegucigalpa a una velocidad de 384 Kbps.	28,160	337,920
Costo de recursos Humanos.	5000 min (1 Ingeniero)	60,000
Costo por consumo Eléctrico.	2800 aprox. (8 horas durante 23 días)	33,600
Costo de materiales para la operación del sistema.	2500 aprox. (2 sesiones diarias)	30,000
Costo de consumo de teléfono y Fax	300	3,600
<b>TOTAL</b>	<b>38,760</b>	<b>465,120</b>

### 7.3.8 Fuentes Posibles de Financiamiento:

- Empresa Privada de El Salvador.
- Gobierno de El Salvador.
- El BCIE ( Banco Centroamericano de Integración Económica)

### 7.3.9 Conclusiones, Recomendaciones y Consideraciones.

En muchos países del mundo la educación a distancia es una excelente opción ya que pone al alcance del alumno mejores recursos de enseñanza que la instrucción otorgada en los salones de las clases tradicionales, en lo referente a los sistemas interactivos de educación a distancia estos pueden ofrecer diferentes niveles de interactividad incluyendo audio solamente o sistemas que incorporan audio y vídeo como la Videoconferencia que es lo que se propone en este proyecto. En los próximos años van a cambiar substancialmente las herramientas de las que disponen actualmente los educadores y esto deberá ser visto como un complemento de los métodos que se ocupan para la

educación ya que la relación profesor- alumno no ha tenido los frutos necesarios. por eso es que en muchos países se hacen uso de las Videoconferencias valiéndose de los avances tecnológicos y las telecomunicaciones poniendo estos dos factores al servicio de la educación haciendo con esto que la enseñanza sea mas participativa entre educador y oyente cubriendo las necesidades de aprendizaje, estos son algunos de los aspectos principales que busca la UDB con este sistema.

### **Recomendaciones y Consideraciones.**

En este apartado se harán una serie de recomendaciones y consideraciones que se deberán tomar en cuenta para la instalación del sistema de Videoconferencia para ello la Ciudadela debe de optimizar la utilización de este sistema dentro de la función de enseñanza que al que la UDB imparte esto permitirá valorizar el proceso de un programa de educación a distancia orientado a satisfacer la necesidad de educar y de actualizarse tecnológicamente.

El inicio de un programa de educación a distancia en la UDB deberá comprender la áreas en las cuales se necesite recibir instrucción a través del sistema interactivo. dicho programa debe ser evaluado desde la perspectiva de : El consejo de la UDB, Dirección técnica del CITT. Departamento de calidad académica, Proyección social, Dirección de escuelas, Catedráticos y Personas externas que se hayan desenvuelto en este tipo de programas ( Departamento de Capacitación de ANTEL y Hospital Bloom).

Dentro de las consideraciones que deben tomar en cuenta todo el Staff son:

- Establecer nuevos objetivos de la Institución o confirmar los ya existentes.
- Visualizar como ayudaría la Videoconferencia a cumplir estos objetivos.
- Determinar las áreas dentro de las distintas carreras que imparte la UDB deberán recibir capacitación o instrucción usando este sistema.
- Determinar las necesidades específicas de los usuarios que serán cubiertos con este sistema por ejemplo estudiantes de la UDB o de otras Universidades. Profesionales, Empresas, etc.
- Determinar si la Ciudadela cuenta con los recursos humanos para el desarrollo, ejecución y mantenimiento de un programa de educación a distancia y de no ser así cuales deberán ser adquiridos por fuentes externas.
- Determinar los recursos internos disponibles para el desarrollo y ejecución del programa (infraestructura ).

Luego de establecer este programa con estas consideraciones y otras que consideren relevantes por parte de la UDB para la ejecución del mismo, será también necesario evaluar el recurso tecnológico necesario para establecer el sistema, tomando en cuenta los recursos tecnológicos y de infraestructura con los que ya cuenta la UDB, para lo que es el equipo de Videoconferencia se sugiere el uso del equipo RADIANCE del cual se detalla en el Capítulo VI de esta tesis para el caso de tomar en consideración otro tipo de equipo será necesario tomar en cuenta el costo del equipo, las facilidades que proporciona el proveedor y la expansión a futuro todo esto de acuerdo a los objetivos que se trace la Ciudadela a mediano o largo plazo.

## ANEXO I

## Servicios

- 1 F.710 Servicios de Videoconferencia.
- 1 F.721 Servicio Básico de videoteléfono en banda angosta en la ISDN.
- 1 H.200 Recomendaciones para servicios audiovisuales.

## q Equipo Terminal Audio Visual: punto a punto.

## PX64

- 1 H.320 Equipo terminal y sistemas de telefonía visual para banda angosta.
- 1 H.261 Video codec para servicios audiovisuales a PX64 Kbps.
- 1 H.221 Estructura de comunicaciones para un canal de 64 Kbps a 1920 Mbps en teleservicios audiovisuales.
- 1 H.242 Sistemas para el establecimiento de las comunicaciones entre terminales audiovisuales usando canales digitales arriba de 2 Mbps.
- 1 H.230 Control de sincronización y señales de indicación para sistemas audiovisuales. audio
- 1 G.711 Modulación por codificación por pulsos (MPC) de frecuencias de voz.
- 1 G.722 Codificación de audio de 7 KHz dentro de 64 Kbps. diversos
- 1 H.100 Sistemas de telefonía visual.
- 1 H.110 Conexiones hipotéticas de referencia utilizando grupos primarios de transmisiones digitales.
- 1 H.120 Codecs para videoconferencia para grupos primarios de transmisiones digitales.
- 1 H.130 Estructuras para la interconexión internacional de codecs digitales para videoconferencia de telefonía visual.

## Multipunto

- 1 H.231 Unidades de control de multipunto (MCU) para sistemas audiovisuales usando canales digitales de mas de 2 Mbps.
- 1 H.243 Procedimientos básicos para el establecimiento de las comunicaciones entre tres o mas terminales audiovisuales usando canales digitales de mas de 2 Mbps.

## Seguridad

- 1 H.233 Recomendaciones para sistemas de confiabilidad para servicios audiovisuales.
- 1 H.KEY Recomendaciones de la CCITT de encriptación para servicios audiovisuales.

## Recomendaciones de la CCITT que definen las comunicaciones audiovisuales sobre ISDN de banda ancha (B-ISDN).

## H.26x Video codecs para servicios audiovisuales a velocidades que incluyen a B-ISDN.

## Estándares ISO para almacenamiento y utilización de material audiovisual (MPEG).

Codificación de imágenes con movimiento y medios de almacenamiento digital para video para mas de 1.5 Mbps (MPEG1:Comité 11172).

Codificación de imágenes con movimiento y medios de almacenamiento digital para video para mas de 10 Mbps (MPEG2).

Codificación de imágenes con movimiento y medios de almacenamiento digital para video para mas de 40 Mbps (MPEG3).

## Estándar ISO para compresión de imágenes fijas (JPEG).

Compresión digital y codificación de imágenes fijas.

## Compresión ISO Bi-nivel compresión de imágenes fijas.

Estándar de compresión progresiva bi-nivel para imágenes.

## ANEXO II

### CARACTERISTICAS DE INTERFACE EN LAS ESTACIONES REMOTAS.

Se cuenta con las siguientes características básicas de Interface:

- Puertos de conexión de datos: 4 (conector DB 25 Hembra).
- Puertos de diagnóstico: 1
- Modo de comunicación serie: Asíncrono o síncrono.
- Tipo de Interface: RS-232 (Rs-422/423 o V.35 opcional)
- Soporte de protocolos: 1 protocolo/ Puerto físico.

Máximo 2 Protocolos en una DPU (Unidad de Procesamiento de datos). 4 circuitos virtuales por puerto físico (para el NA/SDLC).

- Tamaño máximo del paquete: 64, 128 o 256 BYTES (otros opcionales).

### TERMINOLOGIA DEL SISTEMA VSAT

#### Acceso Múltiple:

Es la habilidad de uno o mas usuarios de usar un transpondedor. Los transpondedores tienen tres recursos: Frecuencia, Tiempo y Espacio.

El recurso de frecuencia se utiliza en la técnica de acceso FDMA

El recurso del tiempo en TDMA.

El recurso del espacio en las técnicas SSMA (espectro amplio) y otras donde se discriminan las señales de acuerdo a su polarización.

#### Recurso satelital disponible:

Tres dimensiones:

1- Ancho de banda (Frecuencias) SCPC y FDMA

2- Tiempo (secuencia de acceso) TDMA y TDM

3-Espacio (polarización) Espectro amplio.

Técnicas de acceso:

**SCPC** No se comparten recursos canal único por portadora.

**TDM** La información se discrimina en tiempos (Multiplex por División en el Tiempo).

**TDMA** La información se discrimina en tiempos y según el tráfico. (Acceso Múltiple por División de Tiempo)

**FDMA** La información se discrimina a diferentes frecuencias. (Acceso Múltiple por División de Frecuencias).

#### ATENUACION:

Reducción de la potencia de la señal debido a pérdidas de poder. También es una medida de la pérdida de la señal por precipitación extrema.

**Antena Maestra: (HUB)**

Conjunto de artefactos a través de los cuales toda comunicación de y hacia las estaciones terrenas remotas (VSAT) debe pasar. La función principal es la de anular y amplificar los mensajes para cada estación.

Ademas el Hub tiene la función de Conmutación.

**Azimut:**

Angulo entre el rayo de la antena y el norte verdadero medido a lo largo de un plano horizontal.

**Ancho de banda:**

El rango de frecuencias útiles de algún equipo, tal como el Transpondedor o las estaciones terrenas, se mide en Giga, Mega, Kilo o Herz.

**Banda C:**

Rango de frecuencias de 3.7 a 4.2 Ghz para recepción de señal de satélite y 5.925 a 6.425 Ghz, en el caso de transmisión al satélite.

**Banda KU:**

Rango de frecuencias entre 11.7 y 12.2 Ghz, para la recepción y 14.0 a 14.5 Ghz para la transmisión vía satélite.

**BER: (Bit Error Rate)**

Tasa de errores de transmisión típicamente menor a un bit erróneo en un millón.

**BIT:**

Abreviación para numero binario y representa un estado digital 0 o 1.

**Convertidor de bajo ruido:**

Unidad instalada en la parte exterior de la antena y que convierte la señal de y hacia el satélite a una frecuencia intermedia para su procesamiento (Modulación/Demodulacion).

**Elevación:**

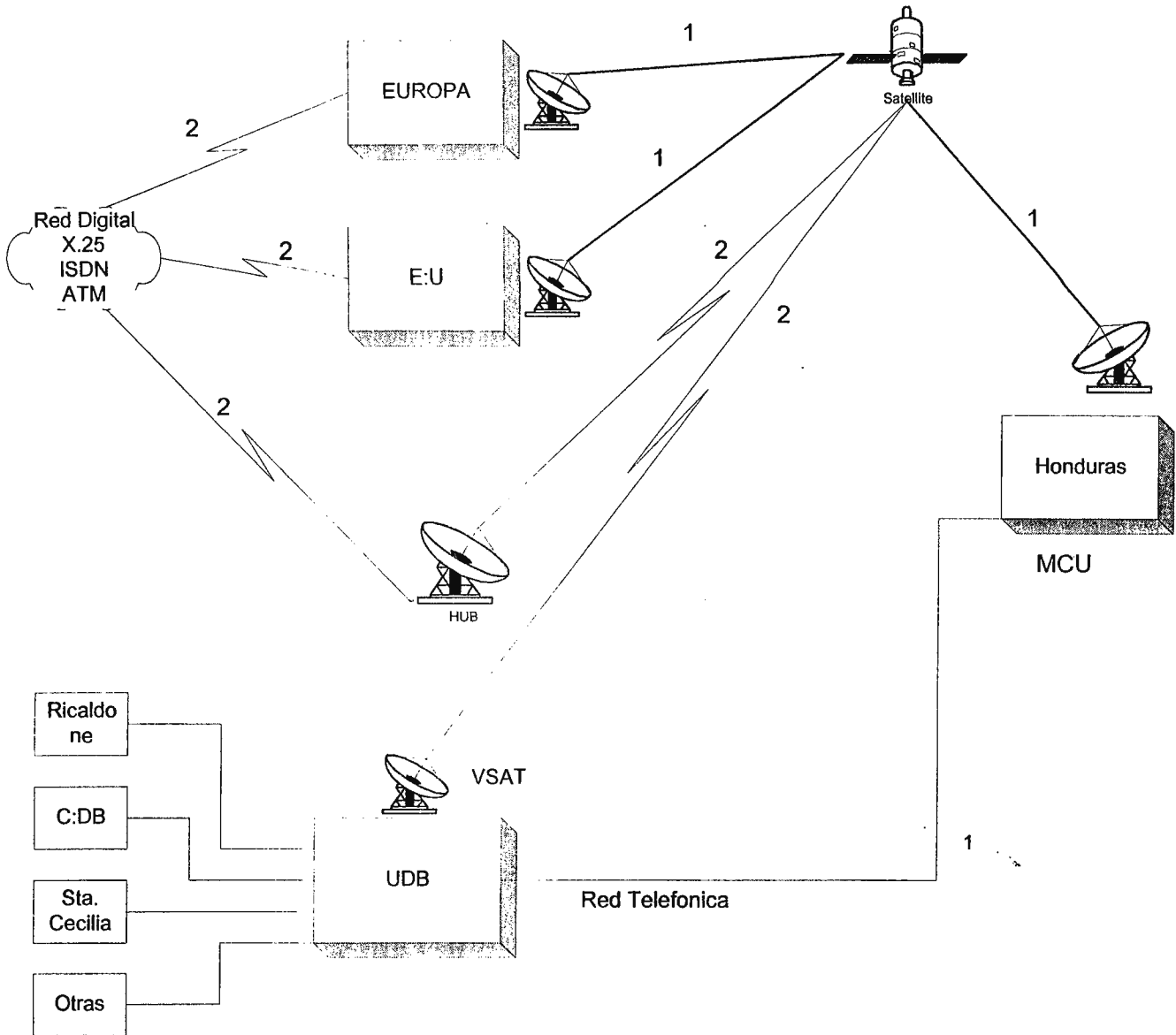
EL ángulo entre el haz de la antena y el plano Horizontal.

**Geoestacionario:**

Orbita satelital circular ubicada en el plano del ecuador y que rota alrededor del eje terrestre en la misma dirección y período orbital (24 horas). Para un observador de esta órbita en la tierra el satélite pareciera coma suspendido en el cielo.

**Protocolo:**

Conjunto de reglas y procedimientos para establecer y controlar la comunicación en una línea. Como ejemplos pueden ser X.25, SDLC



1 Opcion usando la Red Telefonica Conectandose con COMTELCA

2 Opcion usando VSAT para conexión via satélite..

	Costo de Equipos sin el Sistema de Videoconferencia	Costos de Transmisión Mensuales (C.A.)	Costos de Transmisión para Europa y E.U.
Opción 1	44,000	28,000	2,700 por hora (para levantar la señal)*
Opcion 2	334,400		13,200 Mensuales
Opcion 1 y 2	378,400	28,000	13,200

\* Este costo se reparte a las salas que quieran recibir la señal, si solo es una sera 2,700 Colones aproximadamente y si son las 5 salas se reparte entre las cinco.

Hay que hacer notar que ya existe una línea dedicada de la UDB hasta ANTEL Centro y dicha conexión puede ser aprovechada usandola tanto para el servicio de Internet como para la Videoconferencia y de esa forma no subutilizar la conexión y los recursos economicos.

## BIBLIOGRAFIA.

### Libros y Tesis :

- Satelites de Comunicación. Rodolfo Nery Vela.
- Satellite Communications. 2da. Edición, Capitulo 11.
- Seminario de Enlaces Satelitales, Klaus Selle, 1996
- Telephony Earth Station. Technical Specification, Version 2.4, Oct. 1991.
- Technical Description for a Ku-Band VSAT Network.
- HandBook Telecommunications IEEE.
- Sistemas de Satelites Mexicanos Solidaridad, Manual Tecnico, 5° Edición, 1994.
- Tesis N 178 de la UDB

### Revistas y Folletos :

- Revistas BYTE , Mexico, 1996 y 1997.
- Revistas AHCJET, España. 1995/96/97.
- Revista Comunicaciones Electricas , ALCATEL, 3er. Trimestre de 1993.
- Revisra Spectrum, IEEE, 1992
- Documentos y Folletos del Departamento de Capacitación de ANTEL
- Folleto de Productos y Especificaciones Tecnicas de Equipo de Videoconferencia de la NEC Corporation.
- Folleto de Especificaciones Tecnicas de Equipo de Videoconferencia de la GPT Video Systems
- Folleto de Productos y Servicios de Frnce Telecom SOFRECOM.

### Dirrecciones de Internet:

- <http://www.unam.mx>
- <http://www.clix.com>
- <http://www.vtel.com/vcnews>

<http://www.etsit.upv.es>

[http://www.crs4.it/ Luigi/MPEG/mpeggeneral-1.html#what is mpeg](http://www.crs4.it/Luigi/MPEG/mpeggeneral-1.html#what%20is%20mpeg)

[http://www.crs4.it/ Luigi/MPEG/mpeggloss-h.html#huffman coding](http://www.crs4.it/Luigi/MPEG/mpeggloss-h.html#huffman%20coding)

<http://www.picturetel.com/primer.htm>

<http://www.oas.org/sp/prog/citel/ccp2>

<gopher://sanaga.itu.ch.70/i/1/itudoc/public/gophermenus/1/itu-t/rec/h>

[http://www2.ncsu.edu/eos/service/ece/project/succeed\\_info/larettin/](http://www2.ncsu.edu/eos/service/ece/project/succeed_info/larettin/)

[http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h/h320\\_23397.html](http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h/h320_23397.html)