

Capítulo 3. Videoconferencia

Muchos usuarios aún no han tenido el tiempo suficiente para conocer a fondo el correo electrónico y beneficiarse de las innumerables ventajas y posibilidades del sistema de mensajería que se ha venido usando desde el nacimiento de Internet. Mientras tanto, ha irrumpido con fuerza una nueva generación de aplicaciones que sin duda va a revolucionar la comunicación entre los usuarios de la red.

Los sistemas electrónicos de mensajería constituyen una buena solución al problema de la comunicación diferida entre usuarios, pero ahora las miras apuntan más alto, se trata de una comunicación en tiempo real, con dos o más participantes actuando simultáneamente, y de modo que dicha comunicación se efectúe de la forma más natural posible, con la propia voz y mostrando la imagen de las personas incluidas en la conversación.

El área de la computación y comunicaciones se ha visto beneficiada con el uso de imágenes, sonido e incluso video [Klhewitt 1995]. En particular el uso de video (en este caso videoconferencia) que es el sistema que nos permite llevar a cabo el encuentro de varias personas ubicadas en sitios distantes, y establecer una conversación como lo harían si todas se encontraran reunidas en una sala de juntas [Atkins y Birmingham 1994] .

3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El interés en la comunicación utilizando video ha crecido con la disponibilidad de la televisión comercial iniciada en 1940. Los adultos de hoy han crecido utilizando al televisor como un medio de información y de entretenimiento, se han acostumbrado a tener un acceso visual a los eventos mundiales más relevantes en el momento en que estos ocurren. Nos hemos convertido rápidamente en comunicadores visuales. Es así que, desde la invención del teléfono, los usuarios han tenido la idea de que el video podría eventualmente ser incorporado a éste.

En las series de televisión como "Viaje a las Estrellas" y "Los Supersonicos" de los 60's y 70's usaban el videoteléfono rutinariamente sugiriendo que podríamos esperar uno para nuestro uso cualquier día. AT&T presentó en 1964 en la feria del comercio mundial de Nueva York un prototipo de videoteléfono el cual requería de líneas de comunicación bastante costosas para transmitir video en movimiento, con costos de cerca de mil

dólares por minuto. El dilema fue la cantidad y tipo de información requerida para desplegar las imágenes de video. Las señales de video incluyen frecuencias mucho más altas que las que la red telefónica podía soportar (particularmente las de los años 60's). El único método posible para transmitir la señal de video a través de largas distancias fue a través de satélite. La industria del satélite estaba en su infancia entonces, y el costo del equipo terrestre combinado con la renta de tiempo de satélite excedía con mucho los beneficios que podrían obtenerse al tener pequeños grupos de personas comunicados utilizando este medio.

Durante los años 70's se realizaron progresos substanciales en muchas áreas claves, los diferentes proveedores de redes telefónicas empezaron una transición hacia métodos de transmisión digital. La industria de las computadoras también avanzó enormemente en el poder y velocidad de procesamiento de datos y se descubrieron y mejoraron significativamente los métodos de muestreo y conversión de señales analógicas (como las de audio y video) en bits digitales.

El procesamiento de señales digitales también ofreció ciertas ventajas, primeramente en las áreas de calidad y análisis de la señal aunque el almacenamiento y transmisión todavía presenta obstáculos significativos. En efecto, una representación digital de una señal analógica requiere de mayor capacidad de almacenamiento y transmisión que la original. Por ejemplo, los métodos de video digital comunes de fines de los años 70 y principios de los 80 requirieron de relaciones de transferencia de 90 megabits por segundo. La señal estándar de video se digitalizaba empleando el método común PCM (modulación por codificación de pulsos) de 8 bits, con 780 pixeles por línea, 480 líneas activas por cuadro de las 525 para NTSC y con 30 cuadros por segundo.

La necesidad de una compresión confiable de datos digitales fue crítica. Los datos de video digital son un candidato natural para comprimir, debido a que existen muchas redundancias inherentes en la señal analógica original; redundancias que resultan de las especificaciones originales para la transmisión de video y las cuales fueron requeridas para que los primeros televisores pudieran recibir y desplegar apropiadamente la imagen.

Una buena porción de la señal de video analógica esta dedicada a la sincronización y visualización del monitor de televisión. Ciertos métodos de compresión de datos fueron descubiertos, los cuales eliminaron enteramente esta porción redundante de información en la señal, con lo cual se obtuvo una reducción de la cantidad de datos utilizados de un 50% aproximadamente, o sea, 45 mbps, una razón de compresión de 2:1. Las redes telefónicas en su transición digital, han utilizado diferentes relaciones de transferencia, la primera fue 56 Kbps necesaria para una llamada telefónica (utilizando métodos de muestreo actuales), enseguida grupos de canales de 56 Kbps fueron reunidos para formar un canal de

información más grande el cual corría a 1.5 mbps (comúnmente llamado canal T1). Varios grupos de canales T1 se reunieron para conformar un canal que corría a 45 mbps (ó un "T3"). Así usando video comprimido a 45 mbps fue finalmente posible, pero todavía extremadamente caro transmitir video en movimiento a través de la red telefónica pública. Estaba claro que era necesario el comprimir aún más el video digital para llegar a hacer uso de un canal T1 (con una razón de compresión de 60:1), el cual se requería para poder iniciar el mercado. Entonces a principios de los 80's algunos métodos de compresión hicieron su debut, estos métodos fueron más allá de la eliminación de la temporalización y sincronización de la señal, realizando un análisis del contenido de la imagen para eliminar redundancias.

Esta nueva generación de *video codecs* (COdificador/DECodificador), no sólo aprovechó las ventajas de las redundancias, si no también del sistema de la visión humana. El video presentado en Norteamérica es de 30 cuadros ó imágenes por segundo, sin embargo, esto excede los requerimientos del sistema visual humano para percibir movimiento. La mayoría de las películas cinematográficas muestran una secuencia de 24 cuadros por segundo. La percepción del movimiento continuo puede ser obtenida entre 15 y 20 cuadros por segundo, por tanto, una reducción de 30 cuadros a 15 cuadros por segundo por sí misma logra un porcentaje de compresión del 50 %. Una relación de 4:1 se logra obtener de esta manera, pero todavía no se alcanza el objetivo de lograr una razón de compresión de 60:1. Los codecs de principios de los 80's utilizaron una tecnología conocida como codificación de la Transformada Discreta del Coseno (abreviado DCT por su nombre en inglés). Usando esta tecnología las imágenes de video pueden ser analizadas para encontrar redundancia espacial y temporal. La redundancia espacial es aquella que puede ser encontrada dentro de un cuadro sencillo de video -- áreas de la imagen que se parecen bastante que pueden ser representadas con una misma secuencia. La redundancia temporal es aquella que puede ser encontrada de un cuadro de la imagen a otro -- áreas de la imagen que no cambian en cuadros sucesivos. Combinando todos los métodos mencionados anteriormente, se logró obtener una razón de compresión de 60:1.

El primer codec fue introducido al mercado por la compañía Compression Labs Inc. (CLI) y fué conocido como el VTS 1.5 (VTS significaba Video Teleconference System, y el 1.5 hacia referencia a 1.5 mbps -- ó T-1). En menos de un año CLI mejoró el VTS 1.5 para obtener una razón de compresión de 117:1 (768 Kbps), y renombró el producto a VTS 1.5E. La corporación británica GEC y la corporación japonesa NEC entraron al mercado lanzando codecs que operaban con un T-1 (y debajo de un T-1 si la imagen no tenía mucho movimiento). Ninguno de estos codecs eran baratos; el VTS 1.5E era vendido en un promedio de \$180,000 dólares, sin incluir el equipo de video y audio necesarios para completar el sistema de conferencia. Este era adquirido por un costo aproximado de \$70,000 dólares. Tampoco incluía costos de acceso a redes de transmisión. El costo

de utilización de un T-1 era de aproximadamente \$1000 dólares la hora.

A mediados de los 80's se observó un mejoramiento dramático en la tecnología empleada en los codecs de manera similar, se observó una baja substancial en los costos de los medios de transmisión. CLI introdujo el sistema de video denominado Rembrandt, el cual utilizaba ya una razón de compresión de 235:1 (384 Kbps). Entonces una nueva compañía, Picture Tel (originalmente PicTel Communications), introdujo un nuevo codec que utilizaba una relación de compresión de 1600:1 (56 Kbps). PictureTel fue el pionero en la utilización de un nuevo método de codificación denominado "Cuantificación" jerárquica de vectores (abreviado HVQ por su nombre en inglés). CLI lanzó poco después el codec denominado *Rembrandt 56* el cual también operó a 56 Kbps utilizando una nueva técnica denominada compensación del movimiento. Al mismo tiempo los proveedores de redes de comunicaciones empleaban nuevas tecnologías que abarataban el costo del acceso a las redes de comunicaciones. El precio de los codecs cayeron casi tan rápido como aumentaron los porcentajes de compresión. En 1990 los codecs existentes en el mercado se vendían en aproximadamente \$30,000 dólares, reduciendo su costo en más del 80 %, además de la reducción en el precio se produjo una reducción en el tamaño. El VTS 1.5E medía cerca de 5 pies de alto y cubría un área de 2 y medio pies cuadrados y pesaba algunos cientos de libras. El Rembrandt 56 media cerca de 19 pulgadas cuadradas por 25 pulgadas de fondo y pesaba cerca de 75 libras.

El utilizar compresiones tan grandes tiene como desventaja la degradación en la calidad y en la definición de la imagen. Una imagen de buena calidad puede obtenerse utilizando razones de compresión de 235:1 (384 kbps) ó mayores.

Los codecs para videoconferencia pueden ser encontrados hoy en día en un costo que oscila entre los \$25,000 y los \$60,000 dólares. La razón de compresión mayor empleada es de 1600:1 (56 Kbps), ya que no existe una justificación para emplear rangos de compresión aún mayores, puesto que utilizando 56 Kbps, el costo del uso de la red telefónica es aproximado al de una llamada telefónica. El emplear un canal T-1 completo cuesta aproximadamente \$50 dólares por hora. Esto ha permitido que los fabricantes de codecs se empleen en mejorar la calidad de la imagen obtenida utilizando 384 kbps ó mayores velocidades de transferencia de datos. Algunos métodos de codificación producen imágenes de muy buena calidad a 768 Kbps y T-1 que es difícil distinguirla de la imagen original sin compresión. Algunos paquetes de equipo de audio y video creados específicamente para aplicaciones de videoconferencia pueden adquirirse entre \$15,000 y \$42,000. Un sistema completo para videoconferencia tiene un costo que oscila entre los 40,000 y 100,000 dólares.

Con el uso de las telecomunicaciones, actualmente se pueden llevar a

cabo conversaciones interactivas, desde las exposiciones informativas, hasta los cursos prácticos de participación colectiva llamados talleres [Gaibisso y Gambosi 1994]. Este método de enseñanza a través de las telecomunicaciones requiere de dos aspectos importantes [Klhewitt 1996]:

El aspecto tecnológico: medios de transmisión de información adecuados para cubrir distancias.

El aspecto del aprendizaje: medios atinados de coordinación e interacción.

Cundo se ha logrado lo anterior, la dispersión geográfica de los participantes puede comprender un edificio, una ciudad, un país e incluso el mundo entero.

Hoy en día, gracias al desarrollo de las telecomunicaciones, técnicamente puede enfrentarse el reto de la dispersión geográfica. El ancho de banda de los medios de transmisión, necesarios para la canalización de gran cantidad de datos en tiempo real que implica un curso, se ha incrementado con las tecnologías de cable coaxial, par trenzado y fibra óptica, entre otras [Draoli y Gambosi 1996]. También mediante la utilización de satélites es posible cubrir áreas geográficas de la dimensión de uno o varios países juntos.

Es a partir de la tecnología de las telecomunicaciones que se ha desarrollado una nueva aplicación de la videoconferencia orientada principalmente a la enseñanza a distancia y a las reuniones al larga distancia [Schaphorst 1996]: la videoconferencia, la cual permite la transmisión interactiva de vídeo y audio en tiempo real y, mediante la conexión a una red pública internacional (Internet), el desarrollo de una conferencia en la que el expositor se encuentra en un país y el público en otro, existiendo interacción entre ambas partes [Atkins y Birmingham 1994].

Como se mencionó en una sección anterior, erróneamente en Estados Unidos, a diferencia de Europa, los términos teleconferencia y videoconferencia se emplean como sinónimos. Etimológicamente la palabra "teleconferencia" está formada por el prefijo "tele" que significa distancia y "conferencia" que se refiere a un encuentro [Barrero 1995]. Esto es "un encuentro a distancia". Para hacerlo posible se requiere de un medio electrónico (como un radio, televisor o teléfono) y un canal de transmisión (cable coaxial, microondas, satélites o fibra óptica) por donde viajará la señal. La teleconferencia se caracteriza por permitir la interacción entre los participantes.

3.2 ¿QUÉ ES VIDEOCONFERENCIA?

La videoconferencia es un sistema de comunicación diseñado para llevar a cabo encuentros a distancia, el cual, nos permite la interacción visual, auditiva y verbal con personas de cualquier parte del mundo, siempre y cuando los sitios a distancia tengan equipos compatibles y un enlace de transmisión entre ellos [Draoli 1996].

Con la videoconferencia podemos compartir información, intercambiar puntos de vista, mostrar y ver todo tipo de documentos, dibujos, gráficas, acetatos, fotografías, imágenes de computadora y videos, en el mismo momento, sin tener que trasladarse al lugar donde se encuentra la otra persona.

La videoconferencia es una modalidad de la Teleconferencia. A menudo muchas personas confunden ambos términos creyendo que se trata de dos conceptos diferentes, siendo que la videoconferencia es una nueva forma de asistir a una teleconferencia [Barrero 1995].

La videoconferencia es un servicio innovador que permite conocer gente, nuevos socios, estudiantes y profesores, doctores, además de miles de usuarios con diferentes niveles de educación y clases sociales. Es una nueva forma de concertar reuniones con personas a miles de millas de distancia sin moverse del lugar donde trabaja [Telepan 1996].

Durante el desarrollo de este tema, se habrá de utilizar el término "videoconferencia" para describir la comunicación en doble sentido ó interactiva entre dos puntos separados geográficamente utilizando audio y video.

3.3 TIPOS DE VIDEOCONFERENCIA

Audiográficos: Usa el mismo sistema de la audioconferencia para establecer la comunicación, pero además incorpora la transmisión de imágenes fijas a través de la computadora.

Existen otras aplicaciones con un mayor grado de sofisticación, a las cuales se les denominan sistemas de videoconferencia de uno a muchos, de muchos a muchos y de trabajo colaborativo en tiempo real [Schaphorst 1996].

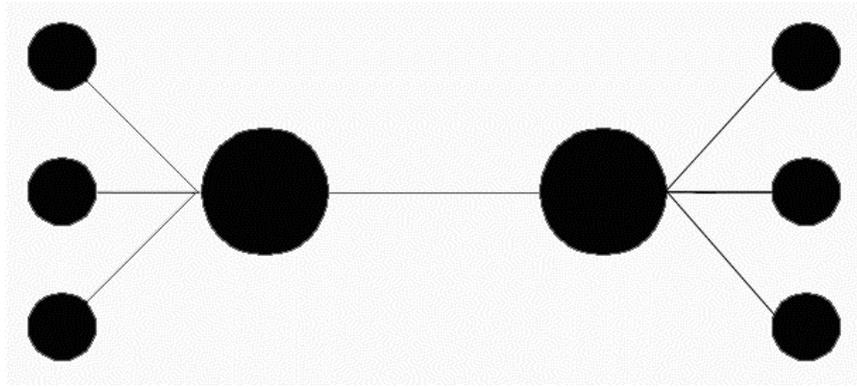


Figura 3.1 Videoconferencia grupal o de sala a sala

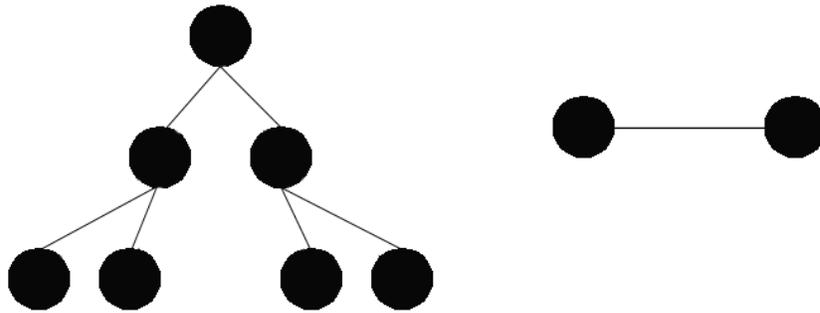


Figura 3.2 Videotelefonía de escritorio a escritorio

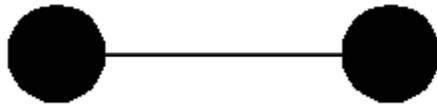


Figura 3.3 Sesiones de punto a punto

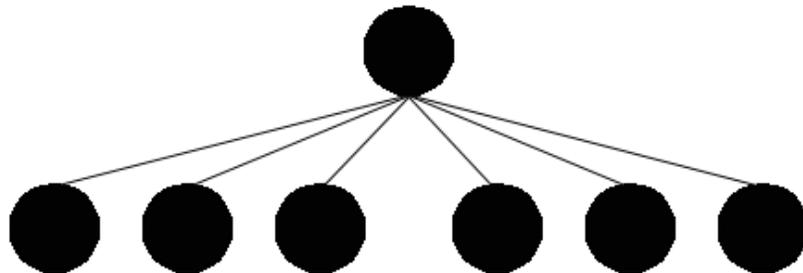


Figura 3.4 Sesiones de uno a muchos con reflector

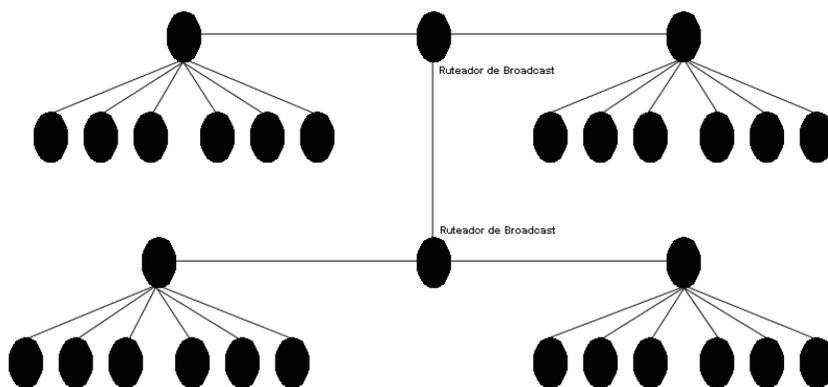


Figura 3.5 Sesiones por redes broadcast o por emisión de peticiones

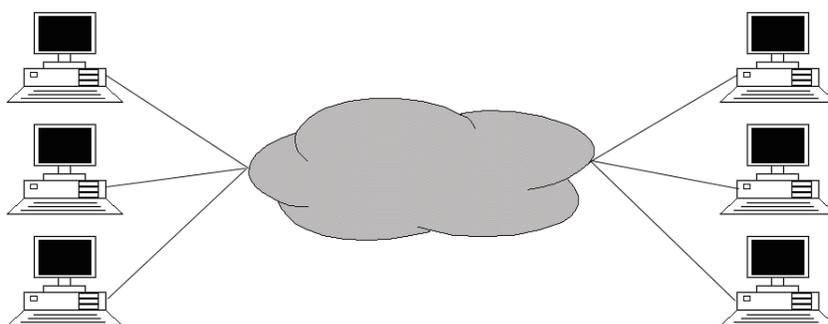


Figura 3.6 Conferencia mediada por computadora

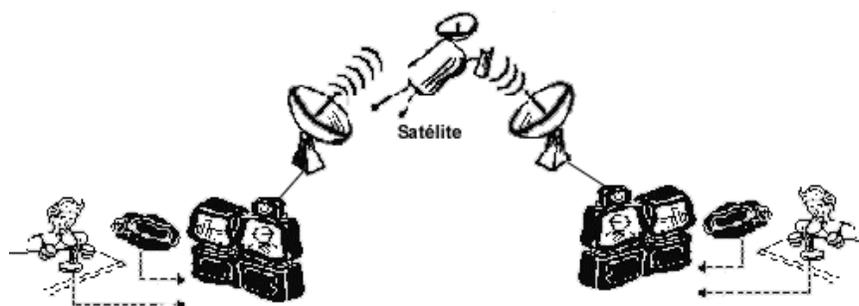


Figura 3.7 Broadcast satelital

3.4 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA

La Sala de Videoconferencia. La sala de videoconferencia es el área especialmente acondicionada en la cual se alojarán los participantes de la videoconferencia, así como también el equipo de control, de audio y de video, que permitirá capturar y controlar las imágenes y los sonidos que

habrán de transmitirse hacia el(los) punto(s) remoto(s).

El nivel de confort de la sala determina la calidad de la instalación. La sala de videoconferencia perfecta es la sala que más se asemeja a una sala normal para conferencias; aquellos que hagan uso de esta instalación no deben sentirse intimidados por la tecnología requerida, sino más bien deben de sentirse a gusto en la instalación. La tecnología no debe notarse o debe de ser transparente para el usuario.

El codec. Las señales de audio y video que se desean transmitir se encuentran por lo general en forma de señales analógicas, por lo que para poder transmitir esta información a través de una red digital, esta debe de ser transformada mediante algún método a una señal digital, una vez realizado esto se debe de comprimir y multiplexar estas señales para su transmisión. El dispositivo que se encarga de este trabajo es el codec (Codificador/Decodificador) que en el otro extremo de la red realiza el trabajo inverso para poder desplegar y reproducir los datos provenientes desde el punto remoto. Existen en el mercado equipos modulares que junto con el CODEC, incluyen los equipos de video, de audio y de control, así como también equipos periféricos como pueden ser:

Tabla de anotaciones

Convertidor de gráficos

Cámara para documentos

Proyector de video-diapositivas

PC

Videograbadora

Pizarra electrónica, etc.

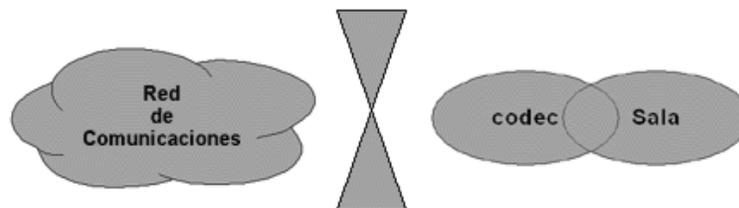


Figura 3.8 Elementos básicos de un sistema de videoconferencia (adaptada de [Ornelas y Díaz 1997])

3.5 ¿CÓMO FUNCIONA UN SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA?

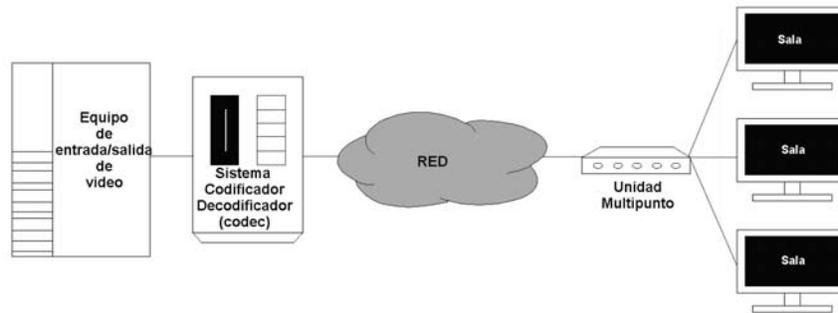


Figura 3.9 Diagrama general del funcionamiento de un sistema de videoconferencia

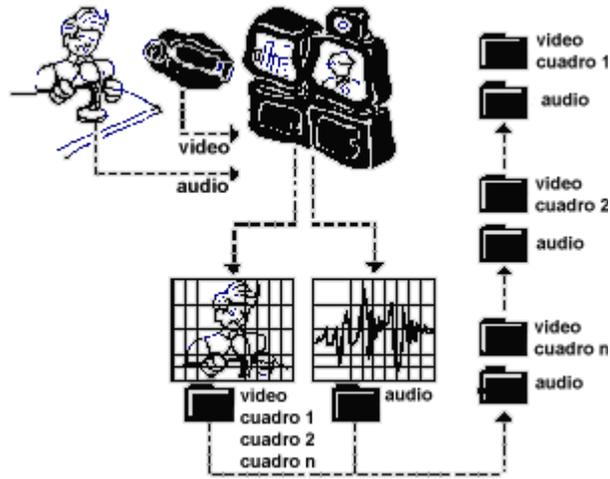


Figura 3.10 Diagrama de un codec estándar

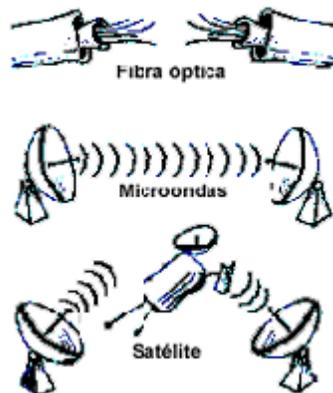


Figura 3.11 Canales de transmisión

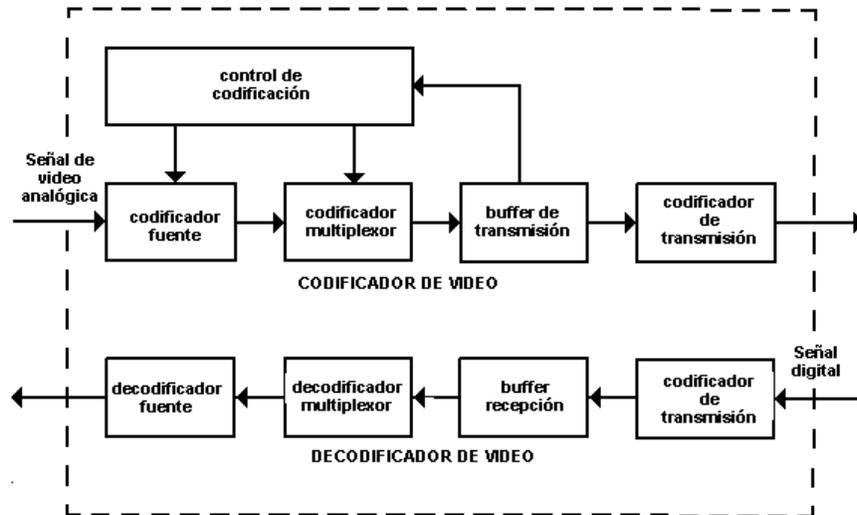


Figura 3.12 Diagrama a bloques de un codec de video, según estándar H.261 (adaptado de [Jacobson 1994])

3.6 FUNCIONES BÁSICAS QUE REALIZA EL EQUIPO DE VIDEOCONFERENCIA

Establecer la comunicación a otro sitio. La comunicación se establece hacia la unidad multipunto.

Control de audio. Regula el nivel de volumen del sitio local que se transmite a los demás sitios.

Captura de imágenes. Almacena en memoria gráficos, dibujos, tomas de cámara, así como enviar y recibir a otros equipos de videoconferencia todo tipo de documentos guardados previamente.

Selección y control de cámaras. Cuando se trabaja con dos o más cámaras, mediante el equipo de videoconferencia se puede elegir la cámara cuya señal queremos transmitir.

El equipo también puede controlar la cámara robótica para que esta se mueva a posiciones preestablecidas por el usuario.

Hoja de dibujo. Es un pizarrón electrónico que aparece en uno de los monitores con una barra de menús que nos permite hacer anotaciones y trazos sobre imágenes capturadas previamente.

3.7 INFRAESTRUCTURA MÍNIMA PARA UN SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA

Un sistema de videoconferencia puede proveer de todas las opciones de presentación y de intercambio de información que son posibles en una reunión cara a cara. Las reuniones periódicas de directivos son un buen candidato de realizarse mediante videoconferencia.

Un sistema de videoconferencia es una herramienta, como un teléfono o un fax. Pero además representa una arma estratégica en un mercado de información de alta competitividad. Efectivamente, compartir información de manera efectiva y económica es un requisito para sobrevivir en todas las áreas de la industria, negocios, gobierno, educación y entretenimiento, a continuación se lista la infraestructura mínima que debe tener un sistema de videoconferencia:

Cámara de acetatos. A través de ella podemos proyectar:

Textos impresos en papel

Láminas de gráficos

Pequeños objetos tridimensionales

Fotografías

Diapositivas

Negativos

Radiografías

Transparencias

Acetatos

Páginas de libros y revistas

Señales de audio y video de una videocassettera

Videocassettera . Se puede conectar directamente al codec y así grabar el sitio local o remoto durante la videoconferencia o reproducir material audiovisual.

Videocámara. Apoya a la cámara robótica. Con ella podemos enfocar personas y objetos desde otro ángulo con mayor detalle y precisión.

Computadora. Se puede transmitir y compartir con el sitio remoto cualquier programa o documento.

Antes, durante o después de una sesión por videoconferencia ésta permite la comunicación permanente entre los participantes a través de una red dedicada, y ya que Internet es una red que contiene miles de redes de computadoras conectadas entre sí para intercambiar información, mensajes de cualquier tipo y millones de archivos fotográficos, documentales, de sonido, de video y cualquier dato que pueda ser digitalizado esta podría ser un medio para una sesión de videoconferencia.

3.8 APLICACIONES Y ACTIVIDADES DE LA VIDEOCONFERENCIA

Dentro de las aplicaciones y actividades que se pueden llevar a cabo utilizando los sistemas de videoconferencia, [Schaphorst 1996], [Barrero 1995], [Heman 1997], [Klhewitt 1995], [Gold 1996] mencionan las siguientes:

Reuniones de investigadores para el intercambio de ideas

Grupos de interés para el intercambio de direcciones y documentos electrónicos

Ubicación de información

Reuniones ejecutivas

Educación continua

Cursos especializados

Seminarios

Conferencias

Diplomados

Asesorías

Capacitación técnica

Telemedicina

3.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA VIDEOCONFERENCIA

La ventaja potencial que representa el reunir personas situadas en

diferentes lugares geográficos para que puedan compartir ideas, conocimientos, información, para solucionar problemas y para planear estrategias de investigación y negocios utilizando técnicas audiovisuales sin las inconveniencias asociadas de viajar, gastar dinero y perder tiempo, ha capturado la imaginación de las personas de negocios, líderes gubernamentales y educadores.

El uso de la videoconferencia se traduce en ahorro en costos, ahorro en productividad y ganancias estratégicas, y en el caso de una biblioteca digital distribuida los beneficios serían similares, puesto que los investigadores y usuarios estarían en constante comunicación ahorrándose los costos que implica el tener que viajar, hablar por teléfono o mantener una investigación en colaboración.

Para las entidades educativas, de gobierno y empresas, la videoconferencia supone un ahorro de costes [Barneja y Knightly 1994] ya que **evita** desplazamientos, gastos en viáticos, pérdida de tiempo, además de:

Intercambio de ideas más rápido y frecuente

Aumento en productividad y ventaja competitiva

Proveer una alternativa adicional para que los clientes obtengan un mejor rendimiento de sus líneas de ISDN

Proveer una alternativa adicional para el mejor aprovechamiento de los recursos de cómputo

Competitividad, porque los recursos humanos de una entidad como una biblioteca invertirán menos tiempo en desplazamientos evitando viajes agotadores, optimizarán el tiempo en reuniones mucho más productivas, podrán revisar procesos de investigación remotamente, pero sobre todo lo más importante de esto es que los usuarios estarán comunicados de una forma u otra para realizar investigaciones, opinar, colaborar, compartir información, ver evoluciones en vivo de entidades u objetos de interés además de mantener una estrecha relación de trabajo.

Una de las desventajas principales es que los equipos dedicados para videoconferencia son extremadamente caros, además de renta de canales de comunicación, espacios adecuados para el equipo, servicios de mantenimiento e infraestructura para contar con estos medios, además de medios de comunicación con altos anchos de banda.

3.9.1 Problemas de transmisión de audio y video a través de una red

El principal problema de la transmisión de audio y video a través de una red como Internet es el ancho de banda [Schulzrinne y Casner 1995]. La reproducción de sonido digital con calidad de "CD-Audio" requiere una

tasa de transferencia de unos 16 KB/segundo. Por otra parte, el usuario se conecta a su proveedor de servicio de Internet usando modems de 28,800 bps (aproximadamente 3.6 KB/s). Efectuando unos simples cálculos, se puede comprobar que serían necesarias unas cincuenta conexiones simultáneas a 28,800 bps para satisfacer la demanda de ancho de banda de la transmisión de sonido digital, sin contar con el video [Schulzrinne 1994]. Por tanto, se hace imprescindible el uso de técnicas de compresión a la hora de transmitir estos flujos continuos de datos.

Si no es posible alcanzar la relación de compresión 50:1 requerida en este caso, todos los codificadores de audio y video usan técnicas de codificación y compresión con pérdidas. Por tanto, cuando mayor sea el grado de compresión, mayor será la distorsión apreciada en la señal de voz y video recibidas. Por otra parte, es absolutamente imprescindible que los codecs sean capaces de operar en tiempo real [Vinay 1995].

3.9.2 Algunos desafíos

[Jacobson 1994] lista una serie de retos a vencer en el desarrollo de sistemas de videoconferencia.

Comunicación: ¿Cómo hacer que la señal de audio y video llegue al mismo tiempo? ¿cómo comprimir y enviar?

Autenticación: ¿cómo asegurar que los usuarios son quien dicen ser, y que está representando a quien dice ser? ¿cómo saber que ha si ha navegado por varias redes y que al transmitir su audio y video estos no estén contaminados de virus?

Privacidad: ¿cómo asegurar que los usuarios mantengan su privacidad? ¿cómo asegurar que alguien más no lo está viendo, escuchando o leyendo?

Seguridad: ¿cómo protegerse contra virus? ¿cómo prevenirse contra la entrada de virus que se ciclen y consuman tiempo de procesador?.

Aspectos de pago: ¿cómo pagará el usuario por los servicios de medios de comunicación?

Aspectos de rendimiento: ¿cuáles serían los efectos de tener dos o más usuarios conectados al sistema de videoconferencia?

Servicios de interoperabilidad/comunicación: ¿cómo proporcionar servicios de videoconferencia en máquinas locales? ¿cómo ejecutar un sistema de videoconferencia escrito en un lenguaje específico para una plataforma y otro escrito en otra? ¿cómo publicar o suscribirse a servicios, o soportar la transmisión necesaria para algunas otras técnicas de comunicación? ¿cómo permitir la transmisión de voz y video en medios más comunes de comunicación como Internet?, ¿cómo eliminar de una

forma más estable el retraso del audio y video?

Los cuestionamientos planteados en ésta ultima sección, muestran el gran camino que falta por recorrer en el desarrollo de sistemas de videoconferencia. Esta es un área reciente en la ciencia de la computación que permite explorar y seguir una gran variedad de líneas de investigación.

Morales Salcedo, R. 1999. **Aplicaciones de la Videoconferencia en Bibliotecas Digitales**. Tesis Maestría. Ciencias con Especialidad en Ingeniería en Sistemas Computacionales. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Mayo. Derechos Reservados © 1999.