



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

72  
2ED

---

---

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE  
VIDEOCONFERENCIA**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACION**

**PRESENTA:**

**MA. ESTHER NORIEGA RUESGA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**ING. HECTOR RAÚL MEJÍA RAMÍREZ**

**MEXICO D.F.**

**1995**

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

*A mi tío Pillo que en estos momentos siempre quiso acompañarme.*

*Y muy especialmente a Mamá y Papá.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi familia por el cariño que siempre me a brindado.**

**A Fer y Salvador por los gratos momentos que pasamos para llegar al final de éste  
trabajo.**

**A la Facultad de Ingeniería por la formación académica que me dió.**

**Al Ing. Héctor Raúl Mejía R. por su asesoría para ayudarme a concluir mis estudios  
profesionales.**

**mil gracias**

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE  
VIDEOCONFERENCIA.**

## INDICE

	<i>pag</i>
INTRODUCCIÓN .....	5
JUSTIFICACIÓN .....	8
OBJETIVOS .....	11
MARCO GENERAL DE REFERENCIA .....	13
I.1 - Antecedentes e historial del proyecto.....	14
I.2 - Políticas económicas que favorecen la realización del proyecto.....	16
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....	17
CAPITULO I	
CONCEPTOS BÁSICOS .....	18
I.1 - Conceptos de acústica .....	19
I.2 - Conceptos de iluminación .....	28
I.3 - Conceptos de video .....	49
I.4 - Conceptos de acondicionamiento de aire .....	69
I.5 - Conceptos de transmisión .....	75
CAPITULO II	
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE VIDEOCONFERENCIA .....	91
II.1 - Definiciones de videoconferencia .....	92
II.2 - Necesidades principales que generan el uso de la videoconferencia .....	97

*pag***CAPITULO III**

<b>ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS QUE CONFORMAN UNA VIDEOCONFERENCIA .....</b>	<b>101</b>
<b>III.1 - Subsistema de audio .....</b>	<b>105</b>
<b>III.2 - Subsistema de video .....</b>	<b>117</b>
<b>III.3 - Subsistemas de servicios auxiliares .....</b>	<b>124</b>
<b>III.4 - Subsistema de control .....</b>	<b>124</b>
<b>III.5 - Subsistema de comunicación .....</b>	<b>124</b>

**CAPITULO IV****CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS DE VIDEOCONFERENCIA**

<b>IV.1 - Sistema de una sola cámara .....</b>	<b>132</b>
<b>IV.2 - Sistema conmutado por voz .....</b>	<b>133</b>
<b>IV.3 - Sistema de pantalla partida.....</b>	<b>134</b>
<b>IV.4 - Sistema de presencia continua.....</b>	<b>142</b>
<b>IV.5 - Sistema de espacio virtual .....</b>	<b>145</b>

**CAPITULO V****GUÍA PARA EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SALA DE VIDEOCONFERENCIAS .....**

<b>V.1 - Requerimientos de una sala de videoconferencia .....</b>	<b>154</b>
<b>V.2 - Componentes de una sala de videoconferencia .....</b>	<b>163</b>
<b>V.3 - Diseño de la sala .....</b>	<b>174</b>

---

*pag*

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DIAGNÓSTICO DE LA**  
**SITUACIÓN ACTUAL ..... 211**  
    **1.1 - ¿A quién puede interesarle éste producto? .... 213**  
**PROPUESTA ..... 214**  
    **1.1 - Descripción del proyecto ..... 215**  
    **1.2 - Evaluación financiera ..... 217**  
**CONCLUSIONES..... 223**  
**GLOSARIO DE TÉRMINOS..... 226**  
**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## **INTRODUCCIÓN.**

Uno de los más grandes retos del hombre a lo largo de la historia ha sido el comunicarse con otros individuos de manera rápida y sin importar que tan separados geográficamente se encuentren unos de otros; al principio resultaba imposible lograr una comunicación con éstas características, poco a poco como parte del desarrollo de nuevas tecnologías en los sistemas de comunicación se fueron satisfaciendo las necesidades que en éste campo surgían; hoy en día cualquier persona tiene conocimiento de más noticias e información que lo que una persona en el siglo XVIII hubiese podido leer ó escribir en toda su vida.

Nuestra sociedad, más que ninguna otra anterior, está viviendo una etapa en la que la comunicación se ha convertido en algo de vital importancia.

Toda nuestra vida y lo que nos rodea depende, de uno u otro modo, de la información que obtengamos de los enlaces que en materia de comunicación se realicen.

Uno de éstos es la Red Digital Integrada (RDI), que Teléfonos de México ha implementado dando el primer paso en la evolución de su sistema telefónico al proporcionar un elevado nivel de calidad con los sistemas más avanzados de conmutación y transmisión.

La RDI es una red completamente digital capaz de transmitir cualquier tipo de señal e información mediante el uso de las tecnologías más avanzadas a nivel mundial.

Suministra un medio de transporte de señales digitales conmutadas y de punto a punto con todas las modalidades de transmisión de información como voz, datos, textos e imágenes en un solo sistema para construir redes

---

corporativas e institucionales a niveles local y de larga distancia nacional e internacional de la más alta calidad.

Uno de los principales servicios de la RDI y al que se dedica el presente trabajo es el servicio de Videoconferencia.

Hasta ahora son pocas las empresas que en México hacen uso de éste servicio, pero con la apertura del Tratado de Libre Comercio y la entrada de nuevas tecnologías, en un futuro no muy lejano, será mayor la necesidad de usar éstos medios de comunicación. Mi interés en elaborar éste trabajo es dar a conocer las bases para implementar un sistema de videoconferencia, contemplándolo no sólo como una alternativa interna de la empresa para capacitar a su personal , disminuir costos, y eliminar las grandes distancias, sino como un proyecto financiero 100% rentable que permita a cualquier inversionista interesado brindar dentro del mercado de comunicaciones los servicios de videoconferencia.

## **JUSTIFICACIÓN**

---

Cualquier proyecto y proceso de transformación requiere del análisis cuidadoso de todas las variables que pueden intervenir de manera directa e indirecta para el desarrollo del mismo, es aquí donde radica el éxito o fracaso de toda empresa.

Siempre es necesario plantear un objetivo bien definido y partiendo de él desarrollar el plan o guión de trabajo que dará la pauta para poder ejecutar las actividades del proyecto de manera controlada y en los tiempos estimados de realización.

El estudio técnico y de ingeniería siempre permitirán conocer las tecnologías de vanguardia de las que se puede hechar mano, los estándares que se deben seguir para poder tener compatibilidad con cualquier equipo de comunicación y las herramientas necesarias que se deben de emplear para poder realizar un proyecto con la mas alta calidad; es decir; la calidad elevada a la excelencia.

De la misma forma se debe de considerar la realización de estudios de amenazas, fortalezas y debilidades de todo tipo con las que cuente la organización y que de alguna forma influirían en el desarrollo del proyecto.

El estudio de mercado y el respaldo de un buen análisis financiero puede darnos a conocer cual será la inversión total que requiere el proyecto, cuales serán los gastos inmediatos y futuros que se deberán contemplar para poder visualizar el contexto económico de la organización, además de dar a conocer a partir de que tiempo aproximadamente se podrá disponer de las ganancias que el proyecto origine, pero de ninguna manera será el plan mágico del desarrollo.

---

Los proyectos como el elaborado en éste trabajo, permitirán de alguna forma incrementar el apoyo que debe existir entre dos de los motores principales en el desarrollo de cualquier país que aspire a considerarse de primer mundo: Escuela-Industria, al proporcionar información sobre un proyecto que de alguna forma permita el beneficio mutuo y a su vez el crecimiento técnico, económico, y cultural de toda la nación que es a fin de cuentas el camino hacia el desarrollo equilibrado de nuestro país.

## **OBJETIVOS**

- Establecer los requerimientos técnicos mínimos y necesarios para implementar una sala de videoconferencias, contemplando las características, la estructura de los sistemas que lo conforman, sus principales configuraciones y una guía para el diseño y construcción de la misma.
- Proporcionar una comparación entre los ahorros obtenidos al implementar salas de videoconferencia y las reuniones normales.
- A través de todo el trabajo dar a conocer una de las tecnologías que en materia de comunicaciones, se encuentra a la vanguardia a nivel mundial.

## **MARCO GENERAL DE REFERENCIA**

---

## I.1 ANTECEDENTES E HISTORIAL DEL PROYECTO.

La idea original para comenzar con éste proyecto, surgió al participar en una demostración de videoconferencia realizada por Teléfonos de México en sus oficinas de Parque Vía, posteriormente surgió la inquietud de proponer a la Universidad Nacional Autónoma de México una sala de videoconferencia que le permitiera comercializar el uso de la misma y brindar capacitación a su planta académica, estudiantil y de empleados; colocándola a la vanguardia de las telecomunicaciones y al nivel de otras universidades que ya cuentan con un servicio como éste.

Por otra parte, el servicio de videoconferencia es un proyecto que surge de la observación sobre el escaso, diferente e irregular nivel de capacitación que hay en muchas empresas de nuestro país. Muchos empresarios entienden que el proceso de capacitación es un factor esencial para el crecimiento de su organización, y está empezando a olvidarse el mito de que una vez que los trabajadores se han superado por medio de cursos, tarde ó temprano terminan por irse a otra empresa, sin embargo se ha comprobado que las personas se sienten más inclinadas a permanecer en la organización porque tienen confianza en las posibilidades personales de hacer carrera y sienten que sus deseos y aspiraciones para el futuro son consideradas en el marco de las necesidades de la misma,

La capacitación en la empresa siempre traerá beneficios, los procesos de modernización económica, social y política en los que nuestro país se encuentra inmerso, implican la actualización de la estructura productiva, adaptándolo a los

---

profundos e irreversibles cambios que en las últimas décadas han experimentado la economía y política mundiales. La capacitación de la fuerza de trabajo desempeña entonces un papel decisivo en el proceso de modernización y de cambio estructural que se desarrolla en México.

Por otra parte existen empresas que tienen representaciones y sucursales en diferentes lugares del país y que por las distancias no les es posible capacitar a todo su personal, ya que los costos para realizarlo son muy elevados.

El hecho de trasladar a una persona para capacitarse de un lugar a otro implica gastos y un tiempo de inproductividad del empleado para la empresa.

Los empresarios al verse obligados a realizar éstos consumos someten a la empresa a una escasez en materia de capacitación que les impide acceder al bienestar total de la empresa.

Y no sólo a nivel de capacitación sino como un medio de comunicación, a las grandes empresas les es indispensable cada día mejorar sus sistemas y lograr la automatización de sus corporativos, disminuir las grandes distancias y agilizar cualquier actividad que pudiera detener el desarrollo de la misma.

I.2 Políticas económicas que favorecen la realización del proyecto.

Sabemos que con la apertura comercial a través del TLC las políticas en materia de telecomunicaciones reglamentan el uso de redes de comunicación y servicios sobre las mismas, especificando el ámbito de aplicación sin tratar de restringir el servicio y evitando que se presenten barreras al comercio. Cabe mencionar que se permitirá la existencia de un monopolio en el renglón de telecomunicaciones esperando que ésta posición no tenga efecto en los precios, algo similar a lo que dice La Ley Federal de Competencia Económica: Ser monopolio no es delito cobrar como monopolio si.

( Los artículos involucrados en este punto son:1301 al 1310)

De alguna forma ello representa una ventaja ya que se conseguirá equipo con las características de calidad requeridas y al precio de competidores extranjeros. Actualmente no sabemos que novedades tecnológicas lleguen al país pero es el riesgo que siempre se debe afrontar ante grandes competidores.

Es pertinente mencionar que para poder comercializar un servicio de comunicación y en el caso de establecer una sala de videoconferencia pública de Acuerdo con la Ley Federal de Comunicaciones y Transportes se debe solicitar el permiso respectivo ante la Secretaría de comunicaciones y transportes, pagando los derechos correspondientes para el otorgamiento de la licencia respectiva.

**MARCO TEÓRICO  
Y CONCEPTUAL**

**CAPITULO I**  
**CONCEPTOS BÁSICOS.**

---

Las exposiciones siguientes referentes a los temas de acústica, iluminación, video, aire acondicionado y principios de transmisión, serán presentadas tan sólo para explicar someramente algunos conceptos relacionados con la tesis, ya que independientemente cada uno de ellos puede ser motivo de un trabajo profesional.

Existe una vasta bibliografía sobre los siguientes temas para el lector que desee mayor información, la cual puede ser consultada al final del presente trabajo.

### I.1 Conceptos de acústica.

#### EL SONIDO.

Las perturbaciones que producen sonido son aquellas que provocan la vibración de las partículas que conforman la sustancia ó medio.

Cuando ésta vibración se da en flúidos poco viscosos como aire ó agua es más adecuado hablar de cambios de presión en el medio. En forma concisa, se puede decir que el cambio de presión en medios compresibles debido al paso de ondas sonoras se produce por el movimiento oscilatorio de las partículas en la dirección de propagación.

Otra característica importante, que se desprende de las ya mencionadas, es que no existe sonido en el vacío, pues las ondas sonoras son de tipo mecánico.

La fuerza que tiende a restaurar el estado inicial del medio es capaz de propagar la onda.

Con las afirmaciones del párrafo anterior es posible hacer una definición de lo que es el sonido.

*El sonido, "es una perturbación mecánica que se propaga en un medio elástico produciendo la vibración de las partículas que encuentra a su paso".*  
(1)

Muchos autores hacen énfasis en llamar sonido a las vibraciones del tipo ya mencionado si se dan en el rango de frecuencias audibles para el ser humano sano, dada la vasta información en cuanto a estudios de audiometría que se han realizado, se considera un rango de 20 [Hz] hasta 20 [KHz].

Por arriba de éste rango se le conoce como ultrasonido, y hacia abajo se estudia como infrasonido.

De hecho ésta consideración es la más generalizada en la mayoría de las definiciones.

Al sonido, a veces, se le denomina ruido. El ruido no es más que sonido indeseado. Desde el punto de vista psicoacústico, el ruido es una señal sonora que provoca malestar ó incluso dolor en el escucha. Otra consideración menos subjetiva es que en el espectro de una señal de ruido no se pueden reconocer componentes armónicas.

En los análisis de las señales acústicas es importante conocer el nivel de ruido global de una fuente sonora y la distribución de energía sonora en el espectro de frecuencias que la componen.

Las ondas sonoras en un fluido compresible se propagan longitudinalmente, es decir, la propagación de la onda y el desplazamiento de la partícula, tienen la misma dirección, ó dicho de otro modo, el desplazamiento de cada partícula del medio es normal al frente de onda.

(1) Kinsler L. E., Fundamentos de Acústica

Entiéndase por partícula a un volumen de moléculas de la misma naturaleza, lo suficientemente grande como para ser considerado un medio continuo u homogéneo y a la vez, tan pequeño que todas las variables acústicas puedan mantenerse con variaciones insignificantes dentro del volumen.

El sonido, como todos los fenómenos ondulatorios, tienen características mensurables y varias propiedades asociadas a éstas.

El sonido, entonces, tiene amplitud, longitud de onda, frecuencia, período y velocidad de propagación. (1)

Los movimientos ondulatorios pueden ser *progresivos* ó *estacionarios*.

- Una onda progresiva es la que transfiere energía en la misma dirección en la que viaja.
- Una onda estacionaria es una onda que se forma debido a la interferencia de dos ó mas ondas progresivas produciéndose formas de onda que, en apariencia, no se desplazan (no viajan).

Existen diversas maneras de representar gráficamente el espectro de un sonido. Sin embargo, una de las herramientas analíticas más utilizadas para determinar el espectro de una señal es la "Transformada Rápida de Fourier" (FFT) ver figura I.1.1.

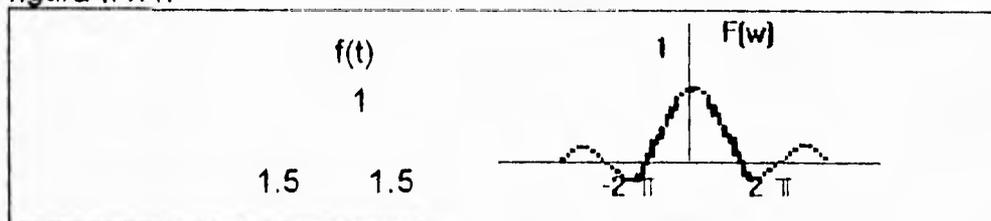


Figura I.1.1 Un pulso cuadrado y su transformada de Fourier

(1) Ver glosario de términos

Cualquier señal continua en el tiempo con un espectro de frecuencia de un ancho de banda determinado, puede representarse como una serie de muestras de la señal original ó como una señal discreta en el tiempo. Ello permite representar una señal acústica en forma digital.

#### INTENSIDAD Y POTENCIA.

Los fenómenos que se propagan ondularmente no acarrear materia, solamente energizan el medio en que se propagan, ya sea realizando trabajo sobre las partículas en una pequeña región del medio ó radiando energía térmica indicadora de que el medio disipa energía. La energía sonora, entonces, viaja con la onda sonora ó rayo sonoro a la velocidad del sonido.

*La intensidad acústica "es la rapidez con que la energía cruza un área de un metro cuadrado, normal a la dirección de propagación". (1)*

Sus unidades en el Sistema Internacional son  $[Wb/m^2]$ . Al desglosar las unidades de intensidad puede llegarse a lo siguiente:  $[N \cdot m/s \cdot m^2]$ , (2) para decir también que la intensidad es la rapidez con la que un elemento de fluido hace trabajo por unidad de área sobre otro elemento adyacente.

Otro concepto importante es el de potencia sonora.

La potencia sonora no es más que la cantidad de energía radiada por una fuente, por unidad de tiempo. Se expresa generalmente en watts.

La presión sonora es un indicador virtual de la magnitud del ruido que produce la fuente, y dependerá de la distancia entre el observador y la fuente, del ambiente acústico y de la posición de los transductores al momento de hacer las mediciones.

(1) Kinsler L.E., Fundamentos de Acústica

(2) Ver glosario de términos

Por el contrario, la potencia sonora es una cantidad intrínseca de la fuente. La fuente transmitirá siempre con la misma potencia en cualquier ambiente en el que se encuentre, lo que cambiará de un ambiente a otro será la presión sonora pues el ambiente representa una impedancia de carga al radiador.

Se puede afirmar que la potencia es causa y la presión es efecto.

Campos sonoros.

Un campo sonoro es definido como una perturbación de las cantidades acústicas que describen un medio a través del cual un sonido es transmitido. Se clasifican según el ambiente en el que se reconocen perturbaciones acústicas o a la distancia a la que se encuentra una onda sonora de la fuente que la produjo.

Campo sonoro directo.

Éste campo y el siguiente, tienen en común que se producen dentro de recintos cuyas superficies son muy reflejantes.

Es el que media entre la fuente y el receptor. Cuando en el receptor es mayor la influencia del sonido que procede directamente del radiador que la del sonido reflejado por alguna frontera se dice que el campo sonoro es directo. También se le conoce como campo de arribo directo de la fuente.

Campo reverberante.

Cuando, en el receptor, el sonido reflejado es más intenso que el sonido que llega directamente de transmisor a receptor, entonces predomina un campo reverberante.

Si una fuente emite sonido continuamente dentro de un recinto, se forman, dentro de él patrones de onda estacionarios, lo cual explica que en un campo

reverberante se encuentren fluctuaciones de presión sonora respecto a la posición del receptor dentro del campo.

Se considera que el campo reverberante y el campo directo son de suma importancia en el diseño de acústica arquitectónica.

#### ALGUNOS FENOMENOS DE TRANSMISIÓN.

Cuando ocurren interacciones entre una onda sonora y alguna frontera u obstáculo en el medio la onda sufre cambios ya sea desviándose, dispersándose, distorsionándose, etc.

#### Absorción.

Es la disipación parcial de energía sonora cuando ha incidido en un material. Las pérdidas se presentan en el medio mismo y en las fronteras.

Un parámetro que indica la proporción de la energía que es absorbida por el material, es el coeficiente de absorción (alfa), que tiene valores entre 0 y 1. CERO para reflectores acústicos perfectos; UNO, para absorbentes de sonido perfectos. (v.gr., se considera que una ventana abierta en un recinto es un absorbente perfecto, si las dimensiones de la ventana son mayores a la longitud de onda).

Existen tablas con valores de alfa para distintos materiales en cierto rango de frecuencias <sup>(1)</sup>.

La absorción sonora de un material, se expresa como el producto de su coeficiente de absorción alfa y su superficie absorbente S.

#### Transmisión.

(1) Ver tablas en Moreno J.N.R.

Es la transferencia de energía sonora de un medio a otro.

### ***Reflexión.***

Es el rechazo de energía en la frontera entre dos medios de propagación distintos; la energía rechazada vuelve al medio de donde procede.

En suma, cuando una onda pasa de una sustancia a otra más densa, parte de su energía es absorbida, otra parte es transmitida y el resto es reflejada.

La figura 1.1.2 muestra lo anterior:

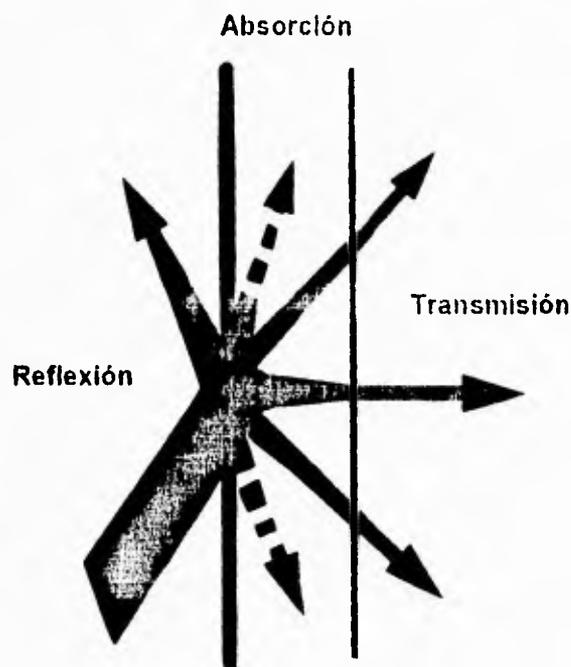


Figura 1.1.2 Ilustración de los fenómenos de reflexión, absorción y transmisión. Por ejemplo la paredes duras presentan un mayo reflejo del sonido el hule espuma lo absorbe. y las paredes huecas permiten una mayor transmisión

### ***Reflejos.***

El efecto que las ondas reflejadas producen en el recinto depende de la cantidad de fronteras que tenga, el material de las mismas y la distancia de ellas a la fuente y al receptor. Los reflejos pueden ser ecos, aleteos ó reverberaciones.

A continuación se hablará sobre éstos últimos.

### ***Reverberación.***

La reverberación se define como una multiplicidad de ecos decrecientes en intensidad y muy seguidos uno de otro. Cuando un emisor de sonido es desactivado dentro de una cámara reverberante el sonido persiste, decreciendo su intensidad, hasta perder toda su energía debido a absorciones.

La reverberación se presenta en recintos cerrados. La persistencia se explica por la gran cantidad de reflexiones y por la excitación de los modos normales de vibración del recinto.

Se entiende que cuanto más rígidas sean las paredes del recinto, mayor será la cantidad de reflexiones y más tardará la onda en disiparse.

### ***Tiempo de reverberación.***

Es el tiempo en el que el nivel de presión sonora dentro de un recinto cae 60 db una vez que el emisor ha sido desactivado.

En la figura I.1.3 se muestra un oscilograma de un sonido reverberante.

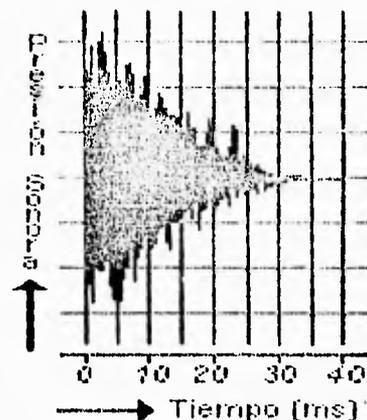


Figura 1.1.3 Una serie de reflexiones en una cámara reverberante.

Para conocer las propiedades acústicas de un recinto, se han investigado las relaciones existentes entre un campo sonoro y las características del recinto como son: material de construcción, dimensiones, muebles, dimensiones de la fuente sonora, etc.

La primera relación conocida fué deducida empíricamente por Sabine.

$$T \propto V/A$$

Ésta relación involucra tiempo de reverberación (T), volumen del cuarto (V), absorción sonora total (A). Desde entonces, éste modelo ha sido modificado, sin perder su esencia, tomando en cuenta otras variables acústicas.

## **I.2 Conceptos de iluminación.**

### ***FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VISIÓN.***

Sin luz no hay visión, pues el ojo no puede transmitir en nuestro cerebro ninguna información de cuanto nos rodea.

En la percepción visual de los objetos influyen los siguientes factores:

- Iluminación.
- Contraste.
- Sombras.
- Deslumbramiento.
- Ambiente cromático.

### ***Iluminación.***

Se ha podido comprobar que la capacidad visual depende de la iluminación y que ésta afecta el estado de ánimo de las personas, su aptitud para desarrollar un trabajo, su poder de relajación, etc.

Frecuentemente el concepto de iluminación se confunde con el de luz. La luz puede definirse como la causa y la iluminación como el efecto de la luz en las superficies sobre las cuales incide.

La luz es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas capaz de afectar ó estimular la visión propagándose en el espacio a una velocidad de 300,000 Km/seg.

La relación visible está comprendida entre las longitudes de onda de 3800 a 7800 Angstroms. (1 metro =  $10^{10}$  Angstroms). Ver figura I.2.1

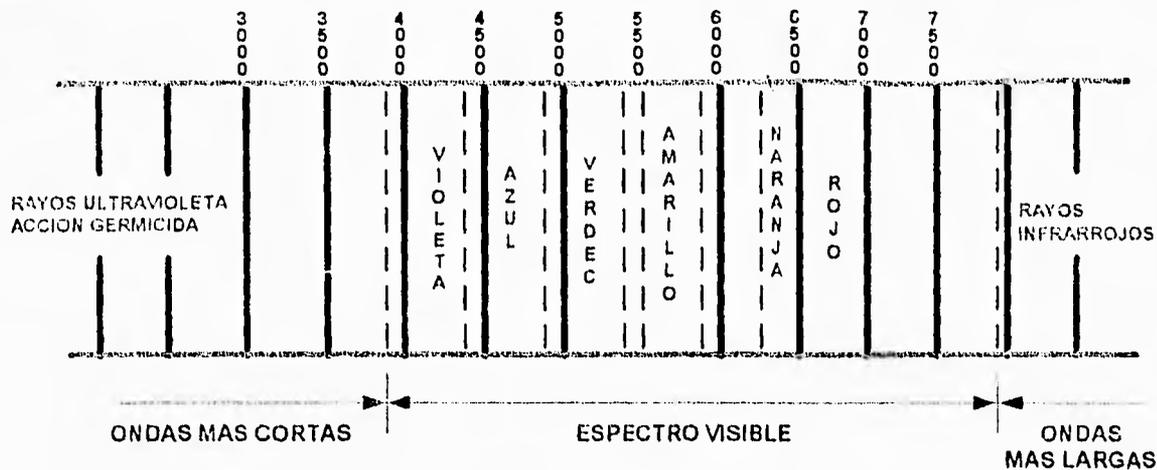


Figura 1.2.1 Longitud de Ondas en Angstroms.

Cada actividad requiere una determinada iluminación que debe existir como valor medio en la zona en la que se desarrolla la misma. Éste valor está en función de una serie de factores entre los que se puede citar:

- El tamaño de los detalles a captar.
- La distancia entre el ojo y el objeto observado.
- El factor de reflexión del objeto observado.
- El contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca.
- El tiempo empleado en la observación.
- La rapidez del movimiento del objeto.

Considerando éstos factores se han fijado algunos valores mínimos de iluminación para cada cometido visual que se pueden consultar en las normas correspondientes.

### **Contraste.**

El ojo solo aprecia diferencias de luminancia. La diferencia de luminancia entre el objeto que se observa y su espacio inmediato, es lo que se conoce por **contraste**.

Los trabajos que requieren mayor agudeza visual precisan de un mayor contraste, un ejemplo de ello es la fig. 1.2.2 (a), que presenta un contraste fácil de distinguir mientras que la fig.(b) y (c) ofrecen mayor dificultad.

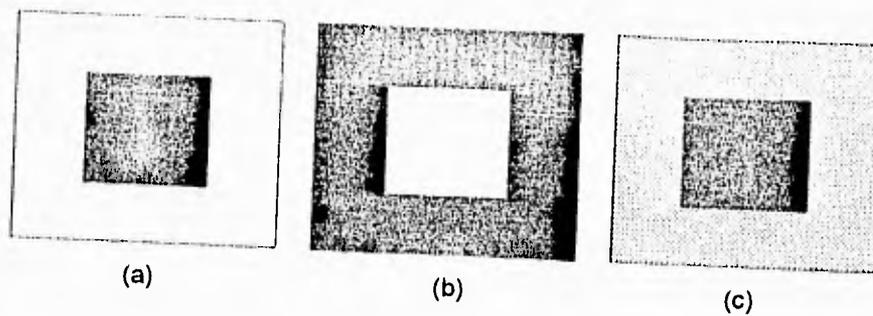


Figura 1.2.2 Tipos de contraste.

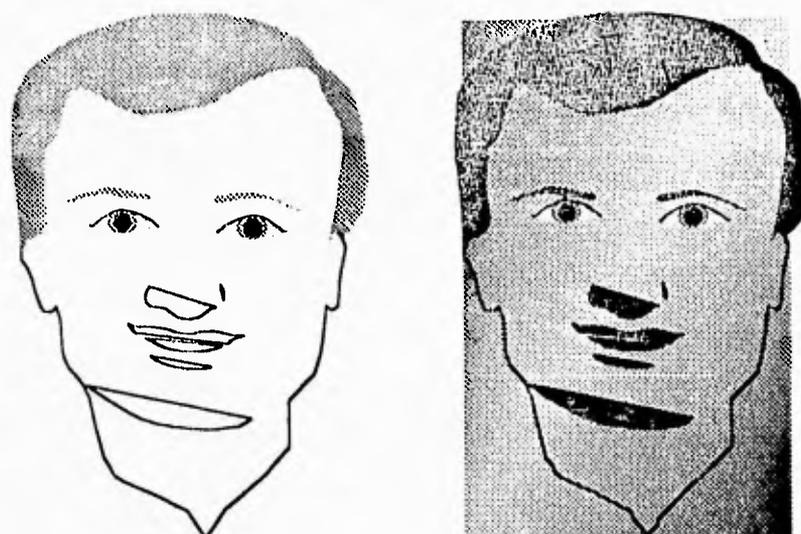
### **Sombras.**

Si no tuviéramos dos ojos, no veríamos los objetos en relieve, es decir, unos más cerca que otros. Ello se debe a que en cada ojo se forma una imagen ligeramente distinta y al ajustarse las dos en el cerebro dan la sensación de relieve.

Pero además para poder captar el relieve (fig 1.2.3.) de los objetos es preciso que éstos presenten una zonas menos iluminadas que otras.

Éstas zonas menos iluminadas son sombras, las cuales destacan las formas plásticas de los objetos.

Las sombras en si son el resultado de una diferencia de luminancia respecto a zonas más iluminadas.



(a) Sombras suaves  
con luz difusa.  
Bajo efecto de relieve.

(b) Sombras fuertes  
con luz dirigida.  
Alto efecto de relieve.

Figura I.2.3 Sensación de relieves.

### **Deslumbramiento.**

El deslumbramiento es un fenómeno de la visión que produce molestia ó disminución en la capacidad para distinguir objetos ó ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución ó escalonamiento de luminancias, ó como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio ó en el tiempo.

Éste fenómeno actúa sobre la retina del ojo en la cual produce una enérgica reacción fotoquímica, insensibilidad durante un cierto tiempo transcurrido, en el cual vuelve a recuperarse.

El deslumbramiento se produce en los siguientes casos, que habrá de evitarse cuando se proyecte una instalación de alumbrado:

1) Brillo excesivo de un manantial luminoso. Por ejemplo, la visión directa de una lámpara de incandescencia. El límite tolerable de brillo, para su visión directa, es el producido por una luminancia de 7500 nits. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> 1 nit= cd/m<sup>2</sup>

2) Colocación inadecuada de manantiales luminosos de brillo intenso, es decir, próximas al órgano visual del observador ó en el centro de su campo visual. Véase la figura I.2.4 donde se tiene un aparato de alumbrado que produce deslumbramiento y otro que no lo produce.

3) Contrastes excesivos de luz y sombras en el campo visual.

4) Brillo reflejado por superficies metálicas ó muy pulimentadas.

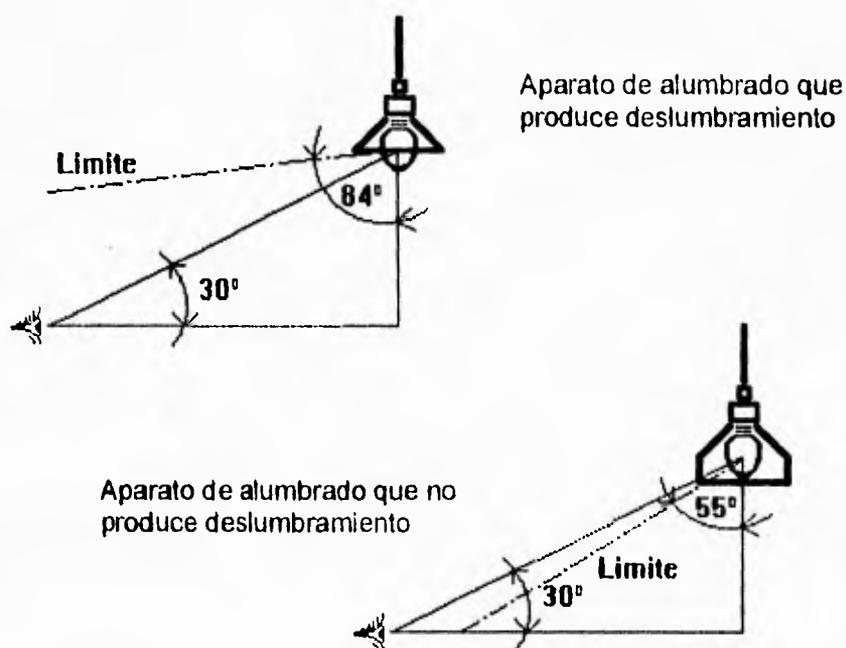


Figura I.2.4 Manantiales luminosos próximos al campo visual.

Los efectos que produce el deslumbramiento son:

- 1) Disminución de la percepción visual. El observador concentra involuntariamente su atención hacia el objeto más brillante y disminuye, por tanto, la percepción en el resto del campo visual.
- 2) Efectos desagradables a la vista.

- 3) Fatiga visual, y por lo tanto, menor rendimiento en el trabajo ó tarea encomendada.
- 4) Dar un aspecto falso y perjudicial a los objetos excesivamente iluminados.

### ***Elementos prácticos para evitar el deslumbramiento.***

De ser posible, no deben entrar objetos brillantes en el campo visual del observador, es decir, que las lámparas y demás objetos luminosos deben quedar ocultos a los ojos del observador. Si esto no es posible, por lo menos debe conseguirse que los manantiales luminosos presentes en el campo visual, queden por encima del ángulo límite ( es decir, que los manantiales luminosos deben quedar por encima de los  $30^\circ$  respecto a la línea horizontal de la visión).

Además de suprimir ó disminuir el deslumbramiento directo, debe evitarse también, en lo posible, el deslumbramiento reflejado o sea el producido sobre superficies reflectoras (espejos, cristales, superficies metálicas, etc.). Para ello se situarán los manantiales luminosos de tal manera que los rayos límites reflejados no lleguen a los ojos del observador con objeto de que la imagen reflejada quede fuera de su campo visual.

En el siguiente ejemplo se trata de iluminar el objeto H, que puede ser un espejo, cuadro, etc. y se supone que la línea visual es A-A', estando situado el observador en Z.

La figura 1.2.5 es la más imperfecta, en lo que se refiere a la buena iluminación del objeto H; no se ha podido suprimir el deslumbramiento directo ni

el reflejado; como consecuencia inmediata, el observador sentirá molestias, se fatigará visualmente y no percibirá con claridad el objeto iluminado.

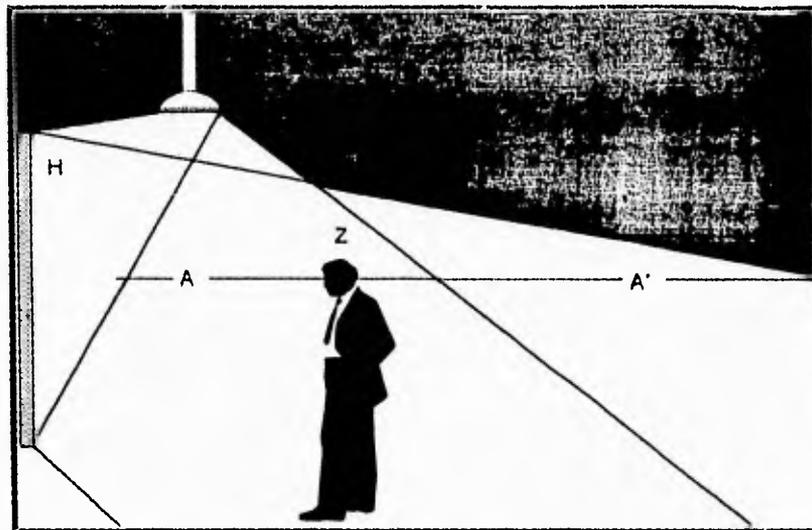


Figura I.2.5 Iluminación de un cuarto, en el que no se ha evitado el deslumbramiento directo ni el reflejado.

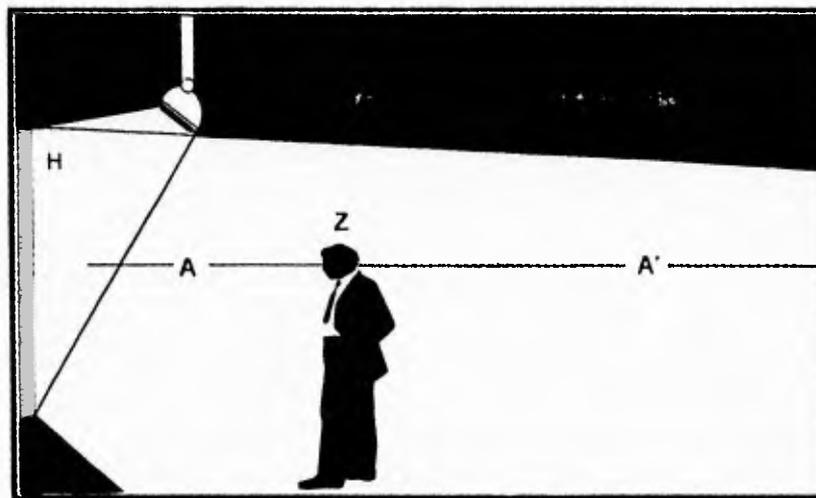


Figura I.2.6 Iluminación de un cuarto en el que se ha evitado el deslumbramiento directo pero no el reflejado.

En la figura I.2.6, se ha solucionado el problema del deslumbramiento directo, ocultando el manantial luminoso a los ojos del observador por medio de un aparato de iluminación adecuado. Pero no se ha podido evitar el

deslumbramiento reflejado, ya que el órgano visual del observador queda en el interior del cono de luz reflejado por el objeto que se ha de iluminar.

Situando debidamente el foco luminoso (más alto y con mayor inclinación), el resultado sería el de la figura 1.2.7 donde se ha solucionado perfectamente el problema ya que no existe deslumbramiento directo ni reflejado.

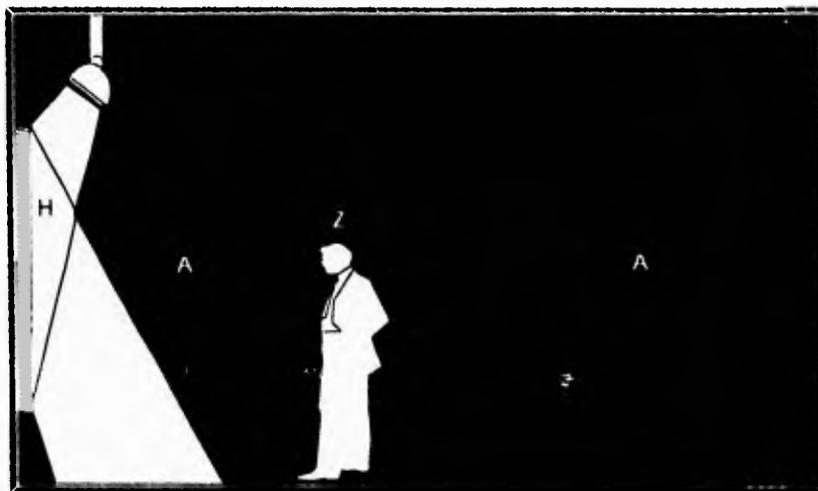


Figura 1.2.7 Iluminación de un cuarto en el que se ha evitado el deslumbramiento directo y el reflejado.

Las máximas relaciones admisibles en el campo visual del observador al objeto para evitar el deslumbramiento se dan en la sig. tabla:

Entre la tarea visual y la superficie de trabajo	03:1
Entre la tarea visual y el espacio circundante	10:1
Entre la fuente de luz y el fondo	20:1
Máxima relación de luminancia en el campo visual	40:1

Estos valores expresan que la luz por ejemplo que existe entre el lugar que yo observo y el espacio que me rodea máximo debe ser 10 veces más intenso.

En la siguiente figura se ha representado un caso de relación de luminancia muy favorable: 6:3:1

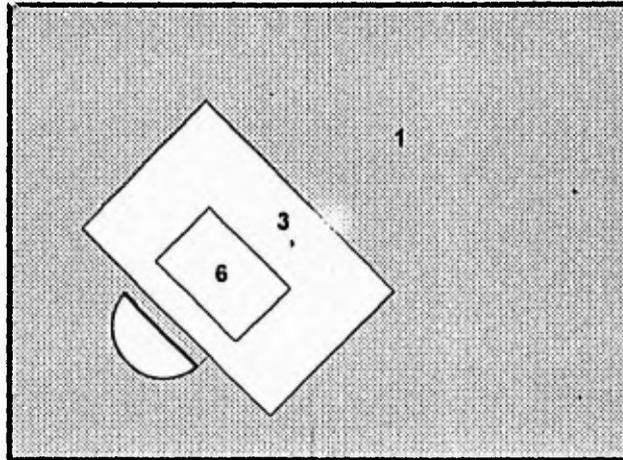


Figura 1.2.8 Iluminación de una habitación con relación de luminancias muy favorables.

### ***Ambiente Cromático.***

El color de la luz y los colores sólidos existentes en el espacio facilitan el reconocimiento de todo cuanto nos rodea.

Los efectos psicofísicos que producen se definen como ambiente cromático.

El ambiente cromático tiene gran influencia en el estado de ánimo de las personas, por lo que, en la iluminación de un recinto, local ó habitación, las intensidades de iluminación, el color de la luz, su producción cromática y los colores de las superficies interiores, deben estar completamente armonizados y adaptados a la función visual ó trabajo a desarrollar.

Como indicación general, si las intensidades de iluminación son bajas los colores apropiados deben ser cálidos, y si son mayores, blancos ó luz día.

En general, podemos decir, que la distribución de la brillantez en el medio ambiente visual, el color de la luz, la difusión, el grado de deslumbramiento, los

---

acabados interiores del local, muebles, maquinarias, etc., contribuyen en conjunto al diseño de un buen sistema de iluminación, ya que en ocasiones éste puede tener cantidad de luz pero carecer de calidad de iluminación ó viceversa.

Para llevar a cabo lo anterior en forma eficiente y económica, es necesario controlar los rayos luminosos de las lámparas en forma adecuada, el control de los rayos luminosos tiene dos objetivos:

1) Dirigir los rayos luminosos a donde sea necesario.

2) Evitar que los rayos luminosos incidan directamente sobre los ojos de la personas, con el objeto de no causar deslumbramientos (se entiende por control de rayos luminosos a la acción de cambiar la dirección de los mismos).

Los medios más empleados en iluminación para control de la luz son *reflexión y refracción*.

El control por medio de reflexión, aprovecha la propiedad de algunos materiales para reflejar los rayos de luz que inciden sobre ellos, por ejemplo: aluminio, lámina de acero cromada ó niquelada.

La dirección de los rayos luminosos reflejados depende de la forma que tenga la superficie reflectora y de la colocación de la fuente luminosa.

La refracción de la luz se hace exclusivamente por medio de prismas de plástico ó vidrio transparente, que de acuerdo a su ángulo y disposición a la fuente luminosa desvían ó redirigen los rayos luminosos en diversas direcciones. A la combinación de éstas dos se le considera la forma más eficiente de control de luz ya que puede dirigir los rayos hacia el lugar preciso, considerando que se usan prismas cristalinos.

---

## **FUENTES LUMINOSAS.**

Las fuentes luminosas son toda materia ó dispositivo en que parte de la energía radiante que produce, cae dentro de los límites visibles del espectro electromagnético (3800 a 7600 Angstroms<sup>(1)</sup> ).

Las fuentes luminosas pueden ser de origen natural ó artificial, nuestro objetivo es mencionar las fuentes artificiales.

Actualmente disponemos de muchos tipos de lámparas para la producción de iluminación artificial; pero todos estos tipos están basados solamente en dos fenómenos físicos importantísimos, que son: *calor y luminiscencia*.

### ***Lámparas que emiten radiaciones caloríficas.***

Estas lámparas están basadas en las radiaciones luminosas que se producen cuando se eleva la temperatura de ciertos cuerpos hasta un grado conveniente. Utilizando los efectos térmicos de la electricidad podemos dividirla en *lámparas de arco y lámparas de incandescencia*.

### ***Lámparas que emiten radiaciones luminiscentes.***

Las radiaciones luminiscentes no dependen esencialmente de la temperatura, por el contrario dependen estrictamente de la naturaleza atómica del cuerpo luminiscente, es decir, no pueden expresarse en función de la temperatura sino en función de los cambios de energía en los átomos de los cuerpos.

La luminiscencia se define como la radiación luminosa emitida por un cuerpo por efecto de un agente exterior que excita los átomos de dicho cuerpo.

Según el agente excitador ó estímulo, la luminiscencia puede ser:

---

(1) Ver glosario de términos

*Radioluminiscencia*, si se produce por las radiaciones emitidas por los cuerpos radiactivos.

*Bioluminiscencia*, si es provocada por fenómenos bioquímicos.

*Quimioluminiscencia*, si la causa son los fenómenos químicos.

*Triboluminiscencia*, si es provocada por agentes mecánicos, tales como frotamiento, pulverización, etc., del cuerpo luminiscente.

*Electroluminiscencia*, si se produce por el paso de la descarga eléctrica a través de los gases luminiscentes.

*Fotoluminiscencia*, si está producida por la acción de otras radiaciones luminosas, de distinta longitud de onda.

Las aplicaciones prácticas a las lámparas fluorescentes quedan reducidas a los dos últimos tipos de luminiscencia.

En ésta época se ha logrado la aceptación de diferentes tipos de alumbrado, los más usuales son:

- lámparas incandescentes;
- lámparas fluorescentes;
- lámparas de vapor de mercurio;
- lámparas de vapor de sodio;
- lámparas de aditivos mecánicos.

### ***Lámparas Incandescentes.***

Las lámparas incandescentes son un dispositivo que transforma energía eléctrica en energía luminosa.

Tienen encendido instantáneo son de muy fácil reemplazo, adaptable a cualquier necesidad gracias a su gran variedad de modelos, no requiere equipo extraordinario para su instalación, son de bajo costo.

**Lámparas Fluorescentes.**

Éste tipo de alumbrado no produce luz desde un solo centro ó núcleo luminoso, sino que radia suave y difusamente por toda la extensión de sus tubos sin producir resplandores ni sombras acentuadas.

Ésta luz más fresca y más eficiente reduce el esfuerzo visual y facilita el ver y trabajar más que cualquier otra antes disponible.

En general, éste tipo de lámparas duran más de siete veces que una lámpara incandescente de igual potencia, da mayor cantidad de luz visible y menor calor radiante que la lámpara incandescente, luz cómoda y fresca, menos resplandor y sombras más suaves, no necesita pantalla, mayor rendimiento, gran duración (de 7,500 a 12,000 Hrs.) y perdurable potencia lumínica comparada con una lámpara incandescente.

**Lámparas de Vapor de Mercurio, de Vapor de Sodio y de Aditivos Metálicos.**

Éstas lámparas pertenecen a la clasificación conocida con el nombre de descarga de alta intensidad.

En general éstas lámparas deben usarse en luminarios con circuitos equipados apropiadamente, la operación con equipo incompatible puede causar la destrucción de la lámpara produciendo daños físicos a personas ó al equipo.

Éstos tres tipos de lámparas se diferencian principalmente por los gases internos que contienen y las partes básicas que las constituyen.

Puede decirse que requieren de un cuidado delicado ya que en especial las lámparas de vapor de sodio y de aditivos metálicos pueden emitir energía ultravioleta dañinos a los ojos y la piel. Se considera que tienen una vida aproximada de 24,000 Hrs.

## SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

Los sistemas de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso, por encima o por debajo de la horizontal. Si la mayor parte del flujo luminoso se envía hacia abajo, se produce una *iluminación directa*; si por el contrario, la mayor parte del flujo luminoso se envía hacia el techo para que llegue a la superficie iluminada después de proyectarse en él mismo entonces, la *iluminación es indirecta*. Los demás sistemas de iluminación pueden considerarse como formas intermedias en las cuales, la luz emitida se radia tanto hacia arriba como hacia abajo. La figura 1.2.9 (a y b) muestra la distribución del flujo para diferentes sistemas de iluminación.

Para conseguir que parte del flujo no se dirija directamente hacia el suelo, obteniéndose así el sistema de iluminación deseado, se utilizan dispositivos denominados *luminarios*, que son aparatos de alumbrado basados en las propiedades de reflexión, refracción y difusión de la luz.

Sistema de iluminación.	Distribución del flujo luminoso en porcentajes.	
	▲ Hacia arriba	▼ Hacia abajo
Iluminación directa	0 a 10	100 a 90
Iluminación semidirecta	10 a 40	90 a 60
Iluminación difusa	40 a 60	60 a 40
Iluminación semiindirecta	60 a 90	40 a 10
Iluminación indirecta	90 a 100	10 a 0

Figura 1.2.9 (a) Sistemas de Iluminación.

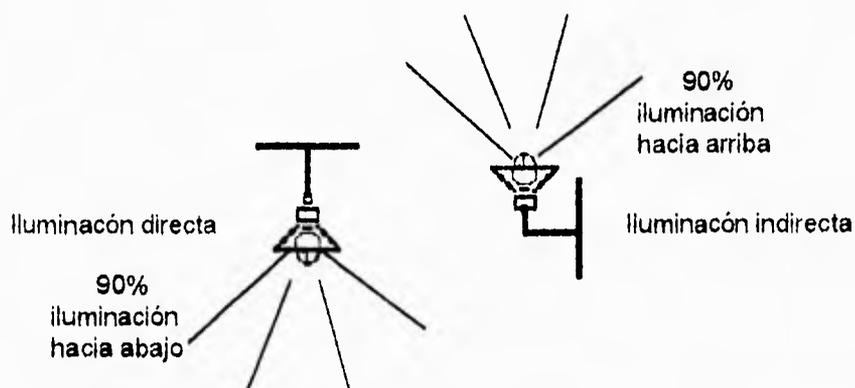


Figura I.2.9 (b) Sistemas de iluminación.

Un luminario como éstos proporcionaría luz difusa en un 40% si el foco fuera cubierto con un luminario que disminuyera el flujo luminoso en esa proporción y al medir con un fotosensor la intensidad ésta se atenuara en un 40% de su valor original.

Por lo tanto un luminario, es un aparato de iluminación que está constituido para que en su interior, aloje un reflector y accesorios necesarios para fijar, proteger y conectar la(s) lámpara(s) al circuito de alimentación, así como un refractor para que éste conjunto pueda proporcionar la mejor distribución de una fuente de luz artificial.

Los luminarios deben tener una serie de cualidades que los hagan idóneos para la misión que tienen que cumplir, estas cualidades quedan bien definidas en los tres tipos de propiedades siguientes:

#### 1. *Propiedades Ópticas.*

- Distribución luminosa adaptada a la función.
- Buen rendimiento luminoso.
- Luminancia de un valor dado en ciertas direcciones de observación.

## 2. *Propiedades Mecánicas y Eléctricas.*

- Ejecución robusta.
- Construidos de un material adaptado a su función (por ejemplo, se han de rechazar los metales en el caso de atmósfera corrosiva).
- Equipo eléctrico perfecto, con facilidades para el montaje y la inspección periódica del mismo.
- Fáciles de limpiar.
- Calentamiento permisible con su construcción y con su empleo.

## 3. *Propiedades Estéticas.*

- Los aparatos de alumbrado pueden estar encendidos o apagados; bajo ambas apariencias, deben ayudar a crear el ambiente y a integrarse en el conjunto arquitectónico y decorativo del interior a iluminar.

Para lograr estas cualidades es necesario contar con diversos elementos, como son: *Difusores*, *Reflectores* y *Refractores*, que a continuación se hace mención brevemente.

### ***Difusores.***

Un difusor es un material traslúcido que se utiliza para ocultar una lámpara. Los difusores están hechos de cristal, plástico ó policarbonato. La adición de pigmentos a un refractor puede incrementar sus cualidades difusoras.

Los difusores pueden tener casi cualquier forma. Su propósito es esparcir la brillantez de una fuente de luz sobre un área más grande, de manera que se

reduzca al mínimo la brillantez pico. Se pueden utilizar difusores en donde se desea controlar la brillantez, siempre y cuando no haya necesidad de un control fotométrico preciso.

### ***Reflectores.***

El efecto del reflector es desplazar la curva de distribución luminosa hacia abajo, de tal manera que se aprovechen mejor las características luminosas de la lámpara. Existen muchos tipos de reflectores en el mercado, para propósito de este trabajo se hablará únicamente de reflectores de tipo circular y tipo canal.

#### *Reflectores circulares.*

Los reflectores circulares están diseñados como si su lámpara fuera una fuente de luz focal. La distribución de la luz de todo el reflector está determinada por la suma de los reflejos producidos por cada porción de la superficie reflectora. Aún cuando el diseño del reflector se centró alrededor de un sólo punto del tubo del arco, debe tenerse en cuenta la contribución del resto de la lámpara.

Mientras mayor es el largo del tubo, más difícil es producir un haz luminoso de una forma precisa (Fig I.2.10).

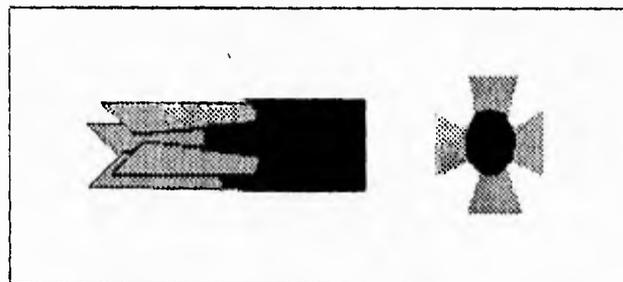


Fig. I.2.10 Reflector circular. las láminas conducen el haz luminoso

### *Reflectores tipo canal.*

Se utilizan en donde el largo del arco corre perpendicular al haz luminoso mayor. Éstos reflectores tienen, por supuesto, menos control que los circulares, ya que el 25% ó más de la luz producida por la lámpara no es reflejada por el reflector.

El reflector controla la luz de lámpara principalmente en una línea perpendicular a lo largo del tubo del arco.

Los reflectores de canal se utilizan sólo donde es necesario el control en un plano, ya sea vertical u horizontal.

Sí en éstos reflectores se utilizan fuentes de luz transparentes, entonces un ligero cambio en su posición provoca un cambio muy marcado en el haz luminoso, debido a la proximidad de la lámpara a la superficie reflectora (Fig.1.2.11).

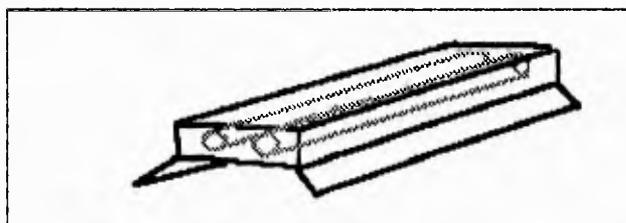


Fig 1.2.11 Refractor tipo canal

### **Refractores.**

Los refractores están basados en las leyes de la refracción regular. En este caso, la lámpara puede estar completamente cerrada en un globo de cristal prismático claro, ya que ahora no es necesario proveer una abertura por la que salga el flujo luminoso, como sucedía en el caso de los reflectores. Por lo tanto, es posible trabajar sobre la totalidad del flujo luminoso.

Un refractor de revolución está constituido esencialmente por un aparato de cristal o vidrio compuesto de prismas anulares y destinado a orientar los

rayos luminosos de acuerdo con las direcciones requeridas pero sin modificar el plano meridiano en el que dichos planos luminosos se propagan (Fig. 1.2.12).

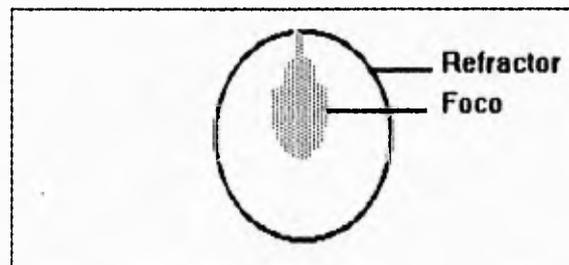


Fig 1.2.12. Refractor

### ***DEPRECIACIÓN DE LAS LUMINARIAS POR POLVO.***

Uno de los factores más importantes que deben tenerse en cuenta durante la elección de las luminarias y el diseño de la iluminación es la depreciación de las luminarias por polvo (DLP). Ésto, sin embargo, es muy difícil de calcular con precisión.

La depreciación de las luminarias por polvo se refiere, a la disminución de la luminosidad que una luminaria presenta debido a la contaminación del ambiente en el que se encuentra instalada. Los valores para éste concepto los proporcionan los propios fabricantes. No obstante, la mayoría de éstos utilizan criterios muy optimistas. Parten del supuesto de que existirán programas regulares de mantenimiento, lo cuál no siempre ocurre.

Se recomienda considerar la depreciación de las luminarias ya que la limpieza es un factor de suma importancia para obtener una mejor iluminación.

---

### **CRITERIOS DE RUIDO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.**

La combinación lámpara-balastro-luminaria produce un ligero zumbido. Ésto generalmente no constituye un problema, a menos que el área en la que se instalarán las luminarias sea tan silenciosa que permita percibir éste zumbido. Pueden haber otros ruidos en la misma área, tales como el del sistema de aire acondicionado, la voz de la gente, música, etc. En éstos el sonido de las luminarias no será perceptible.

Sin embargo, cuando el zumbido de las luminarias predomina sobre el ruido ambiental, puede resultar molesto.

La National Electrical Manufacturers Association (NEMA) publicó las normas que se utilizan para determinar por adelantado si el ruido de un sistema de iluminación será molesto cuando se le instale en determinado lugar.

Si se inspecciona un sistema de iluminación antes de que se ponga a funcionar el equipo de aire acondicionado ó el equipo que se instalará en la habitación, se puede obtener una apreciación errónea.

Por último, para realizar el diseño de un sistema de iluminación de interiores se han de cumplir cuatro condiciones esenciales, que son:

- a) Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- b) Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- c) Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular.
- d) Utilizar fuentes luminosas que aseguren, para cada caso, una satisfactoria distribución de los colores.

De manera más detallada, para lograr estos objetivos, se deben realizar los siguientes pasos:

- 1.- Determinación del nivel de iluminación.
- 2.- Elección del tipo de lámpara adecuada.
- 3.- Elección del sistema de iluminación y de los aparatos de alumbrado.
- 4.- Elección de la altura de suspensión de los aparatos de alumbrado.
- 5.- Distribución de los aparatos de alumbrado.
- 6.- Número mínimo de los aparatos de alumbrado.
- 7.- Cálculo del flujo total que se ha de producir.
- 8.- Distribución del número definitivo de los aparatos de alumbrado.

---

### **I.3 Conceptos de video.**

#### ***ANTECEDENTES DEL PROCESAMIENTO DEL VIDEO.***

Tradicionalmente, han existido dos dominios separados en el procesamiento de señales de video: analógica y digital. El video analógico, fué desarrollado en la década de los 20's, habilitando la transferencia de imágenes de video en movimiento por medio de señales eléctricas y después usando impulsos electromagnéticos (Radio Frecuencia). Dada ésta habilidad de proveer una representación directa de las imágenes continuas del mundo real, el video analógico es empleado en aplicaciones que involucran imágenes llenas de color y movimiento.

Desafortunadamente, las señales de video analógico requieren para su transmisión de un gran ancho de banda debido a la gran cantidad de información que manejan. Como consecuencia, encontramos que el procesamiento de video analógico está limitado a las aplicaciones de transmisión en un sólo camino, por ejemplo, en la televisión donde únicamente existe recepción para el usuario final.

El segundo dominio se refiere al procesamiento de video digital ó procesamiento digital de imágenes (PDI).

Éste proceso consiste en emplear técnicas computacionales para la manipulación y/ó modificación de la información de una ó varias imágenes.

El desarrollo de la tecnología orientada a sistemas para procesamiento digital de imágenes (SPDI), se vió influenciada por el conocimiento en torno al sistema de visión humana. Éste sistema de visión está integrado de varios sensores de señales, donde uno de los más importantes es la retina, que

contiene dos tipos de foto-receptores llamados bastones y conos. En su funcionamiento, ambos foto-receptores proporcionan al nervio óptico una señal representativa de una imagen captada por el ojo. Ésta señal es procesada en el cerebro y mediante un sistema de realimentación, compuesto de señales provenientes de distintos órganos que proporcionan respuestas de adaptación del individuo al medio que lo rodea.

En los inicios del PDI (1950) sólo se reconocían patrones estáticos, en 1970 los filtros digitales fueron un producto de las grandes ventajas de la electrónica de estado sólido. Y en la década de los 80's, ante la gran variedad de arreglos representativos de datos visuales, se creó la necesidad de desarrollar equipos de una alta flexibilidad con alta capacidad de procesar información.

Los sistemas de video digital son utilizados para el eficiente almacenamiento, edición y manipulación de imágenes, aunque la calidad resultante en gráficas por computadora en sus inicios estaba limitada por capacidades de memoria del sistema, potencia de procesamiento y ancho de banda de comunicación, los sistemas de información ahora son más poderosos, menos caros y están habilitados para soportar aplicaciones que manejen gran cantidad de datos.

## **PARÁMETROS DE UNA IMAGEN DE VIDEO. (SEÑAL ANALÓGICA)**

La palabra televisión significa "ver a distancia". En nuestro sistema práctico de difusión de televisión, la información visual de la escena es convertida en una señal videoeléctrica para su transmisión al receptor. En el receptor, la señal video se utiliza para ensamblar la imagen en la pantalla fluorescente del tubo de imagen. En la televisión monocromática, la imagen es reproducida en blanco y negro y en distintos sombreados de gris. En televisión a color las partes principales de la imagen son reproducidas en todos sus colores naturales como combinación de rojo, verde y azul.

La señal eléctrica (figura 1.3.1.) representativa de una imagen es obtenida de dos formas, por rastreo de elemento sensible para cámaras de tubos de rayos catódicos ó por la lectura de la salida en el arreglo de sensores para cámaras de estado sólido. En ambos casos el voltaje está en función del tiempo y la señal contiene información sobre el promedio de intensidad de luz en cada punto de la imagen.

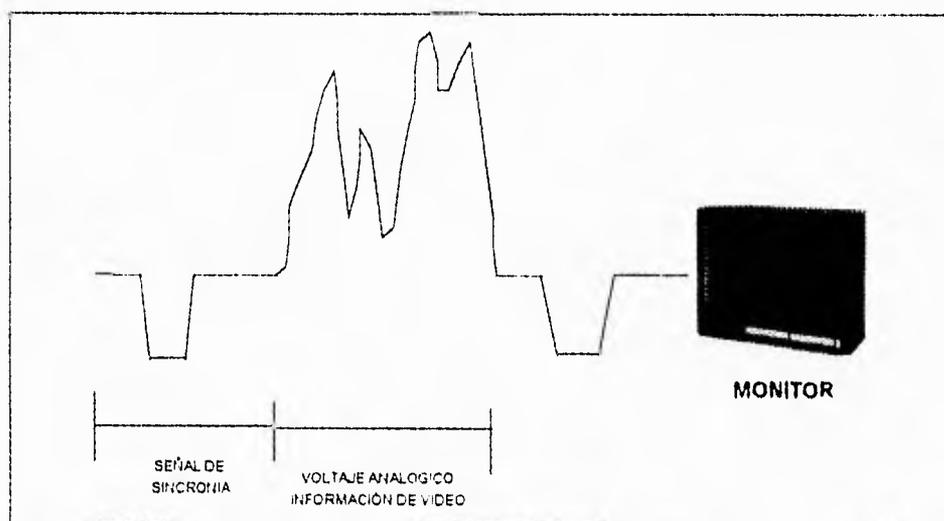


Fig. I.3.1. Señal de video

La señal de video analógica está concebida dentro de un formato estándar con el propósito de ser empleada por los monitores de T.V. comerciales, en éste formato se tienen contenidas señales de sincronía que son necesarias para la formación de imágenes.

### ***Captación de imágenes***

Para obtener una señal de video que transmita todas las variaciones de luz y sombra, se exploran todos los detalles de la imagen sucesivamente o sea en un orden secuencial de tiempo. La exploración se efectúa de la siguiente forma:

1.- El haz electrónico barre transversalmente una línea horizontal, cubriendo todos los elementos de la imagen de la línea.

2.- Al final de cada línea, el haz vuelve muy rápidamente al lado de la izquierda para comenzar la exploración de la línea horizontal siguiente. El tiempo de retorno es lo que se llama retraza o retorno. Durante el retorno no es explorada ninguna información de imagen a causa de que el tubo de cámara y el tubo de imagen están inhibidos durante éste período. Por consiguiente, los retornos deben ser muy rápidos ya que son tiempos inútiles ó desperdiciados en lo que afecta a la información de imagen.

3.- Cuando el haz ha retornado al lado de la izquierda, se sitúa en una posición vertical más baja a fin de que explore la línea inmediatamente inferior y no se repita la exploración de la misma línea. Esto se consigue por el movimiento de exploración vertical del haz, el cual está provisto además de la exploración horizontal. Ver figura I.3.2.

### ***Líneas por cuadro.***

El número de líneas de exploración de una imagen completa debe ser grande con el fin de que incluya el mayor número posible de elementos de imagen y por consiguiente más detalles. Sin embargo, otros factores limitan la exploración, y ha sido normalizada en un total de 525 líneas de exploración para una imagen completa o cuadro. Este es el número óptimo de líneas de exploración por cuadro para el ancho de banda normal de 6MHz de los canales de televisión.

### ***Cuadros por segundo***

El haz se mueve lentamente hacia abajo al mismo tiempo que efectúa horizontalmente la exploración. Este movimiento vertical en la exploración es necesario para que no sean exploradas las líneas unas sobre otras. La exploración horizontal produce las líneas de izquierda a derecha, mientras que la exploración vertical esparce las líneas a fin de llenar el cuadro entre las partes superior e inferior. El tiempo correspondiente a un cuadro completo con 525 líneas es 1/30 seg. Entonces la frecuencia de repetición de imagen es igual a 30 cuadros por segundo.

### ***Frecuencias de exploración vertical y horizontal***

La velocidad de campo de 60 Hz es la frecuencia de exploración vertical. Este es el ritmo con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento vertical desde la parte superior hasta la parte inferior de la pantalla para volver nuevamente a la parte superior. Por consiguiente, los circuitos de deflexión

(desviación) vertical para el tubo de cámara y para el tubo de imagen funcionan a 60Hz. El tiempo de cada ciclo de exploración vertical de un campo es 1/60seg.

El número de líneas de exploración horizontal de un campo es la mitad del total de 525 líneas de un cuadro completo, ya que un campo contiene la mitad de líneas. Esto da por resultado 262.5 líneas para cada campo.

Como el tiempo que corresponde a un campo es 1/60seg y cada campo contiene 262.5 líneas, el número de líneas por segundo es 15,750. Esta frecuencia de 15,750 Hz es la velocidad con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento horizontal de izquierda a derecha y vuelve a la izquierda nuevamente. Por tanto, los circuitos de deflexión horizontal del tubo de cámara y el tubo de imagen funcionan a 15,750 Hz.

#### ***Tiempo de línea horizontal.***

El tiempo durante el cual se realiza la exploración de una línea horizontal es 1/15,750 seg., que en términos de microsegundos serían 63.5 aproximadamente.

Este tiempo en microsegundos indica que la señal video que corresponde a los elementos de imagen contenidos en una línea horizontal puede tener altas frecuencias, del orden de los MHz. Si hubiese más líneas el tiempo de exploración sería más corto y las frecuencias video serían más altas. En el sistema de 525 líneas, la más alta frecuencia de video está limitada a 4MHz aproximadamente a causa de la restricción de 6MHz para los canales de difusión comercial de televisión.

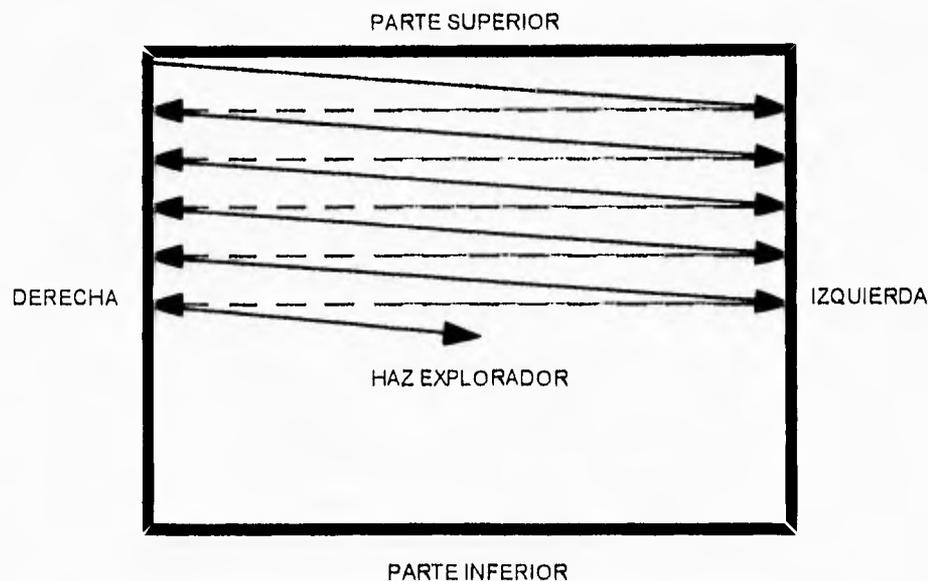


Figura 1.3.2 Exploración de una pantalla de video

Obsérvese que las frecuencias de exploración de 15750 y 60 Hz son exactas para televisión monocromática pero solo son aproximadas para televisión en color. En ésta la frecuencia de exploración horizontal es exactamente 15734.26 Hz y la del campo vertical es 59.94 Hz. Se utilizan estas frecuencias de exploración exactas para minimizar la interferencia entre la señal subportadora de color de 3.579545 MHz y la señal de luminancia.

### ***La señal de color de 3.58 MHz***

Cuando es explorada la imagen en el tubo de cámara, se producen señales de video separadas para la información de rojo, verde y azul de la imagen. Filtros ópticos de color separan los colores para la cámara. Sin embargo, para el canal estándar de 6MHz de televisión, las señales de video de Rojo, Verde y Azul son combinadas de modo que se forman dos señales equivalentes, una correspondiente al brillo y la otra para el color.

Específicamente las dos señales transmitidas son las siguientes:

1.- *Señal de luminancia.* Contiene solo variaciones de brillo de la información de imagen, incluyendo los detalles finos, lo mismo que en una señal monocromática. La señal de luminancia se utiliza para reproducir la imagen en blanco y negro. Esta señal se denomina señal Y.

2.- *Señal de crominancia.* Contiene la información de color y es transmitida como modulación en una subportadora de 3.58 MHz aproximadamente. A esta señal se le denomina señal C ó croma.

Los datos hasta ahora presentados aplican al estándar americano pero, existen algunos otros sistemas de televisión usados en diferentes partes del mundo, la siguiente tabla muestra las características generales de ellos.

CARACTERISTICAS DE ALGUNOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN.				
SISTEMA	NTSC Americano	PAL Europeo	SECAM	HDTV Japón
LINEAS POR CUADRO	525	625	625	1125
FREC. BARRIDO VERT.	60	50	50	60
FREC. BARRIDO HOR.	15750	15625	15625	33750
No. CUADROS/SEG.	30	25	25	
ANCHO DE BANDA, VIDEO, (MHz)	4.2	5 o 6	6	
ANCHO DE CANAL, (MHz)	6	7 u 8	8	10
MODULACION VIDEO	NEGATIVA	NEGATIVA	POSIT. o NEG.	
SEÑAL DE SONIDO	FM	FM	AM o FM	FM
SISTEMA DE COLOR	NTSC	PAL	SECAM	HDTV
SUBPORTADORA DE COLOR, (MHz)	3.58	4.43	4.43	3.108

### **ETAPAS EN EL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES.**

Un sistema de PDI está compuesto de aquellos elementos necesarios para obtener una representación digital de una imagen, analizar la información contenida en ella, así como presentar los resultados de dichos análisis en algún formato, preferentemente de fácil interpretación. De ésta manera se pretende estudiar el contenido en una imagen, generar resultados en base a condiciones predeterminadas, y con éstos resultados, poder proporcionar ya sea una nueva imagen, una decisión ó inclusive una señal de control; mismas que permitan la solución a problemas prácticos como lo es la compresión de imágenes en telecomunicaciones.

Las etapas del PDI se pueden agrupar en:

- Adquisición de la imagen.
- Digitalización de la imagen.
- Procesamiento de la imagen.
- Salida ó despliegue de la imagen. Ver siguiente figura.

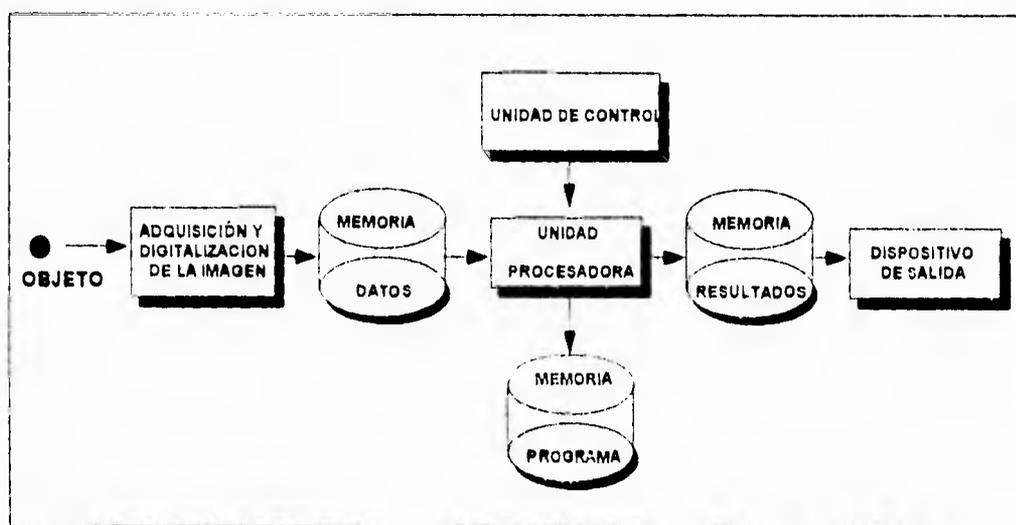


Fig. 1.3.3 Etapas del PDI

### **1. Adquisición de la imagen.**

De una manera global, podemos decir, que el universo de las imágenes está compuesto por:

- Las imágenes visuales, que incluyen a las ilustraciones (fotografías, dibujos y pinturas) y las formadas por medios ópticos.
- Las imágenes de representación matemática, en base a una función continua ó discreta.
- Las imágenes físicas no visibles por el ojo humano de manera inmediata como: los mapas de densidad ó crecimiento de la población, imagen por rayos X, tomografías computarizadas, imagen por ultrasonido, imagen de un radar, etc.

Cada uno de éstos grupos genera las imágenes empleando diferentes métodos ó formas. Por ej., una imagen visual es generada por las distribuciones en el espacio de la intensidad de luz.

La adquisición de una imagen es el proceso de transformar la imagen visual de cualquier objeto físico con sus características intrínsecas (color, textura, etc.), en un conjunto ordenado de datos. En dicho proceso es importante ubicar varios aspectos técnicos que redundarán en la calidad de la información obtenida:

- a) Iluminación.
- b) Formación y enfoque de la imagen.
- c) Detección de la imagen.

Ver figura I.3.4

---

a) Iluminación:

En el caso del video, la iluminación sobre un objeto busca resaltar las características físicas como la textura, el color, los contornos, etc., donde el nivel total de iluminación determina la calidad de los datos obtenidos. Así, una deficiente iluminación provoca manifestaciones de ruido en los datos.

b) Formación y enfoque de la imagen.

Utilizando una cámara de video, un SPDI ( Sistema de Procesamiento Digital de Imágenes ) captura la imagen mediante un sensor a partir del cual una imagen visual es convertida a una señal eléctrica. En la formación de la imagen sobre el sensor, se emplea una lente, por medio de la cual la imagen es ampliada ó reducida cuidando el enfoque para obtener la mayor nitidez de la misma. Los parámetros asociados con la óptica de la lente son la distancia focal, profundidad de campo y montado del lente principalmente.

c) Detección de imagen.

Los SPDI tienen un dispositivo electro-óptico, que convierte la radiación electromagnética proveniente de una imagen en una señal eléctrica. Por ej., una cámara de video tiene el elemento sensor localizado en su plano focal, y mediante un barrido de la superficie fotosensible del sensor se produce la señal de voltaje analógica, representativa de la imagen que se forma sobre dicha superficie.

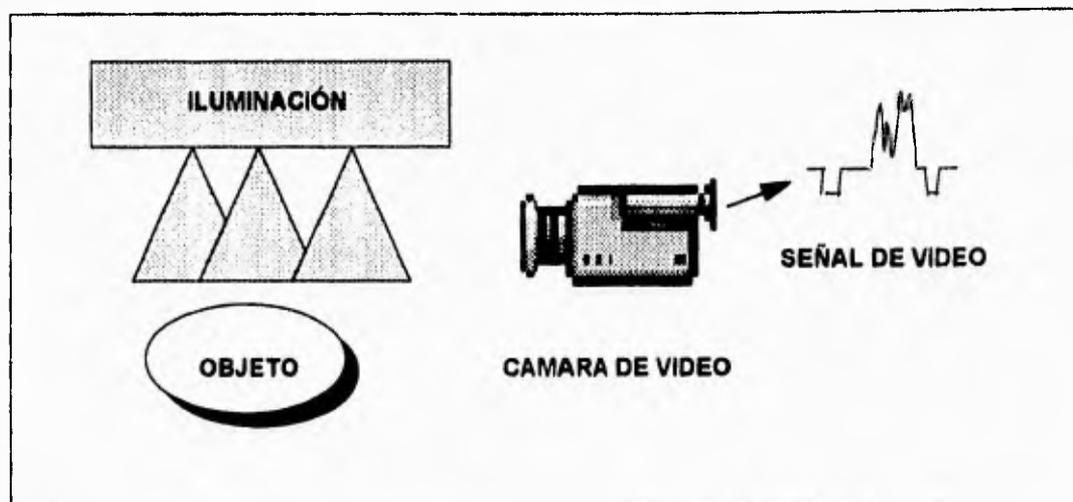


Figura I.3.4 Adquisición de la imagen.

## 2. Digitalización de la imagen.

La transformación de señal analógica al formato digital, requiere:

- a) El muestreo de la señal de video.
- b) La cuantificación del valor de las muestras en apropiados niveles de intensidad de luz.
- c) La digitalización de los valores cuantificados mediante el uso de convertidores analógicos-digitales (A/D).

Ver figura I.3.5.

El muestreo es el proceso de obtención de valores instantáneos del voltaje analógico representativo de la imagen.

Si se incrementa la velocidad de muestreo del sistema se incrementa igualmente el número de datos y por lo tanto la calidad de la imagen.

La cuantización de los valores muestreados de la señal de video es necesaria para establecer el número adecuado de niveles de intensidad de luz, empleados en el sistema.

La etapa de conversión A/D es la encargada de obtener la representación digital de la intensidad de luz, correspondiente al nivel de voltaje muestreado de la señal de video.

Un digitalizador es, en general un cuantizador físico de la intensidad de luz. Y en ésta etapa de digitalización se pueden sufrir degradaciones por diversos factores, por ej, si en la curva de transferencia del digitalizador se presentan secciones no lineales, éstas provocarán alteraciones en la imagen digital obtenida, ya que la información real no será representada adecuadamente, por ésta razón, es importante obtener ésta curva de transferencia para conocer la calidad del digitalizador.

Por otra parte, el ruido inherente en la digitalización es otra fuente de degradación de la imagen y puede ser relativamente pequeña, si el número de niveles de intensidad de luz es apropiado.

El digitalizador finalmente proporciona una imagen digitalizada que es transferida a un dispositivo de almacenamiento para su posterior manipulación.

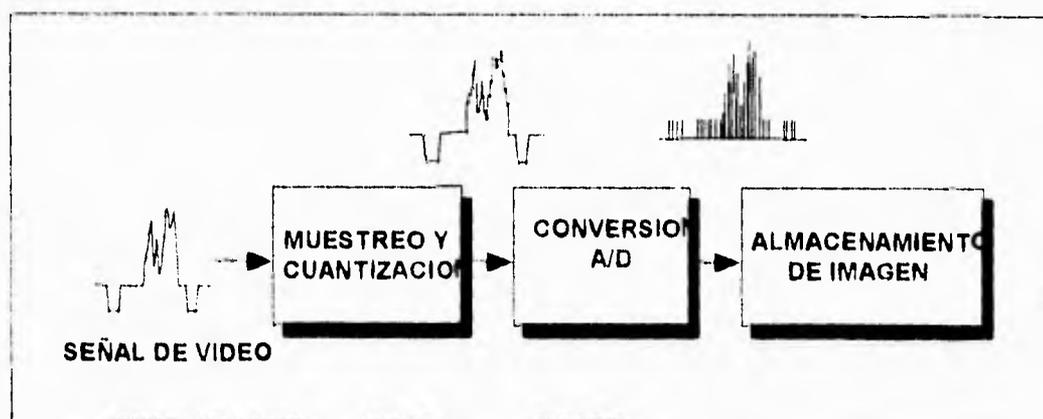


Figura 1.3.5 Elementos del digitalizado

### *Error en la cuantización de la imagen.*

La transformación de una señal analógica a un formato digital es posible mediante el muestreo de dicha señal, y para efectuar el muestreo es importante considerar el teorema de muestreo de Niquist para determinar los intervalos uniformes de tiempo y garantizar la reconstrucción de la señal a partir de las muestras obtenidas.

La asignación de los valores discretos se realiza mediante el redondeo de los valores muestreados de intensidad de luz a niveles preestablecidos, por lo que se presenta una incertidumbre sobre la presión de un valor dado. Así, un valor digital de intensidad de luz puede representar una intensidad menor ó igual a la indicada, la tolerancia del error en el valor depende del número de niveles de intensidad de luz empleados en la transformación, de éste modo entre mayor sea el número de niveles menor será la tolerancia.

### **3. Procesamiento de la imagen.**

La etapa de procesamiento contiene elementos de hardware y software para su funcionamiento. El uso de hardware para realizar la manipulación de los datos, logra incrementar la velocidad de los sistemas, y posibilita la implementación de algoritmos básicos en relación a las técnicas más comunes para el proceso de datos tales como: eliminar ruido, filtrado, mejorar cambios no deseados, modificar la escala de niveles de gris, etc.

Una imagen almacenada en un dispositivo de estado sólido ó medios magnéticos, es la fuente que permite establecer la correspondencia entre una imagen de entrada y una de salida, donde la imagen de salida puede ser mejorada en comparación con la imagen de entrada y/ó se puedan obtener las características de interés, así como tener la posibilidad de obtener un nuevo

formato de la imagen de salida. La imagen de salida ó resultado, es mantenida igualmente en otro dispositivo de almacenamiento, para posteriormente analizar los resultados. Ver figura siguiente:

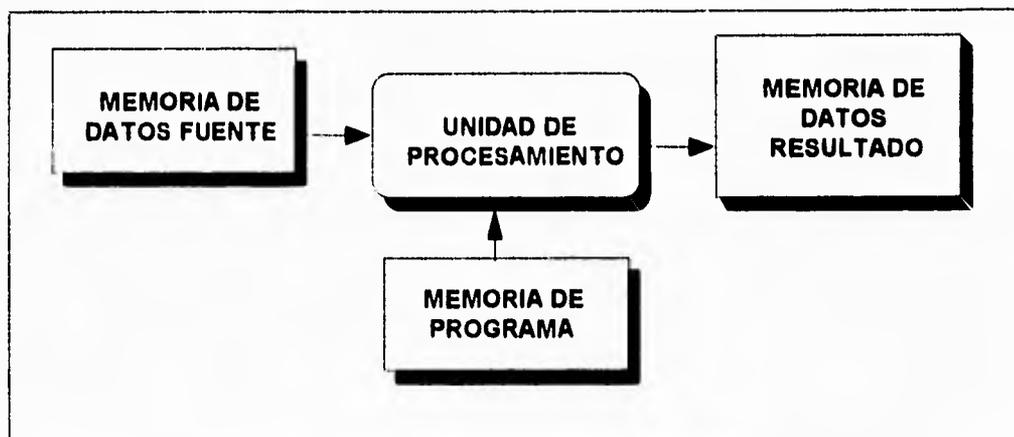


Figura I.3.6 Procesamiento de datos digitales.

#### **4. Salida ó despliegue de resultados.**

Existen dos tipos básicos de despliegue el permanente y el volátil. El permanente produce una imagen en papel, film u otro medio de grabado permanente, el volátil proporciona una imagen temporal como es el caso de los monitores de video. Ver figura I.3.7

Hay algunos factores importantes que determinan la calidad del despliegue de la información como son:

a) Las dimensiones físicas. Un inadecuado tamaño del dispositivo de despliegue reduce la apreciación adecuada de la imagen.

b) La resolución fotométrica del sistema produce una correcta brillantez ó densidad en cada posición de la imagen.

c) La linealidad del dispositivo. Una curva de transferencia donde la no linealidad se presente entre el 10 y el 20 % de la densidad ó brillantez, no será

apreciable por el ojo humano. En despliegues volátiles la curva de transferencia depende de los controles de brillantez y contraste del monitor.

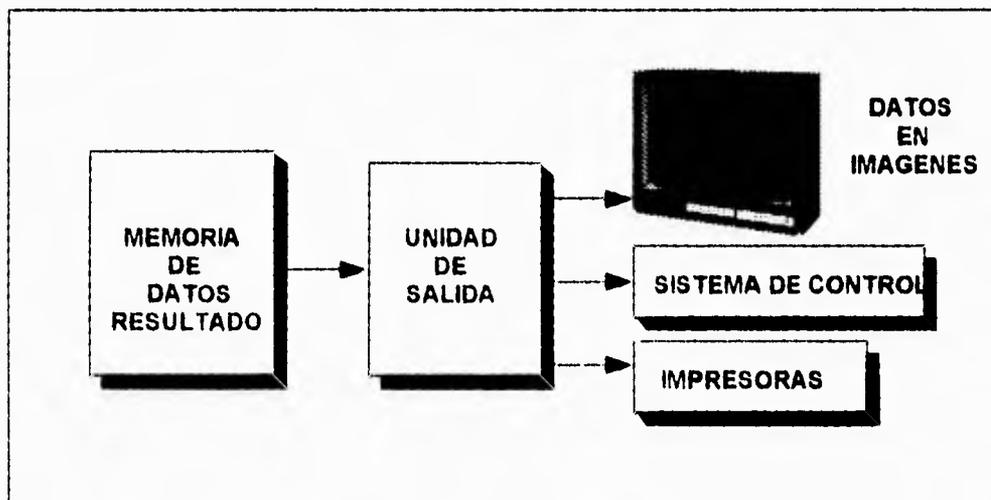


Figura I.3.7 Despliegue de imágenes

---

## **HABILITANDO TECNOLOGIAS DE PUNTA.**

### ***Implementaciones Actuales.***

Existen varios avances en la tecnología de los sistemas de información que hacen posible la emergencia del video digital como una tecnología en la mesa de trabajo.

El perfeccionamiento en el poder de procesamiento, velocidad, memoria, capacidad de almacenamiento y graficos en la PC han hecho a la mesa de trabajo un ambiente viable para las aplicaciones de video.

Además, mejoras en la comunicación electrónica a través de sistemas de redes estandarizados y grandes anchos de banda han hecho posible transmitir directa y rápidamente grandes sumas de datos. Por ejemplo para almacenar una simple imagen con resolución de 1024 x 768 con 24 bits se requerirán arriba de 2MB de memoria. Transmitir ésta imagen por un modem a 9600 Bauds tomaría aproximadamente una hora, si tuvieramos verdadero movimiento de video desplegado a 30 cuadros por segundo, 15 minutos de video requerirán 54 GB de almacenamiento. Ésta suma de datos tomara días para transmitirse por un modem de 9600 Bauds.

Así que la llave que incorpora las imágenes de video dentro de los sistemas de información actuales es la videocompresión.

Teniendo en cuenta características comunes entre los datos de imagen de video y la visión humana, han sido desarrollados algoritmos que pueden comprimir los datos de video en una escala de 15:1 a 2000:1.

Este nivel de reducción de datos es lo que permite que la implementación y aplicaciones de video digital sean verdaderamente viables.

En los sistemas y aplicaciones de video digital actuales la compresión de video y las funciones de procesamiento han sido implementadas en hardware y

---

software. Soluciones de compresión de software están tomando avances de incrementación en la velocidad y capacidad del CPU, y las bases de hardware están incrementando a los clientes para integrarlos a realizar búsquedas y acelerar funciones complejas de computación.

Las soluciones de compresión de software surgieron en los 80's, ganaron popularidad por que facilitaron la habilidad de convertir diferentes estándares de compresión sin cambios en el sistema de hardware. Recientemente con la popularidad de los estándares tales como JPEG, MPEG y Px64, ha habido una proliferación en los productos de software para la compresión de video. La principal ventaja de éstas implementaciones de software es la habilidad de integrar compresión dentro de los sistemas existentes y rápidamente a un costo relativamente bajo.

Una desventaja muy significativa en la compresión de software es que la ejecución de rutinas de compresión consumen por completo el CPU. Ésto causa una tremenda sobrecarga para el CPU, especialmente cuando se corren complejas aplicaciones de video, donde una variedad de funciones de computación y procesamiento necesitan ser manejadas, además todo ésto lleva a los límites, las operaciones de compresión de video y el alcance de un CPU.

En resumen, el procesamiento y la lógica general de los sistemas es simplemente no optimizada para ejecutar algoritmos de compresión. Con video en movimiento se requiere un mínimo de 15 a 30 cuadros por minuto y las implementaciones de software simplemente no pueden proveer los alcances necesarios para soportar el desplegado y procesamiento de video en tiempo real.

---

La compresión y procesamiento de video en sistemas de hardware, fueron introducidos a mediados de los 80's, y han sido tradicionalmente utilizados en aplicaciones de video en movimiento en tiempo real.

Las más recientes aplicaciones fueron dirigidas al mercado de la video teleconferencia y estuvieron basadas en esquemas de compresión propias implementadas con una combinación de procesadores y componentes.

Ambos, la carencia de algoritmos y la implementación de estándares, en los últimos sistemas tuvo tres grandes desventajas.

- Estuvo limitada a la compatibilidad entre sistemas hechos por diferentes vendedores.

- Los sistemas estuvieron completamente dedicados a una simple función de procesamiento de video.

- Los sistemas fueron grandes y costosos.

El surgimiento de los estándares de compresión de video ha eliminado éstas desventajas con la creación de una plataforma común para desarrollar una nueva generación de soluciones de compresión en hardware. Éstos "estándares abiertos" han habilitado el desarrollo de máquinas de compresión en (stand-alone), las cuáles proveerán interconectividad no sólo a través de sistemas de redes, sino entre aplicaciones de áreas también.

Los mínimos requerimientos para una completa solución de compresión por hardware es proveer las funciones básicas para ejecución de la compresión de algoritmos.

Y finalmente, el pre y post procesamiento de los videos de datos es necesario en el orden de filtrar y mejorar la calidad de las imágenes de video. (naturalmente la rapidez en el procesamiento es un factor crítico en la

implementación especialmente cuando las aplicaciones de movimiento completo requieren procesamiento superior a 30 cuadros por seg.)

El pre y post procesamiento de video es un paso crítico para obtener una buena calidad de imagen. Cualquier ruido ó artefacto sobre las imágenes que estén presentes yendo dentro del procesamiento de compresión son amplificadas por la compresión y convertidas en una muy visible salida del decodificador. Por lo tanto, los estándares de H.261 tienen sus propios requerimientos para la escala de video. Un simple pixel y una réplica de una línea produce un artefacto inaceptable, así que el uso de filtros multi-etapas y diseño de filtros cuidadosos es requerido para tener una efectiva escala.

Además, en codificación y decodificación de video el audio debe ser comprimido y descomprimido.

Buffers especiales y circuitos multiplexados y demultiplexados son requeridos para manejar una combinación compleja de video y audio. Típicamente el error de corrección de información es añadido al dato y el procesamiento de detección y corrección de error toma lugar sobre los datos recibidos. Mientras ninguno de los procesos involucrados en la corrección de error y circuitos de multiplexaje son computarizados complejamente, éstos estándares conspiran a ser en la implementación una difícil tarea.

Finalmente, un cierto grado de control del sistema es requerido para la correcta operación y sincronización de audio y video. Generalmente un procesador local es dedicado a proveer éstas capacidades.

En el capítulo III se explica el método de compresión aplicado comunmente en videoconferencia ampliando éste tema.

## **I.4 Acondicionamiento de aire.**

### **EL AIRE.**

El aire es una mezcla de diversos gases y por consiguiente, también es un gas. Su composición aproximada es de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de una mezcla de Hidrógeno, Gas Carbónico y Argón.

Una característica importante de el aire para su acondicionamiento es que se comporta como un verdadero transportador que puede llevar calor, agua, humo, vapores, suciedad, polvo, olores y también el sonido.

Entenderemos por acondicionamiento de aire el proceso de tratamiento del aire atmosférico que coordina los cinco factores que le son propios, sumando el nivel sonoro, para que el ocupante de un ambiente acondicionado se encuentre acogido confortablemente.

Los agentes a combinar son:

**TEMPERATURA** (calefacción ó refrigeración).

**GRADO DE HUMEDAD** (humidificación ó deshumidificación).

**VELOCIDAD DEL AIRE** (movimiento y circulación).

**LIMPIEZA DEL AIRE** (filtrado).

**VENTILACIÓN** (renovación del aire).

Existen normas que orientan al diseñador de sistemas de aire acondicionado de las cuales se obtienen límites para las temperaturas, humedad relativa y velocidad del aire, a mantener en instalaciones de acondicionamiento que consumen energía, las cuales varían de acuerdo a las características específicas del área a acondicionar.

---

Dichas condiciones ambientales pueden resumirse de la siguiente forma:

**INVIERNO:** - Temperatura media interior máxima 20 °C

- Humedad relativa máxima 45%

**VERANO:** - Temperatura media interior mínima 25 °C

- Humedad relativa mínima 55%

La velocidad del aire en zonas de normal ocupación sedentaria no sobrepasará el valor de 0.25 m/seg a una altura del suelo inferior de 2 m; y la renovación del aire, ó entrada de aire exterior, se estipula del orden de 10 a 50 m<sup>3</sup>/h, según la finalidad que se persiga.

Las temperaturas que se indican son las más recomendables y tendrían que mantenerse en los locales acondicionados, tanto desde el punto de vista del bienestar de las personas como para conseguir un funcionamiento energético económico. Tampoco es aconsejable realizar saltos de temperatura (diferencias notables de temperatura entre el interior y el exterior); excesivamente elevados, ya que el contraste de temperaturas al revasar los límites normales llega a ser perjudicial.

En cuanto a la humedad, el ser humano en su proceso metabólico precisa del agua para sobrevivir y también necesita estar rodeado por ella en forma de vapor de agua. Una gran parte del calor generado por el cuerpo humano se disipa por evaporación a través de la piel, realizándose con ello el enfriamiento del organismo.

Ésta evaporación del sudor se favorece con una humedad relativamente baja, aunque si el aire tiene una humedad excesivamente baja entonces daría lugar a un resecamiento de la boca, de las mucosas y de las vías respiratorias y por añadidura, a una evaporación de sudor demasiado rápida que ocasiona una desagradable sensación de frío.

Si por el contrario, hay demasiada humedad, sus consecuencias son igualmente contraproducentes. Si el aire que nos rodea tiene exceso de humedad nos hallamos incómodos, nos quejamos de apreciar "un calor pegajoso" en nuestro cuerpo.

La razón estriba en que la evaporación del sudor es más lenta debido a que el aire que nos envuelve está ya cargado de vapor de agua que no puede absorber mucho más, y por consiguiente, el enfriamiento del cuerpo se hace con dificultad.

De aquí que es una función del aire acondicionado proporcionar en cada momento la humedad relativa especialmente señalada para la comodidad de los concurrentes de un recinto.

Por lo tanto, regular la humedad será un objetivo primordial ya que su ajuste tiene tanta utilidad como hacerlo con su temperatura.

De todo esto se desprende que la técnica de acondicionamiento de aire consiste en suministrar y mantener las condiciones atmosféricas más ventajosas en el interior de un lugar cerrado con independencia de cuanto acontezca en el exterior respecto a la meteorología.

Supone, genéricamente, ventilar ó renovar el aire, calentarlo ó enfriarlo conforme corresponda al tiempo de que se trate, así como humectarlo ó deshumectarlo en función de las condiciones requeridas ó especificadas por adelantado.

### ***Renovación del Aire (VENTILACIÓN).***

La finalidad de la ventilación es sustituir el aire contaminado (con un elevado ingrediente de polvo, humo, bacterias y olores) por otro aire limpio,

mucho más conveniente para la respiración y su contribución al bienestar puede ser tan importante como la que proporciona la temperatura y humedad.

La cantidad de aire necesario puede depender, entre otras cosas de:

- a) Características del local.
- b) Actividad a que está destinado.
- c) Calor a disipar.

No olvidando que para llevar a cabo una perfecta renovación de aire en un local es necesario que el barrido del volumen de aire se efectúe uniformemente, evitando las corrientes de aire.

Se recomienda tener una toma de aire exterior que permita una aportación mínima de 2.2 dm<sup>3</sup>/seg por persona de aire de ventilación exterior, en toda instalación de control higrométrico.

### **COMPONENTES BASICOS DE UNA INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO.**

Las instalaciones de aire acondicionado requieren ciertos componentes básicos comunes a todos los equipos y que son los encargados de la producción del frío ó calor añadiendo el sistema de impulsión de aire con algún ingrediente particular que les diferencie del resto de los modelos en contadas ocasiones.

Todo acondicionador de aire ó ciclo frigorífico consta de 4 elementos principales más los correspondientes controles y mandos que son:

- COMPRESOR.
- EVAPORADOR.
- CONDENSADOR.
- VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

mucho más conveniente para la respiración y su contribución al bienestar puede ser tan importante como la que proporciona la temperatura y humedad.

La cantidad de aire necesario puede depender, entre otras cosas de:

- a) Características del local.
- b) Actividad a que está destinado.
- c) Calor a disipar.

No olvidando que para llevar a cabo una perfecta renovación de aire en un local es necesario que el barrido del volumen de aire se efectúe uniformemente, evitando las corrientes de aire.

Se recomienda tener una toma de aire exterior que permita una aportación mínima de 2.2 dm<sup>3</sup>/seg por persona de aire de ventilación exterior, en toda instalación de control higrométrico.

### **COMPONENTES BASICOS DE UNA INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO.**

Las instalaciones de aire acondicionado requieren ciertos componentes básicos comunes a todos los equipos y que son los encargados de la producción del frío ó calor añadiendo el sistema de impulsión de aire con algún ingrediente particular que les diferencie del resto de los modelos en contadas ocasiones.

Todo acondicionador de aire ó ciclo frigorífico consta de 4 elementos principales más los correspondientes controles y mandos que son:

- COMPRESOR.
- EVAPORADOR.
- CONDENSADOR.
- VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

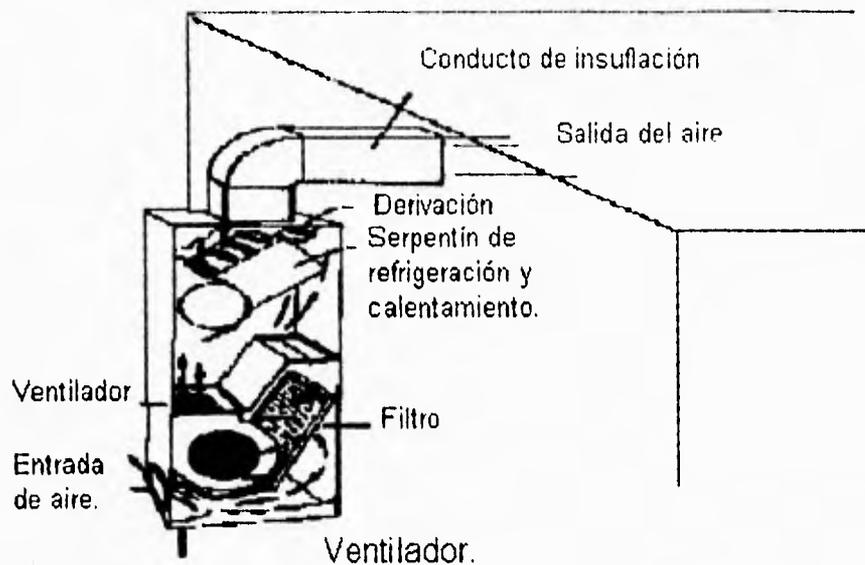


Figura I.4.1 Elementos principales de un acondicionador de aire

### **Compresor.**

Sirve para dos fines:

primero extraer el gas refrigerante del evaporador y forzarlo hacia el condensador;

segundo aumentar la presión del refrigerante.

### **Evaporador.**

El propósito del evaporador es proporcionar una superficie en la cual el aire procedente del recinto acondicionado puede ponerse en contacto con el líquido refrigerante que pasa por el interior de los tubos.

### **Condensador.**

Tiene dos funciones básicas:

- extraer del refrigerante el calor que a su vez toma él del evaporador y el correspondiente a la compresión de los vapores en el compresor;
- condensar los vapores del refrigerante llevándolos al estado líquido.

### ***Válvula de expansión.***

Reduce la presión del refrigerante líquido y al hacerlo enfría el líquido. El refrigerante vuelve a la válvula a presión. A medida que pasa por el orificio de la válvula de expansión penetra en la zona de baja presión del evaporador.

## **PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE .**

El proyecto de una instalación de aire acondicionado es relativamente sencillo en lo que se refiere al cálculo de las pérdidas y ganancias del local a tratar, del volumen de aire a manejar, de la temperatura y grado higrométrico del mismo, todo ello con el margen apropiado para contrarrestar las ganancias ó pérdidas de calor aportadas al local.

Entre los aspectos más importantes que deben ser considerados para la elección del sistema de aire acondicionado están:

- la clase del local y servicios a que está destinado;
- construcción del cuarto y su orientación;
- la ganancia de calor por radiación solar;
- número de ocupantes;
- iluminación;
- equipos eléctricos;
- ventilación y/ó infiltración. Entrada de aire exterior por rendijas y puertas.

## **1.5 Conceptos de transmisión.**

### ***MEDIOS FISICOS DE TRANSMISIÓN.***

En este tema se explicarán al lector las características de los principales medios físicos de comunicación.

Para el adecuado diseño de una red de comunicaciones, el conocimiento de los beneficios y problemas, además de costos y tiempos de implementación que cada tipo de medio físico trae consigo, será uno de los factores que contribuyan al éxito ó al fracaso de un proyecto.

#### ***Clasificación.***

El medio de transmisión es la facilidad física usada para interconectar juntas, estaciones del usuario y dispositivos que crean una red que transporta información entre las mismas.

Las consideraciones mínimas que deben realizarse para seleccionar el medio físico a utilizar dependen de:

- tipo de ambiente donde se va a instalar;
- tipo de equipo a usar;
- tipo de aplicación y requerimientos;
- capacidad económica (relación costo/beneficio esperada);
- oferta.

Los medios físicos pueden dividirse en terrestres ó aéreos.

#### **Enlaces Físicos**

- TERRESTRES :**
- par de cables torneados;
  - cable coaxial de banda angosta;

- cable coaxial de banda ancha;
- fibras ópticas.

**ESPACIO AÉREO :**

- microondas;
- infrarrojo;
- láser;
- radio frecuencia;
- satélite

### ***Par de cables torneados.***

Es el medio más común usado también en PBX (Private Branch Exchange), en centrales de conmutación de voz digital y datos.

Las siguientes figuras muestran un corte transversal.

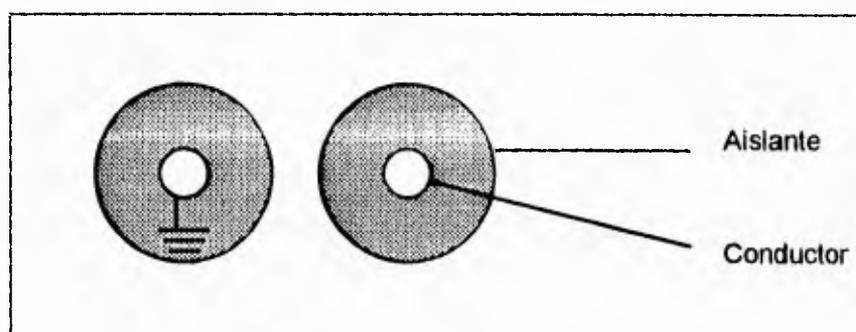


Figura 1.5.1 corte de un par de alambres

Sus principales características son:

- un par puede transportar de 12 a 24 canales de grado de voz;
- son válidos en cualquier topología: anillo, estrella, canal, árbol;
- pueden transportar tanto señales digitales como analógicas;
- una red típica puede tener conectados con éste medio hasta 1,000 dispositivos del usuario;

- 
- alcance, hasta 3 kms. dependiendo del producto;
  - permiten trabajar en Half duplex ó Full duplex;
  - ancho de banda: hasta 1Mbps. Puede considerarse bastante limitado;
  - bajo costo;
  - alta tasa de error a grandes velocidades;
  - baja inmunidad al ruido, interferencia, etc;
  - requiere protección especial: blindaje, ductos, etc.

### ***Cable coaxial de banda angosta (Base Band)***

- existen más de 150 variedades de cables coaxiales;
- no hay modulación de frecuencia;
- diseñados principalmente para comunicaciones de datos. Pero pueden acomodar aplicaciones de voz (no tiempo real) tal como "almacenamiento de voz" y "cuadros congelados de video";
- es un medio "pasivo" donde la energía es provista por las estaciones del usuario;
- uso de enchufes especiales para conexión física;
- con el uso de repetidores, se alargan distancias (regeneradores de señal);
- generalmente usado con topología de canal (bus) lineal, árbol y raramente anillo;
- una red típica contiene 200-1000 dispositivos,
- alcance de 1 a 10 kms;
- ancho de banda, 10 Mbps;
- bajo costo. Simple de instalar y bifurcar;
- poca inmunidad a los ruidos. Puede mejorarse con filtros;

- el ancho de banda puede transportar solamente un 40% de su carga para permanecer estable;
- se requieren conductos en ambientes hostiles, para aislamiento;
- confiabilidad limitada.

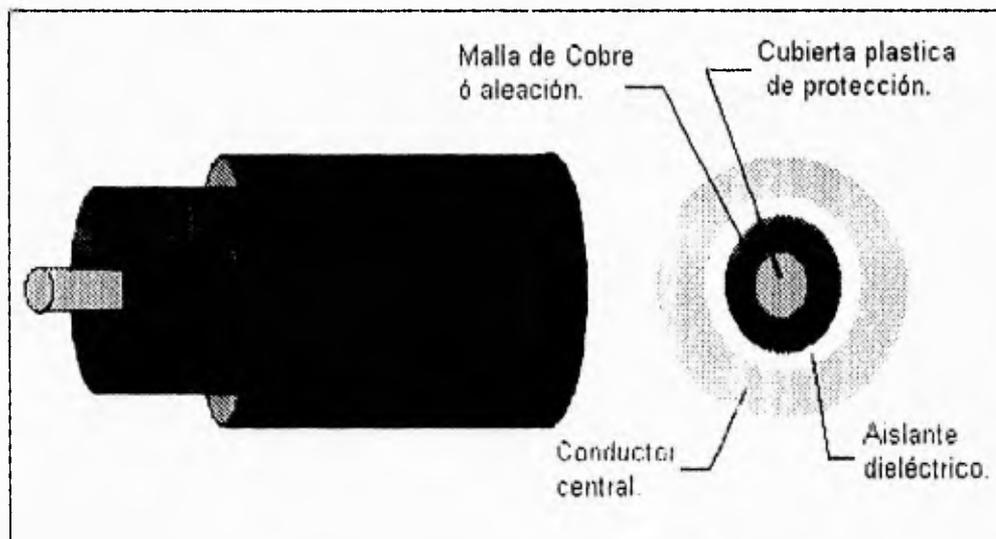


Figura 1.5.2 Corte de un cable coaxial "BASE BAND"

### ***Cable coaxial de banda ancha.***

- es el mismo usado en redes de televisión por cable;
- se usa FDM;
- se combina voz, dato y video simultáneamente;
- se permite voz y video en tiempo real;
- la señal en el cable es un modo analógico de radio frecuencia (RF) y por lo tanto los datos deben ser modulados antes de la transmisión, usando un MODEM RF;
- todas las señales son half duplex, pero usando dos canales se obtiene full duplex;

- el cable coaxial de banda ancha se considera un medio activo ya que la energía se obtiene de los componentes de soporte de la red y no de las estaciones del usuario conectadas;
- instalación con mayor grado de dificultad que el de banda base componentes CATV;
- se usan amplificadores y no repetidores (regeneradores);
- debido a las amplificaciones y al alto número de canales, se pueden conectar hasta 25,000 dispositivos con un alcance de 5 kms;
- topologías: canal, árbol;
- ancho de banda máximo: 400 MHz. Puede transportar el 100% de su carga;
- mejor inmunidad a los ruidos que el banda base;
- es un medio resistente que no necesita conducto;
- su costo es alto. Se necesitan modems en cada estación del usuario, lo que aumenta aún más su costo y limita las velocidades.

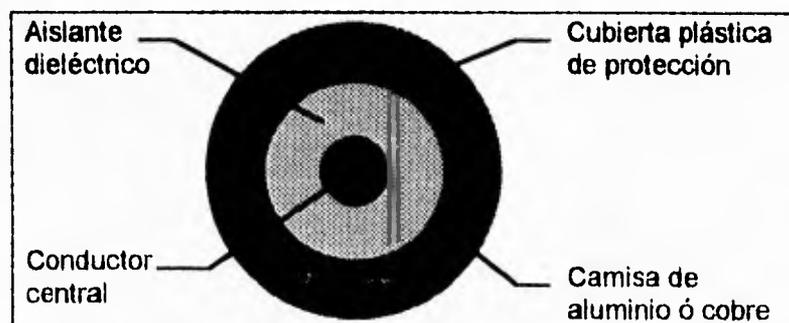


Figura 1.5.3 Corte de un coaxial de banda ancha.

### **Fibras ópticas.**

- consiste en un núcleo central, muy fino, de vidrio ó plástico, que tiene un alto índice de refracción;

- 
- este núcleo es rodeado por otro medio que tiene un índice algo más bajo, que lo aísla del ambiente;
  - cada fibra provee un camino de transmisión único de extremo a extremo, unidireccional;
  - pulsos de luz se introducen en un extremo, usando un laser ó LED. La reflexión de los pulsos es la forma de transmisión de los datos;
  - la transmisión es generalmente punto a punto sin modulación;
  - la fibra óptica no es afectada por interferencia eléctrica, ruidos, problemas energéticos, temperatura, radiación ó agentes químicos;
  - el ancho de banda es mucho más alto que con cualquier otro medio;

Actualmente 50 Mbps a 10 kms;

Experimentalmente 1 Gbps;

- se puede transmitir datos, voz y video;
- el cable es altamente confiable. Es muy difícil de bifurcar. Muy poca pérdida de señal;
- físicamente, la fibra es muy fina, liviana, durable y por lo tanto instalable en muy poco espacio;
- sin embargo, todavía es muy alto su costo;
- su capacidad multipunto es muy baja;
- topologías: anillo, estrella;
- cantidad máxima de nodos por enlace 2 (experimentalmente 8);
- alcance 10 km;
- requiere un mantenimiento sólo realizable por personal entrenado.

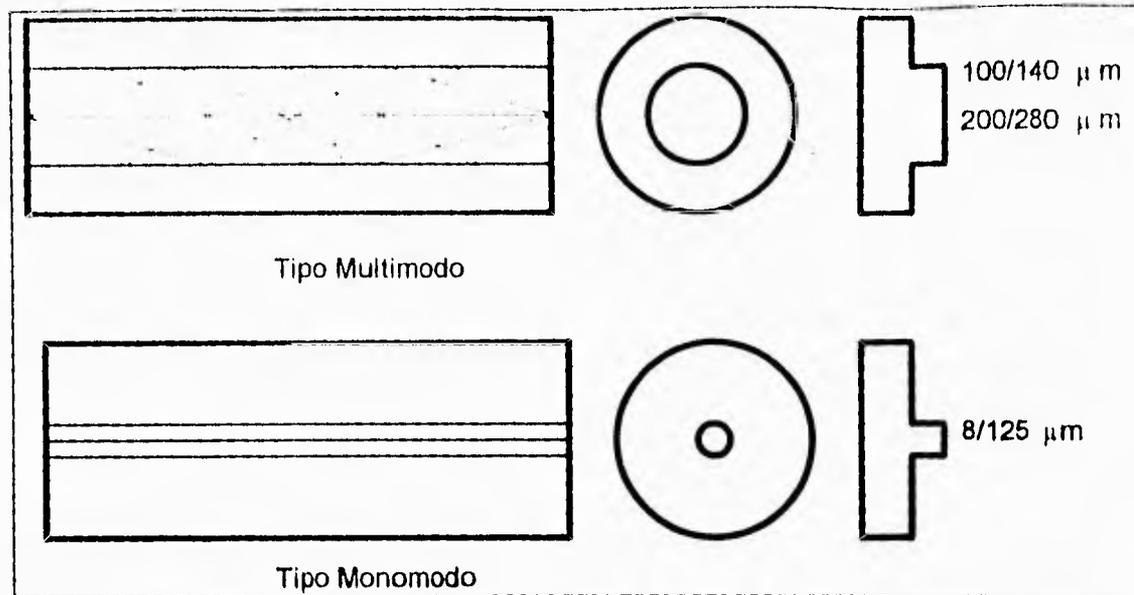


Figura I.5.4 Tipos de fibras ópticas.

### **Microondas.**

- en un sistema de microondas se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión;
- la información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud. Pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, ó pueden establecerse enlaces punto a punto;
- las estaciones consisten en una antena tipo plato y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario;
- la transmisión es en línea recta (lo que está a la vista) y, por lo tanto, se ve afectada por accidentes geográficos, edificios, bosques, mal tiempo, etc. El enlace promedio es de 40 Km. en la Tierra;
- una de las ventajas importantes, es la capacidad de poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, a la vez que permite la transmisión de datos en su forma natural;

- tres son las formas más comunes de utilización en redes de procesamiento de datos;
- redes entre ciudades, usando la red telefónica pública con antenas repetidoras terrestres;
- redes metropolitanas privadas y para aplicaciones específicas;
- redes de largo alcance con satélites;
- en las redes intraciudades, se instalan antenas para un grupo de dispositivos en los puntos altos de la misma: edificios, cerros, etc.

En el caso de utilización de satélites, las antenas emisoras, repetidoras ó receptoras pueden ser fijas ó móviles.

## **MODULACION POR PULSOS CODIFICADOS.**

Para poder transmitir una señal de variación continua en forma discreta, es necesario recurrir a una técnica conocida como Modulación por Pulsos Codificados (PCM).

El PCM es un tipo de modulación usada para representar señales analógicas (voz, etc.) en forma de valores discretos, y así poder transmitir las primeras sobre un medio digital.

### ***Método de codificación.***

#### **PASO 1: Cuantificación de la señal.**

La señal analógica es dividida entre una cierta cantidad de niveles de voltaje. Si dividimos la voz humana entre 256 niveles, necesitaremos ( $2^8=256$ ) 8 bits para representar cada nivel.

#### **PASO 2: Muestreo de los niveles de voltaje.**

Puede demostrarse estadísticamente que la señal original puede ser reproducida si se muestrea al doble de la velocidad de la más alta frecuencia de la señal analógica.

Para un canal de voz de 4KHz, un muestreo de 8,000 veces/seg. reproducirá la señal original.

#### **PASO 3: Transmisión de los pulsos.**

El valor de cada muestra se codifica como un número binario de 8 bits y ese número se transmite en forma digital (m=muestra). Entonces, la velocidad de la línea necesaria para transmitir la voz humana sería:  $8,000 \text{ m/s} \times 8 \text{ bits/m} = 64,000 \text{ b/s}$ .

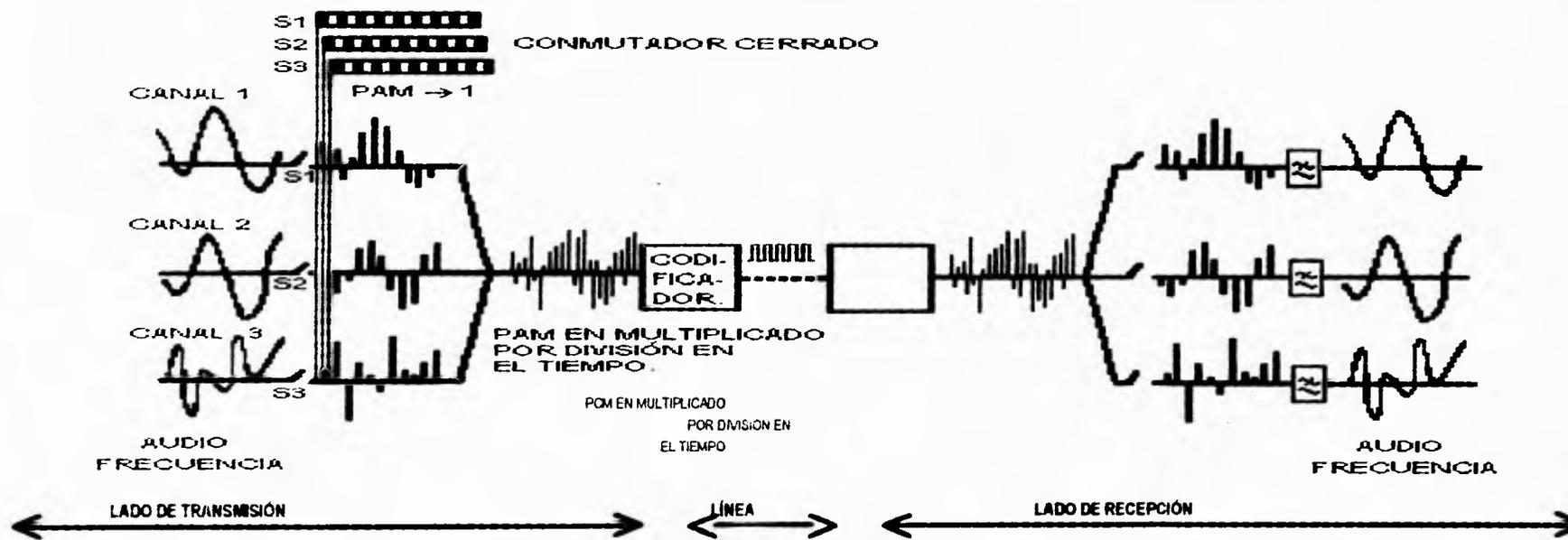


Figura 1.5.5 Método de modulación por un código de pulsos.

## **REDES DIGITALES DE SERVICIOS INTEGRADOS.**

Nacidas de la evolución de las redes telefónicas públicas, las "RDSI's" se proyectan como la siguiente etapa inevitable en la historia de las redes de comunicación (de voz, datos y video). Las redes de servicios integrados están recibiendo un gran empuje en su desarrollo, tendiente a su estandarización, a partir de los trabajos del Grupo de Estudio XVIII del CCITT.

Se desea brindar al usuario de RDSI, el gran beneficio de poder acceder a múltiples servicios a través de un único punto de interconexión, integrado y estandarizado.

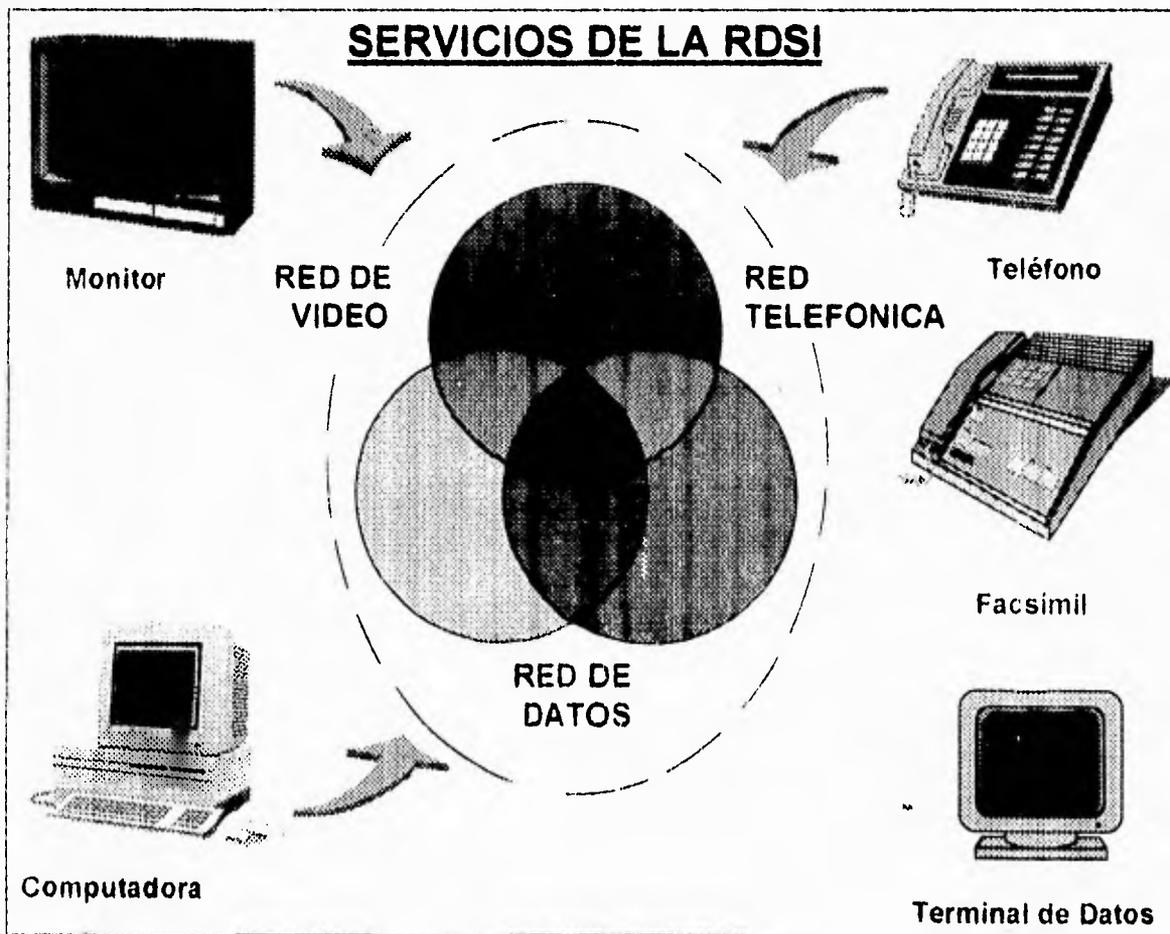


Fig 1.5.6 Servicios de RDSI

---

Desde el punto de vista del usuario, podemos imaginar un simple enchufe (del cual podremos seleccionar varios servicios) y anchos de banda diferentes, de acuerdo con nuestras necesidades.

Dentro de la propia RDSI cabe distinguir los siguientes tipos:

- \* RDSI de Banda Estrecha con enlaces hasta 2 Mbit/seg.
- \* RDSI de Banda Ancha con enlaces superiores a 2 Mbit/seg.

La Red Digital de Teléfonos de México está conformada por la Red Terrestre, la Satelital y la de Paquetes, juntas constituyen la primera etapa en la implantación de la Red Digital de Servicios Integrados que TELMEX tiene en proceso, para mantenerse a la vanguardia de la tecnología de telecomunicaciones que marca la tendencia a nivel mundial en los 90's.

### ***CARACTERÍSTICAS DE LA RED.***

#### ***Disponibilidad.***

- infraestructura existente para su contratación inmediata;
- respaldo de la instalación y supervisión por compañías de prestigio mundial;
- tiempos mínimos de respuesta en el servicio.

#### ***Confiabilidad.***

- medio de transmisión de alta calidad inmune al ruido e interferencias a través de fibra óptica;
- precisión para completar llamadas con el uso de centrales de conmutación digital;

- 
- respaldo asegurado mediante la instalación de radios digitales y fibras ópticas de soporte.

***Calidad.***

- alta calidad en la conversación;
- mínimo promedio de errores en el envío y recepción de datos;
- absolutamente libre de ruidos e interferencias.

***Otras ventajas.***

- flexibilidad para configurar sus comunicaciones de acuerdo con el desarrollo de cada organización;
- es una opción eficaz y confiable de envío y recepción de datos;
- acceso del usuario a través de sistemas de fibras ópticas y microondas digitales;
- cuenta con centro de conmutación y transmisión con sobrada capacidad de manejo de líneas digitales de alta velocidad y acceso múltiple;
- ofrece el acceso directo a conmutadores digitales y analógicos;
- utiliza canales digitales de larga distancia para enlazar las ciudades consideradas en esta red.

***CARACTERÍSTICAS DE LA RDI (TELMEX)***

***Acceso digital a un conmutador digital.***

Mediante éste servicio, los conmutadores del usuario pueden ser conectados a la RDI a través de troncales de 64 Kb/s y enlaces de 2.048 Mb/seg incorporando así a sus comunicaciones todo el potencial y calidad que la tecnología digital ofrece en la actualidad en la transmisión de información tanto de voz como de datos.

***Marcación directa entrante.***

Este servicio permite que las extensiones del conmutador del usuario conectado a la RDI puedan ser accesadas desde el exterior como un número directo sin necesidad de la intervención de la operadora.

***Centrex básico.***

Con ésta facilidad, en las instalaciones de usuario se ubica un módulo de la central de conmutación de la RDI, dotando así al cliente de los servicios y funciones básicas equivalentes de un conmutador privado, con la responsabilidad del mantenimiento por parte de TELMEX y sin necesidad de inversiones en equipo, aunado a que de forma inmediata, se puedan incorporar funciones y servicios más avanzados, evitando la obsolescencia en sus comunicaciones.

***Centrex avanzado.***

Completando la versión básica de éste servicio, se integran facilidades más avanzadas de la tecnología digital, dotando al usuario desde el inicio de la posibilidad de manejar en su empresa voz, datos y video, en las mismas condiciones financieras, económicas y operativas del caso básico.

***Videoconferencia.***

Tema desarrollado en éste trabajo.

***Enlace digital de alta velocidad.***

Es el establecimiento de un canal de 2.048 Mbps<sup>(1)</sup> punto a punto para la transmisión de señales de información como voz, datos e imágenes. El enlace digital de alta velocidad permite la optimización y racionalización de las comunicaciones al facilitar la administración de su capacidad ya que puede modularse de acuerdo a las necesidades de cada usuario, pudiendo manejar

---

<sup>(1)</sup> Mega Bits por segundo

---

desde 30 comunicaciones de voz de 64 Kbps hasta 240 con voz comprimida, así como 30 de datos también de 64 Kbps hasta 180 de 9.6 Kbps ó las combinaciones de ambas.

***Red privada metropolitana.***

Es la capacidad de interconectar a través de la RDI todas las ubicaciones de un cliente en una misma ciudad con las facilidades y servicios de una red privada, con enlaces de muy alta calidad y velocidad que permiten la administración adecuada de los recursos de la empresa y con la tecnología digital, la utilización de diversas modalidades de transmisión como voz, datos e imagen como si fuera un solo edificio, optimizando la operación diaria.

***Cruce fronterizo.***

Es la capacidad de interconectar a las empresas e instituciones de las ciudades fronterizas, principalmente la industria maquiladora con las ciudades ó poblaciones equivalentes en E.U.A. a través de enlaces de la RDI de hasta 2.048 Mbps, para la transmisión de todo tipo de señales, optimizando las comunicaciones y operaciones de éstos clientes

***Red global.***

Permite la formación de redes de alta capacidad de tecnología digital con funciones y facilidades asociadas a una red privada y con alcances internacionales, enlazando localidades de diversos países para el establecimiento de comunicaciones efectivas y competitivas.

***Telefonía de alta calidad.***

Permite suministrar los servicios de RDI en los polos de desarrollo turístico e industrial donde no se cuenta aún con infraestructura digital y se requiera proporcionar en corto plazo.

***Red privada de voz y datos.***

Permite integrar las funciones que una empresa lleva a cabo en diferentes localidades mediante los servicios de la RDI, los cuales ofrecen una conectividad total para domicilios y ciudades.

***Red de paquetes de datos.***

La RDI permite la transferencia electrónica de datos, el acceso a bases de datos (Videotexto) y el uso del correo electrónico entre empresas e instituciones.

***Red satelital.***

Suministra servicios digitales de RDI a aquellas empresas que se encuentran localizadas en ciudades donde no se cuenta con infraestructura terrestre digital.

***Enlaces virtuales.***

Permite ofrecer a los usuarios de la RDI enlaces semipermanentes conmutados de 64 Kbps punto a punto bajo demanda previa y por tiempo determinado, mediante simples comandos en el centro de control de la red.

Todo lo hasta aquí mencionado se espera que sirva al lector como un antecedente para involucrarlo en los conocimientos básicos que se deben de tener en cuenta para iniciar la implementación de una sala de videoconferencias.

**CAPITULO II**  
**CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE**  
**VIDEOCONFERENCIA.**

## **II.1 Definición de Videoconferencia.**

Antes de comenzar por la definición convencional de VIDEOCONFERENCIA es preciso conocer primero lo que se conoce como TELECONFERENCIA.

El concepto de TELECONFERENCIA engloba una serie de servicios de telecomunicación que posibilitan la comunicación de voz, imagen y datos entre dos ó más grupos de personas situadas en dos ó más puntos geográficamente distantes. Su principal característica es que está enfocada a realizar la comunicación en un solo sentido. Por ejemplo, a la transmisión recibida por un televisor se le considera como un servicio de Teleconferencia.

Sin embargo, se han desarrollado otros sistemas que permiten la transmisión y recepción de información en uno ó dos sentidos, como lo son:

**AUDIOCONFERENCIA.** Como su nombre lo dice es una comunicación conferencial realizada mediante audio en donde los elementos que la hacen posible son: el envío de voz a través de una línea telefónica, micrófonos y bocinas.

**AUDIOCONFERENCIA CON AYUDAS VISUALES.** Éste tipo de comunicación maneja un sistema de audio similar al anterior combinado con el envío de gráficas e imágenes congeladas.

**LOS SISTEMAS DE MULTIMEDIA.** Como su nombre lo indica es una combinación de dos ó más medios, que permiten a una computadora manejar gráficos, sonido, video, unidades de almacenamiento, puertos de

Entrada/Salida, Modems etc. logrando así alternativas de comunicación muy similares a las de la videoconferencia.

Las principales diferencias entre multimedia y videoconferencia son:

- para tener multimedia es necesario contar con equipos PC's
- multimedia requiere de estándares de compresión basados en JPEG, la videoconferencia usa otras normas de compresión.
- A nivel de PC's no se han logrado las velocidades de transmisión que se tiene con videoconferencia.
- en videoconferencia es necesario contar con un CODEC.
- los equipos de multimedia forman parte de las videoconferencias como equipos auxiliares de procesamiento.

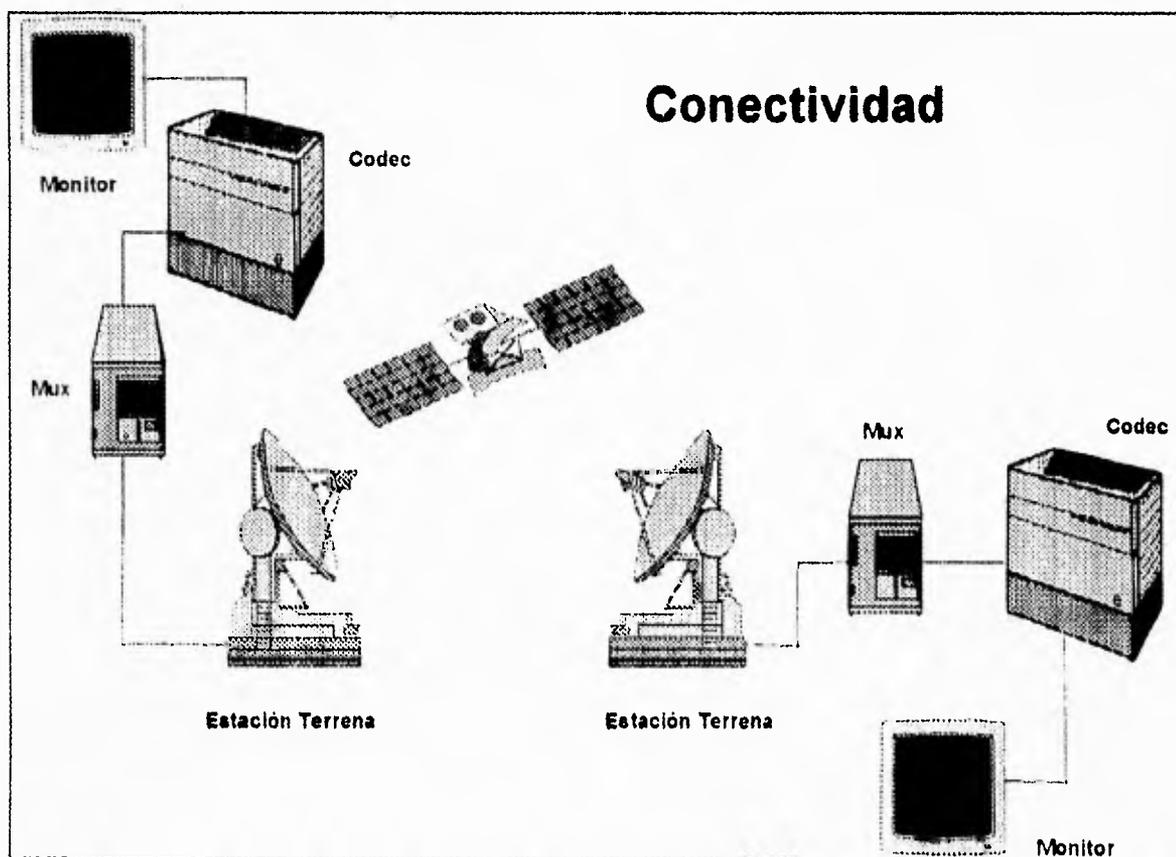


Figura II. 1.1 Configuración de un sistema de videoconferencia

## **VIDEOCONFERENCIA.**

La VIDEOCONFERENCIA es un servicio que posibilita la comunicación audiovisual (video con movimiento + audio) entre dos ó más grupos de personas geográficamente dispersas (figura II.1.1).

El sistema de VIDEOCONFERENCIA proporciona imágenes móviles de los participantes junto con sonido de buena calidad e incorporando servicios telemáticos auxiliares como son:

- facsímil;
- telescritura;
- pizarrón electrónico;
- proyección de diapositivas, etc.

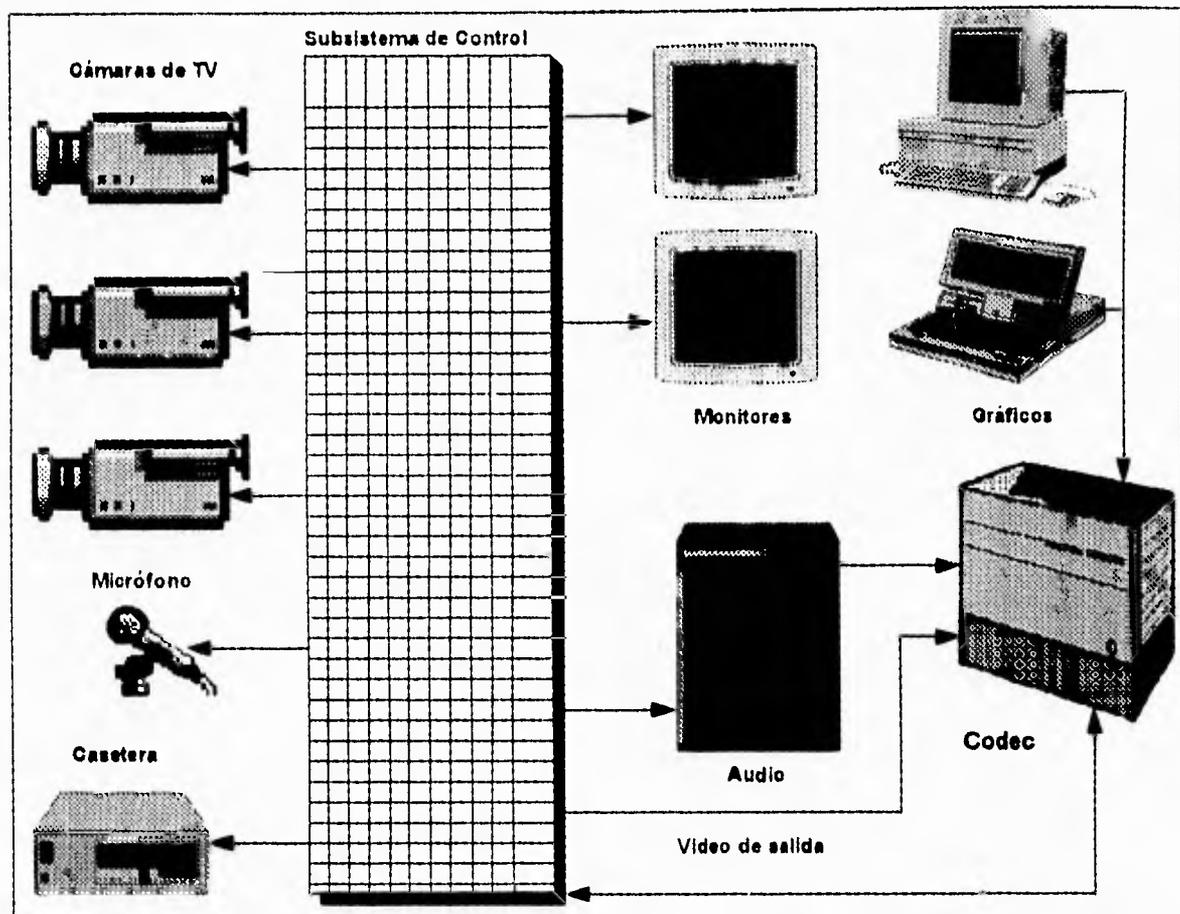


Figura II.1.2 Equipo de una sala de videoconferencia.

La VIDEOCONFERENCIA se materializa a través de la interconexión de dos ó más salas acondicionadas específicamente para ello (figura II.1.2).

El equipamiento de la sala debe ser tal que proporcione una sensación de contacto real entre los participantes, como si estuvieran sentados alrededor de una misma mesa.

Dicha sensación se consigue habilitando pantallas que reproduzcan a los interlocutores del extremo distante y proporcionando un sonido abierto que permita una conversación sin restricción entre todos los participantes.

Y el empleo de cualquiera de los servicios auxiliares contribuye a aumentar la sensación de contacto real.

La siguiente tabla resume las características de los principales sistemas de videoconferencia.

**TABLA DE COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE CONFERENCIA.**

	<b>VIDEOCONFERENCIA</b>	<b>AUDIOCONFERENCIA CON AYUDAS VISUALES</b>	<b>AUDIOCONFERENCIA.</b>
<b>Componentes del sistema.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminales de video y de audio.</li> <li>- Línea de transmisión.</li> <li>- Banda ancha de transmisión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banda angosta de transmisión.</li> <li>- Línea telefónica /Línea Privada.</li> <li>- Terminales de video/audio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banda angosta de transmisión.</li> <li>- Equipo de audioconferencia.</li> <li>- Línea telefónica.</li> <li>- Terminales de audio.</li> </ul>
<b>Efectos de transmisión de la información.</b>	Muy similar a una reunión de cara a cara.	Fácil explicación de datos con el uso de desplegados gráficos.	No aplicable a procesos de gran intercambio de información.
<b>Sensación de estar presente.</b>	Completamente satisfactoria.	Intermedia entre 1 y 3.	Insatisfactoria.
<b>Atmósfera</b>	Confortable	Adecuada para reuniones largas.	No agradable para reuniones largas.
<b>Adaptabilidad para conferencias urgentes</b>	Básicamente por reservación.	Básicamente por reservación.	Para uso inmediato.
<b>Costo.</b>	Caro.	Razonable	Barato

## II.2 Necesidades principales que generan el uso de la videoconferencia.

La aplicación de videoconferencia como un servicio de telecomunicación está asociada directamente con los motivos que hacen necesaria la celebración de una reunión "CARA a CARA", situación que lleva normalmente la implicación de desplazarse.

Según estudios realizados por "THE LONDON SCHOOL OF ECONOMICS", sobre una muestra de 1554 reuniones, en la mayoría de los casos (44%) el motivo fundamental de la reunión es intercambiar información, tal y como se muestra en las tablas siguientes.

### OBJETIVOS MAS USUALES DE UNA REUNIÓN.

PROPÓSITO DE LAS REUNIONES.	% REUNIONES
TRANSMITIR Ó RECIBIR ORDENES	8
COMUNICAR Ó RECIBIR INFORMACIÓN	44
TRANSMITIR Ó RECIBIR RECOMENDACIONES	11
NEGOCIACIONES	8
DISCUSIONES GENERALES	13
OTROS	16
TOTAL	100

### RAZONES QUE ACONSEJAN LA CELEBRACIÓN DE REUNIONES.

La siguiente tabla muestra los casos más típicos que ameritan un reunión.

RAZÓN	% REUNIONES
NECESIDAD DE PARTICIPACIÓN DE GRUPOS	25%
NECESIDAD DE INTERCAMBIAR DOCUMENTOS	24%
NECESIDAD DE RECOPILAR INFORMACIÓN	16%
SEGURIDAD	7%
NECESIDADES DE OBSERVAR LAS REACCIONES DE LOS DEMÁS	4%
PERSUACIÓN MAS EFICAZ	3%
RELACIONES MENOS DISTANTES	1%
CORTESIA	1%
OTRAS	13%
SIN MOTIVO EVIDENTE	6%

De los resultados antes expuestos falta mencionar como la VIDEOCONFERENCIA puede suplir todas y cada una de las actividades que se realizan habitualmente en una reunión tal y como se muestra en la siguiente tabla.

## REQUISITOS DE UNA CONFERENCIA Y SU SOLUCIÓN MEDIANTE VIDEOCONFERENCIA.

Por la experiencia de quienes han usado la videoconferencia como una alternativa de comunicación se considera que las actividades descritas en la columna izquierda pueden ser sustituidas sin ningún problema por algún elemento en una videoconferencia.

Actividades en la reunión.	Equivalencia en Videoconferencia.
Presentaciones previas.	Transmisión de la imagen de los asistentes y sonido asociado.
Conversación, audiencia.	Transmisión imagen y sonido.
Explicación, distribución y examen de documentos	Facsimil y/o imágenes congeladas.
Utilización de pizarrones para dibujar o escribir.	Pizarrones electrónicos o telescritura.
Proyección de diapositivas o acetatos.	Transmisión a través de cámara de graficación de alta resolución.
Presentación de información en computadoras personales	Interconexión de las PC's.
Presentación o descripción de objetos.	Transmisión de la imagen del objeto.
Petición de la palabra.	Transmisión de la imagen y sonido del solicitante.
Sesión de la palabra.	Transmisión de imagen del moderador.
Consultas a personas ajenas a la reunión.	Llamadas telefónicas (Videoteléfonos).

**Según estadísticas del Banco Nacional de México, su personal que utiliza el servicio de videoconferencia considera que:**

- **el 50% de las juntas pueden ser remplazadas por videojuntas;**
- **el 15% de las personas que viajan por negocios, desean hacerlo;**
- **el 38% preferirían dejar de hacerlo;**
- **las videoconferencias substituyen viajes específicos;**
- **proporcionan reducción considerable de costos.**
- **permiten hacer llegar a muchas personas simultáneamente factores de capacitación.**

**Con los datos hasta ahora mostrados podemos conciderar a la videoconferencia como una alternativa que supla las grandes distancias y permita una comunicación interctiva entre sus participantes**

**CAPITULO III.**  
**ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS QUE CONFORMAN**  
**UNA VIDEOCONFERENCIA.**

---

La intención de éste capítulo es presentar cada uno de los subsistemas que conforman una videoconferencia.

Así como el sistema de audio está diseñado para replicar el ambiente de sonido real en una reunión "Cara a Cara", el sistema de video provee la comunicación visual entre los participantes mediante el despliegado de la imagen de una sala a la otra en monitores y si se requiere desplegar documentos ó dibujos detallados hacia una sala remota será necesario accesar el subsistema de alta resolución.

Cada uno de estos elementos al igual que otros más, en su conjunto, hacen posible la implementación y el buen funcionamiento de una videoconferencia.

A continuación se muestra la estructura general de los subsistemas que forman una videoconferencia (figura III.1).

- **Subsistema de audio:**
  - micrófonos;
  - bocinas;
  - canceladores y supresores de eco;
  - mezcladoras.
  
- **Subsistema de video:**
  - monitores;
  - cámaras;
  - aparatos de alumbrado.

- **Subsistema de comunicación:**
  - codecs;
  - métodos de compresión;
  - compresión de audio;
  - compresión de video;
  - normas de compresión.
  
- **Subsistema de control:**
  - control.
  
- **Subsistema de servicios auxiliares:**
  - sistema de alta resolución;
  - sistema de pizarrón electrónico;
  - otros.

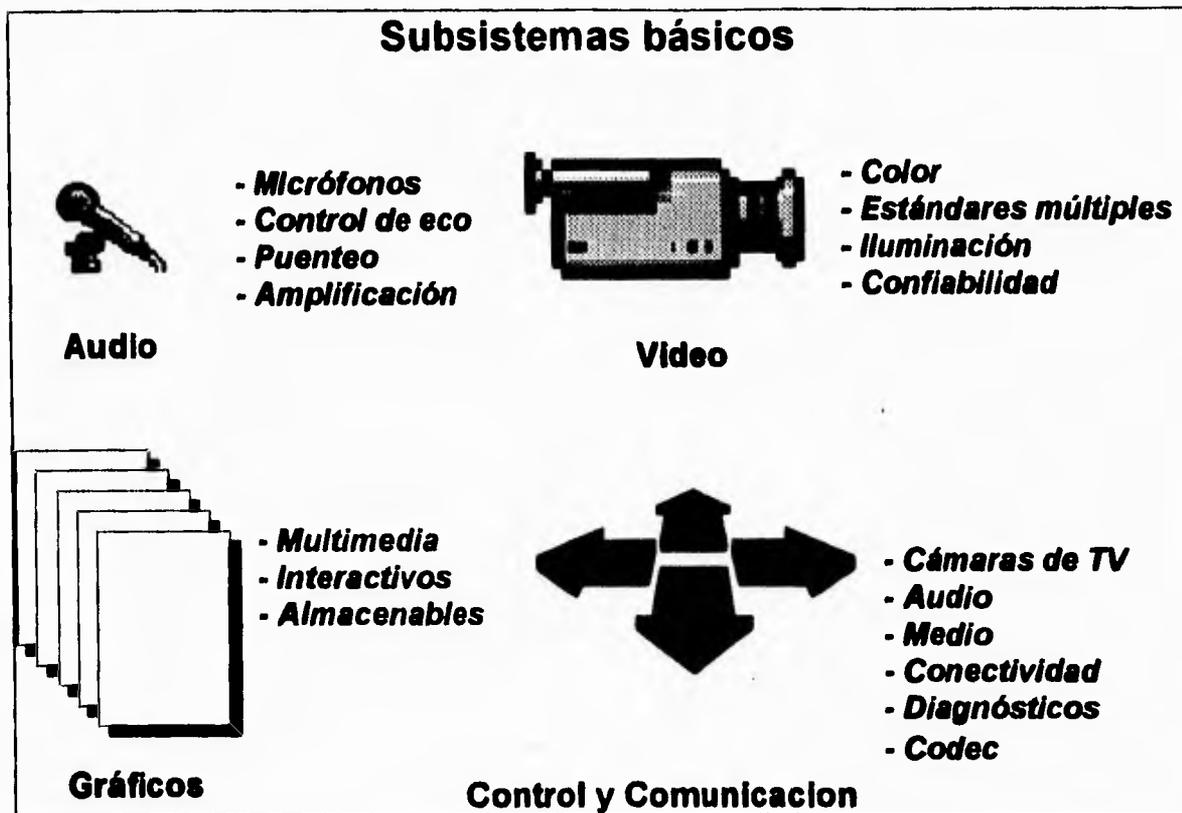


Figura III.1 Subsistemas básicos de una videoconferencia.

### **III.1 Subsistema de audio.**

El audio es uno de los elementos fundamentales de una Videoconferencia. Si el video llegara a fallar sería posible continuar la Videoconferencia empleando únicamente el canal de audio. Pero si el audio fallara, sería casi imposible comunicarse con video.

Al transformar los sonidos en señal de audio puede ocurrir que la reproducción de los mismos genere características indeseables que enturbien el mensaje sonoro. Estos defectos pueden ser ruidos añadidos a la señal original y ajenos a la naturaleza real del sonido que se transfiere.

Por lo que para lograr una buena transmisión de audio en una videoconferencia es necesario considerar ciertos elementos que lo hagan posible, desde el diseño del cuarto, hasta la elección de dispositivos como son transductores, reproductores acústicos, canceladores, supresores de eco, mezcladores y amplificadores de audio.

Cada uno de éstos elementos serán explicados a continuación.

#### ***Transductores.***

Se denominan transductores de audio, a todos aquellos dispositivos que convierten energía acústica en eléctrica ó viceversa. Un buen transductor conserva las características de la señal original, es decir, su potencia, frecuencia central y armónicas (timbre), sin producir ningún tipo de distorsión.

Para fines de éste trabajo se estudiarán los diferentes tipos de bocinas y micrófonos que se recomiendan en una sala de videoconferencia.

### **Micrófonos.**

Los micrófonos adquieren importancia en el hecho de que su uso no se limita a la captación de un sonido para su transformación en ondas eléctricas sino que es el comienzo de todo proceso de grabación, razón por la cual su calidad define la calidad del sistema de videoconferencia.

La operatividad de la grabación sonora se apoya en el tipo de micrófono empleado y en su colocación respecto a la fuente sonora. El margen de volúmen sonoro que un sonido puede manejar es limitado. Cuando este volúmen es demasiado alto los sonidos producirán distorsiones. Pero, cuando por el contrario es excesivamente bajo, puede llegar a su casi anulación por los ruidos de fondo de volúmen equivalente, zumbidos y otras interferencias. Es esencial no sobrecargar el micrófono (acercándolo demasiado a la fuente ) ni amplificar en exceso la señal de reproducción (sobremodulación).

Existen micrófonos de muy variadas características, adaptables a las necesidades prácticas de cada caso, siendo sus propiedades más destacadas la sensibilidad y la direccionalidad. La sensibilidad de un micrófono viene determinada por la amplitud de la señal de audio que es capaz de producir para un volúmen de sonido prefijado. Dicho de otra forma es la relación existente entre la presión sonora incidente y la señal eléctrica generada por éste.

Los fabricantes suelen dar la sensibilidad de un micrófono expresada en db (decibelios) tomando como referencia cualquiera de los siguientes valores:

- a) la presión sonora de un microbar que genera una señal de salida de 1 volt;
- b) la presión sonora de 10 microbar que genera una señal de salida de 1 miliwatt;
- c) la presión sonora de 10 microbar que genera una señal de salida de 1 volt.

---

Las propiedades de direccionalidad se refieren a su diagrama de sensibilidad espacial, representada por un gráfico que nos indica visiblemente en que sentidos del espacio que rodea al micrófono actúa éste. Gracias a ella es posible recoger los sonidos seleccionados y eliminar los no deseados. La direccionalidad varía con la frecuencia y en algunos casos un diagrama polar incluye curvas para varios valores de frecuencia.

Básicamente se puede clasificar a los micrófonos por su direccionalidad en: omnidireccional, bidireccional, cardioide y unidireccional.

Un micrófono omnidireccional capta sonidos con igual facilidad desde cualquier dirección figura III.1.1 (a).

Un micrófono bidireccional posee dos lóbulos de captación bien definidos. Según la figura III.1.1 (b) sentidos opuestos provocan máximos y mínimos de captación (máximos para 0 y 180 y mínimos para 90 y 270 grados).

Los micrófonos de respuesta denominada cardioide poseen las características que se observan en la figura III.1.1 (c). Se ve que posee una buena sensibilidad en un semiplano y va disminuyendo rápidamente hasta hacerse nula en el semiplano opuesto.

El micrófono unidireccional posee una mayor sensibilidad al sonido frontal que cualquier otro tipo de micrófono, figura III.1.1 (d).

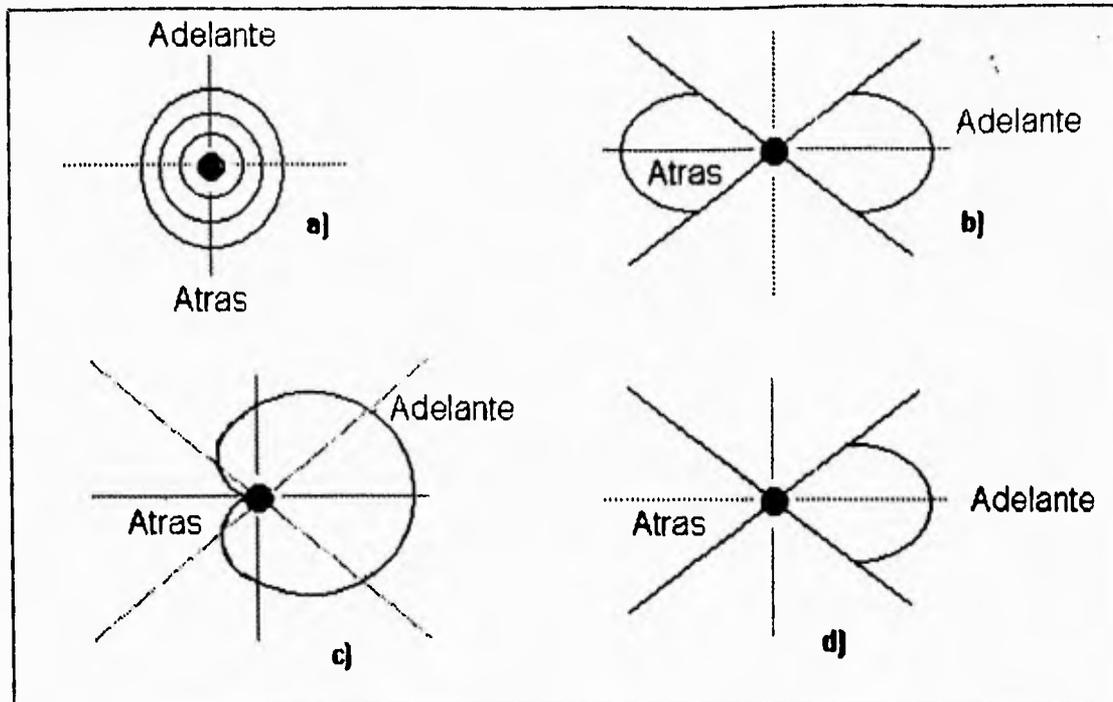


Figura III.1.1 Diagramas de direccionalidad en micrófonos

El funcionamiento de un micrófono se basa en el oído humano ya que la onda sonora incidente produce una vibración en el diafragma que genera la señal eléctrica correspondiente.

Los micrófonos generalmente se les clasifica en:

- a) según la forma en que las ondas sonoras hacen vibrar al diafragma;
- b) según la forma en que las ondas sonoras se convierten en señales eléctricas.

De acuerdo con la clasificación a) los micrófonos pueden ser :

- de presión;
- de gradiente de presión.

Los micrófonos de presión son los más comunes y entre ellos se destacan los omnidireccionales. La razón es que la presión en el aire se extiende de

---

forma igual en todas las direcciones y si un micrófono detecta "cambios de presión" en el aire no interesará de donde provenga la misma.

- *Micrófono de bobina móvil.*

- tipo electrodinámico;
- bajo costo;
- alta sensibilidad;
- uso profesional ó semiprofesional;
- respuesta en frecuencia casi plana entre 20 Hz y 10,000 Hz.
- tamaño pequeño y liviano;
- baja impedancia (entre 50 ohms y 250 ohms);
- rango dinámico amplio (entre 7 y 10 veces ya que él mismo varía entre 20 dB y 140 dB);
- solidos , buena respuesta, poco ruido de fondo y casi nula distorsión;
- muy sensibles al ruido del viento en trabajos de exterior.

- *Micrófonos de capacitor.*

- tipo dieléctrico;
- tamaño pequeño;
- impedancia mayor al Mega Ohm;
- señal de salida muy pequeña, por lo cuál necesita un preamplificador que se coloca muy cerca del micrófono para evitar la captación de ruidos eléctricos indeseables.

- *Micrófonos piezoeléctricos.*

- construcción: cristal piezoeléctrico;
- genera una tensión eléctrica cuando se le aplica una presión mecánica;
- alta sensibilidad;

- económico pero de baja calidad;
  - impedancia del orden de 1 Mega Ohm;
  - respuesta en frecuencia va de 50 Hz a 20,000 Hz;
  - no se usan para trabajos de alta calidad.
- *Micrófonos de carbón.*
    - tipo de construcción: granulos de carbón;
    - modo de funcionamiento resistencia interna varía al ritmo de la membrana;
    - baja impedancia;
    - baja calidad;
    - respuesta en frecuencia restringida (300 Hz a 3400 Hz.);
    - muy económico;
    - potencia alta;
    - uso telefonía;
    - introduce un ruido de fondo bastante considerable, aún cuando no exista una onda sonora incidente.
- *Micrófonos de velocidad.*
    - tipo electrodinámico;
    - muy alta sensibilidad;
    - muy costoso;
    - uso estrictamente profesional, debido a su alta fidelidad;
    - baja impedancia (entre 50 y 500 Ohms);
    - posee muy buena respuesta en frecuencia;
    - carece de ruido propio.
- *Micrófono de reluctancia variable.*
    - tipo electrodinámico;

- bajo costo y calidad;
- uso no muy frecuente;
- respuesta en frecuencia muy limitada;
- baja impedancia (50 a 250 Ohm).

**NOTA:** No todos los micrófonos descritos captan ondas acústicas desde todas direcciones.

Los micrófonos son elementos esenciales en una grabación y en ocasiones es necesario grabar la videoconferencia

#### ***Grabación de sonido.***

El control de volumen de grabación se efectúa mediante vúmetros de aguja. La escala superior está desarrollada en decibelios referidos al 100% de modulación. Puede haber distorsión cuando la aguja sobrepasa los 0 dB en música y -6 dB en palabra. En la práctica de la toma de sonido el control de volumen debe realizarse manualmente. Sólo en casos excepcionales debe hacerse automático ya que a veces se imprime una calidad deficiente por aumento de ruidos de fondo cuando la fuente sonora principal baja ó enmudece.

#### ***Reproductores acústicos.***

El reproductor acústico en un equipo de audio es la bocina ó altavoz, parte de la "pantalla acústica", formada además por el recinto (baffle ó caja acústica).

Tiempo atrás, la bocina no debía reunir exigentes requisitos, pero en la medida en que fué avanzando la técnica y se construyeron equipos de audio de buena calidad, se ha exigido un estudio profundo sobre la construcción de los altavoces ya que no serviría de nada tener equipos estereofónicos de alta

fidelidad si las señales eléctricas que éstos amplifican no pudieran ser transformadas en ondas acústicas en toda la gama del espectro audible.

El proceso de transformación de señal eléctrica a onda acústica se lleva a cabo en dos pasos: primero se hace una transformación de energía eléctrica en mecánica y luego la energía mecánica se transforma en energía sonora.

De acuerdo con lo anterior, podemos dividir a las piezas constituyentes del parlante de la siguiente manera:

- a) parte electromagnética;
- b) parte mecánica;
- c) parte acústica.

a) La parte electromagnética, la forman un imán y una bobina móvil. La bobina está sumergida dentro del campo magnético del imán de tal manera, que al ser recorrida por corriente, se produce una acción electromagnética y como consecuencia, la bobina se mueve.

b) La parte mecánica está formada por el cono y su sistema de suspensión. El cono es solidario a la bobina y por lo tanto, acompaña al movimiento de la misma cuando es recorrida por corriente. De ésta manera, el cono vibra cuando por la bobina circula una corriente variable.

c) Por último, la parte acústica es la encargada de transmitir al recinto de audición la energía sonora desarrollada por el cono.

#### *Clasificación de las bocinas.*

De acuerdo a los elementos eléctricos que las constituyen se clasifican en:

- bocinas dinámicas;
- bocinas electrodinámicas;
- bocinas electrostáticas;

- bocinas piezoeléctricas.

**De acuerdo a sus elementos mecánicos:**

- bocinas de bobina móvil;

- bocinas de hierro móvil.

**De acuerdo a sus elementos acústicos:**

- bocinas de membrana metálica;

- bocinas de aire comprimido;

- bocinas de cono de cartón.

**De acuerdo al rango de frecuencia de trabajo:**

- bocinas reproductoras de sonidos graves;

- bocinas reproductoras de frecuencias medias;

- bocinas reproductoras de frecuencias altas;

- bocinas de rango extendido.

**De acuerdo con la primera clasificación:**

- **Bocinas dinámicas.**

Son las más utilizadas, especialmente en sistemas de alta fidelidad. Están constituidas por las siguientes partes:

- imán permanente;

- bobina móvil;

- cono ó diafragma;

- suspensión interna del cono (araña);

- suspensión externa del cono;

- campana ó cuerpo principal;

- cables de conexión de la bobina móvil;

- bornes de entrada;
- tapa de retención de polvo;

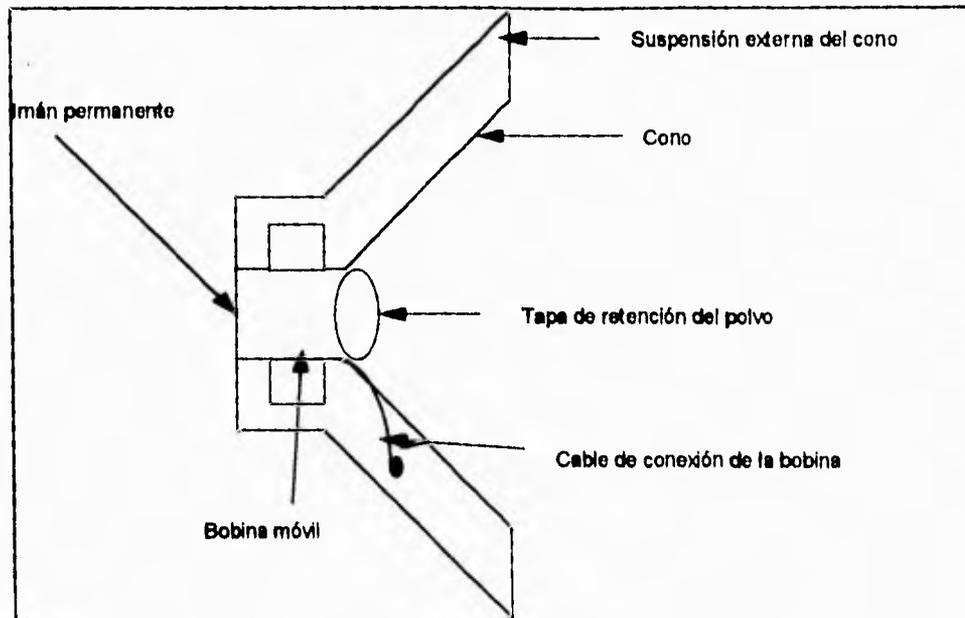


Figura III.1.2 Diagrama básico de una bocina

### ***Bocinas para tonos graves.***

- frecuencia de resonancia muy baja, con el objeto que puedan reproducir tonos muy bajos;
- unidad de grandes dimensiones, ya que la frecuencia de resonancia guarda relación inversa con el diámetro del diafragma;
- rendimiento disminuye a medida que aumenta la frecuencia;
- frecuencia de resonancia en torno a los 20 Hz;
- debe poseer una respuesta casi plana hasta el límite inferior de las frecuencias vocales;
- frecuencia de corte 4,000 Hz.

### ***Bocinas para tonos medios.***

- 
- mínima distorsión ya que deben reproducir la mayor parte de los sonidos;
  - frecuencia de resonancia no superior a los 200 Hz;
  - frecuencia de corte del orden de los 7 u 8 KHz;
  - es la bocina que más introduce el efecto de coloración. razón por la cual su diseño es delicado.

#### ***Bocinas para tonos agudos.***

- parlantes con diafragma de pequeñas dimensiones, ya que también lo serán las longitudes de onda de las señales que deben reproducir;
- frecuencia de resonancia de éstos parlantes se sitúa por encima de los 2 KHz;
- frecuencia de corte es superior a los 20 KHz.

#### ***Canceladores de eco.***

Frecuentemente en las conversaciones de larga distancia se presenta el eco; el cuál es un problema que afecta la comunicación de los interlocutores.

El fenómeno eco ocurre cuando nuestras propias palabras son rebotadas al final del receptor

Los ecos que ocurren durante una transmisión de audio frecuentemente causan serios disturbios en una videoconferencia. Los convencionales supresores de eco han sido habilitados para eliminar algunos ecos no deseados, pero crean una pausa en las conversaciones antes de que la réplica sea posible, por otra parte los retardos de ecos son imposibles de suprimir.

Actualmente existen canceladores que soportan sistemas de audio full-duplex para videoconferencias en dos caminos.

Estos sistemas permiten a los participantes hablar espontáneamente sin esperar por pausas en la conversación tal como un ordinario teléfono. Además, mientras una persona está hablando, puede oír claramente al otro extremo.

***Supresores de Eco.***

Durante una conversación simultánea no es posible para un supresor de eco cambiar rápidamente el lado de la conversación.

Además algunas de las sílabas iniciales serán suprimidas ó perdidas, el ruido de una tos, el movimiento de sillas ó tapping en un escritorio pueden producir efectos similares, el recibir voces provocará interrupciones por las que habrá que esperar para reestablecer las condiciones normales.

### **III.2 Subsistema de video.**

#### **FUNDAMENTOS DE LA COMPRESIÓN DE IMÁGENES.**

La finalidad en la compresión de datos de video es representar la imagen de video lo mejor posible usando el mínimo de información.

Existen dos accesos generales para la compresión de información. Un acceso es representar exactamente la misma información en un eficiente camino, es decir, desarrollar un código para que el dato tome un menor espacio que el juego de datos original. Éste tipo de compresión es llamada "menor pérdida" porque envuelve una correcta sustitución de los códigos de datos. El mensaje es corto pero nada de la información es eliminada.

El segundo acceso involucra técnicas de "pérdida" la cuál realiza la compresión descartando ó cambiando porciones del juego de datos.

Dado ésto es necesario llevar a cabo velocidades de compresión extremadamente altas para que los datos de video, puedan mantener una alta calidad de imagen; una combinación de ambas técnicas puede ser usada.

Afortunadamente, las imágenes de video tienen características llamadas de redundancia y regularidad, éstas pueden ser usadas para obtener una velocidad alta de compresión, ya que al descomprimir la imagen las diferencias que pueden existir son imperceptibles. Por ej., en cualquier cuadro de una secuencia de video muchas de las imágenes son quietas y redundantes. Existen grandes áreas de un color, diferentes secciones del mismo color y texturas que son lisas y regulares.

El movimiento de video cuadro por cuadro cuida el tener regularidades. Los fondos usualmente permanecen constantes, mientras los objetos cambian de posición, los cuadros no cambian substancialmente.

Finalmente, es un hecho que el ojo humano es menos sensible al color que al brillo y es mucho menos sensible a las altas frecuencias que a las bajas frecuencias. Dado ésto las técnicas de compresión pueden ser aplicadas a tomar directamente éstas ventajas de sensibilidad, seleccionando, eliminando y alterando los datos para que la reducción de información sean lo menos perceptible para el ojo humano.

### ***Funciones Básicas de Procesamiento.***

Todos los estándares de compresión utilizan un juego de 4 funciones básicas, éstas son:

- 1.- Traslado al espacio de la frecuencia.
- 2.- Cuantización.
- 3.- Codificación de Huffman.
- 4 .-Compensación de movimiento.

### **Traslado al espacio de la frecuencia.**

La más popular estrategia de conversión esta basada en relación a frecuencias sensibles al ojo humano. Sin embargo, los datos de video son normalmente expresados en pixeles, los cuáles describen imágenes en términos de la localización espacial de los componentes.

Por lo tanto, al aplicar cualquier función de compresión, los datos de video deben ser traducidos desde la representación del espacio en pixeles a una forma basada en sus componentes de frecuencia. Para datos gráficos de computadora ésto envuelve dos pasos: convertir los datos de pixeles dentro de una más eficiente representación de color y después derivar los componentes de frecuencia.

En un monitor de computadora estándar, las imágenes están compuestas de pixeles rojos, verdes y azules (R.G.B. Red, Green, Blue).

En la forma RGB el color y los valores de intensidad son unidos para representar el valor de cada pixel.

Para representar la información del color más eficientemente, ésta puede ser trasladada desde los valores de RGB a la forma YUV, donde Y representa sólo valores de intensidad y U y V representan sólo valores de color.

En la forma YUV, la información de la misma imagen puede ser representada usando menos información que en la forma RGB, sin percibir pérdidas en la calidad de la imagen.

En éste punto la transformada discreta del coseno (DCT) opera y es ejecutada para convertir bloques de pixeles YUV dentro de un conjunto de coeficientes que representan los componentes de frecuencia del color y la intensidad en el bloque. La forma de la salida de la operación es una matriz bidimensional la cuál puede ser inversamente transformada dentro de valores de pixeles.

### Quantización.

La cuantización es una aproximación de la pérdida de los componentes de compresión del video.

La cuantización reduce el número de valores necesarios para representar datos.

Ésto es realizado usando una operación muy similar a la división. Por ejemplo, un conjunto de datos contiene enteros en un rango de 0 a 255 se requieren 256 distintos símbolos (números de ocho bits) para representar ésto.

Sin embargo, si cada valor es dividido por ocho, el conjunto entero puede ser representado usando precisamente 32 diferentes símbolos, con algunas pérdidas de finas diferencias entre elementos en el conjunto.

Cuando en la compresión de datos de video la cuantización es aplicada a la matriz de frecuencias generada por la DCT y puede ser variada de acuerdo a diferentes consideraciones, desde que la visión humana es menos sensible al color que a la intensidad, la cuantización de los valores de color pueden ser mayores que los valores de intensidad.

Esto podría proveer un alto grado de compresión para los componentes de color sin causar una degradación muy perceptible de la imagen. En forma similar dado que la visión humana es menos sensible a los detalles de alta frecuencia que a los detalles de baja frecuencia la cuantización de los valores de alta frecuencia puede ser mayor ganando una compresión extra sin sacrificar la calidad de la imagen percibida.

En particular una matriz típicamente cuantizada contiene mucho más valores cero donde los valores de frecuencia más pequeños han sido divididos y truncados a cero. Otra vez, la matriz cotizada puede ser invertida para aproximar a la matriz de frecuencia original. Sin embargo, las finas granulaciones entre valores que estaban eliminados han sido permanentemente perdidos desde el dato.

### Código de HUFFMAN.

Algunas veces llamada codificación de entropía, es la codificación con menor pérdida aplicada a un conjunto de datos, creando la más eficiente representación de los mismos desde que algunos elementos son más comunes que otros.

---

La codificación de Huffman asigna las más cortas palabras de código a los elementos de datos que tienen la más alta probabilidad de ocurrencia, en el proceso de compresión de video la codificación de Huffman es usualmente aplicada cuando trasladamos la matriz de memoria cuantizada dentro de un eficiente conjunto de bits. Por ejemplo, la cuantización de matrices de videofrecuencia contienen muchos ceros y la operación de codificación de Huffman podría asignar muy pocas cadenas de bits para representar varios tramos de ceros.

Las funciones básicas del traslado de RGB a YUV, la aplicación de la DCT, la cuantización y la codificación de Huffman son usadas en la compresión de video para procesar cuadros individuales de imagen. En suma, hay varias operaciones para la compensación de movimiento que pueden ser usadas para tomar ventajas de las características de cuadro a cuadro, obteniendo altos niveles de compresión.

#### Compensación del movimiento.

Los aspectos de compensación de movimiento de la compresión de video envuelve los siguientes dos pasos:

- 1) Comparar cuadro a cuadro la variación en una secuencia de video y
- 2) tratar de reducir el monto de información necesario para describir un cuadro, dando información acerca de uno ó más cuadros relacionados.

Inicialmente el proceso de codificación en la compensación del movimiento está basado en un "cuadro intermedio", el cuál es un simple cuadro codificado independientemente de otros cuadros en la secuencia de video. Para asegurar la integridad de la secuencia de imágenes, nuevos cuadros intermedios son codificados durante el proceso de compresión del video.

La codificación la cuál representa un cuadro en términos de otro cuadro es llamada codificación de intercuadros. Hay dos procesos básicos en la codificación de intercuadros: la predictiva y la interpolativa.

La codificación predictiva es llamada compensación adelantada. Éste proceso es iniciado con un independiente intercuadro codificado. Después cada subsecuente cuadro es comparado con su predecesor y codificado en términos de diferencias entre los dos. Debe haber algunas pérdidas durante el proceso de compresión y descompresión de cada intercuadro predecido, nuevos intercuadros son periódicamente recodificados.

La codificación interpolativa conocida como compensación de movimiento adelantada y atrasada es inicializada con un cuadro intermedio. Sin embargo, en éste tipo de codificación dos cuadros bases no adyacentes son identificados y codificados, usando cada entre cuadro (cuadro intermedio), la codificación de intercuadro predictivo ó la combinación de los dos. Las imágenes en la intervención de cuadros son después construidos por la estimación de movimientos y cambios entre los dos cuadros base.

### ***Otras Aplicaciones.***

La tecnología de video digital provee una amplia plataforma para el desarrollo de un variedad de aplicaciones en negocios, industria y usos individuales. Actualmente existen tres principales áreas de aplicación: comunicaciones, entretenimiento y multimedia.

Los sistemas de comunicaciones que usan color y movimiento de video han sido desarrollados y publicados por casi una década. A la fecha, sin embargo, éstos sistemas han sido caros y particulares. Además en ellos no ha

---

sido posible llevar a cabo un alto grado de interconectividad ó una amplia base de usuarios.

Afortunadamente los nuevos estándares para el procesamiento y transmisión de datos de video proveen plataformas universales que favorecen la implementación y estandarización de los sistemas.

Las aplicaciones en el campo del entretenimiento para el video digital están comenzando a tomar ventaja del procesamiento de las capacidades de manipulación de los sistemas de información digital. Éste acercamiento al video de entretenimiento habilita aplicaciones tales como: sistemas de televisión por cable, los cuáles podrían permitir que la transmisión de video sea individualizada.

En el mercado del entretenimiento del hogar, el video digital espera servir como la base para aplicaciones tales como la HDTV (High Definition Television) y juegos interactivos de verdadero video.

La tercera área de aplicación es la actualmente conocida como multimedia. Éste nombre se refiere a la inclusión de audio, color y movimiento de imágenes de video dentro de una PC y ambientes de estaciones de trabajo. Los avances en procesamiento de las capacidades gráficas de computadoras han llevado una evolución paralela en la complejidad de documentos de computadora: desde textos, gráficas en blanco y negro y la incorporación de imágenes llenas de color. Los componentes de multimedia desarrollados recientemente habilitarán la inclusión de una alta fidelidad del sonido, verdadero color en imágenes y movimiento real de video en un futuro muy cercano.

### **III.3 Subsistema de Servicios Auxiliales.**

El subsistema de pizarrón electrónico es opcional y en algunos sistemas se ofrece mediante la interfaz RS-232 como servicio auxiliar. Esta opción consiste en la comunicación de mensajes por escrito entre ambas salas.

Otros dispositivos adicionales pueden ser la videgrabadora, equipos PC con multimedia, Impresoras de alta resolución, sonido ambiental etc.

### **III.4 Subsistema de control.**

El subsistema de control minimiza las funciones de control que requieren hacer los usuarios y consiste básicamente en una consola controlada por microprocesador. Siempre en un sistema de videoconferencia se cuenta con una consola controladora para dirigir los aparatos y conmutar las conferencias en el caso de existir múltiples conexiones.

### **III.5 Subsistema de comunicación.**

El subsistema de comunicación constituye la interfaz hacia la red de comunicación y es en donde se realiza el procesamiento de la señal de video en forma digital para optimizar el medio de comunicación y de ésta manera reducir los costos.

Éste subsistema es conocido como CODEC (Codificador - Decodificador) y es el subsistema más importante por las funciones que realiza.

Sin CODEC no puede existir videoconferencia.

La siguiente figura ilustra las señales de entrada y salida de un codec.

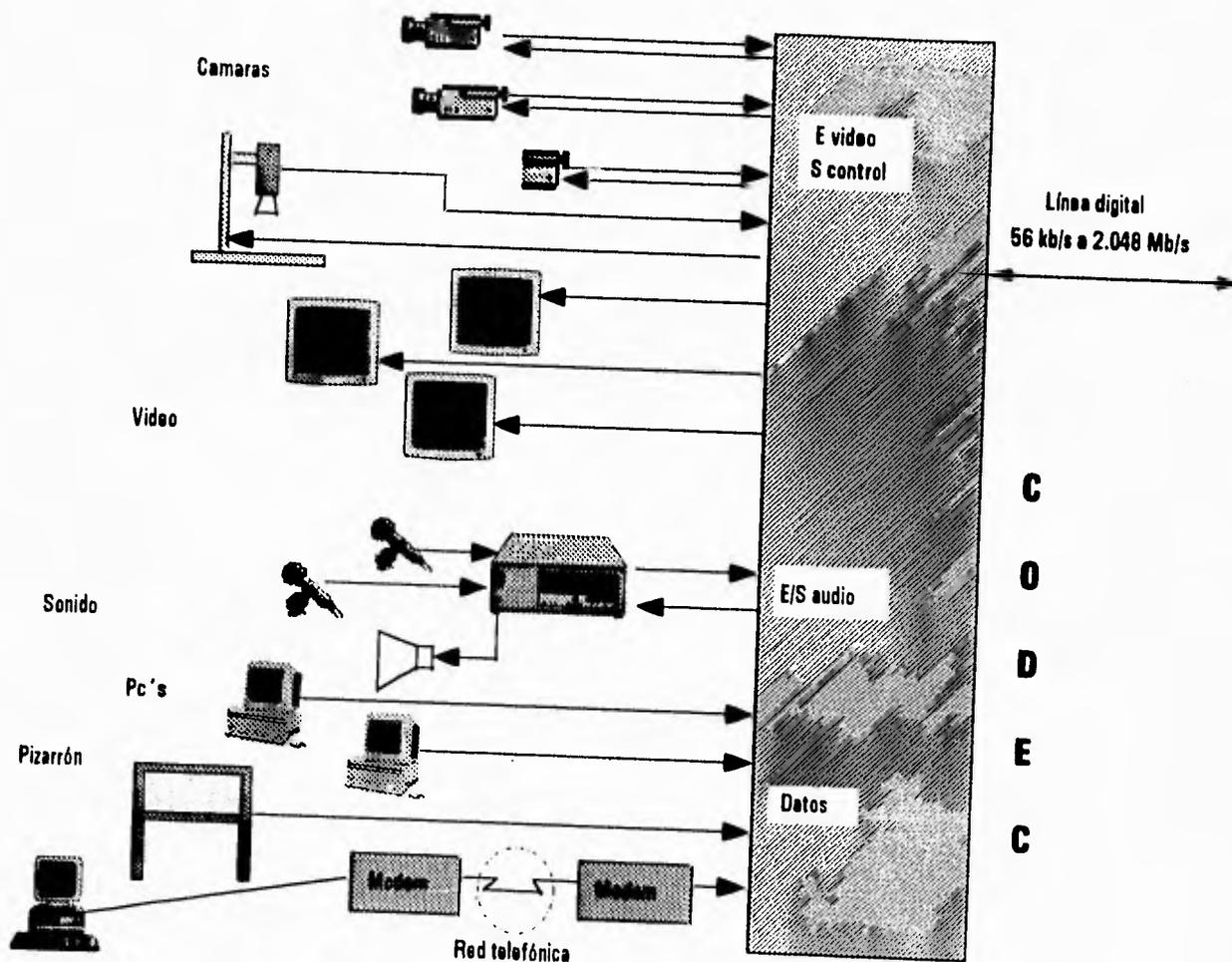


Figura III.5.1 Señales típicas en un codec

Dado que el codec de renovación condicional es un equipo complejo y relativamente poco conocido, se ha incluido esta breve descripción del modo de funcionamiento a fin de facilitar la comprensión de las recomendaciones del CCITT.

La siguiente figura muestra un diagrama de bloques de un codec. Sus funciones básicas se generan en los 6 siguientes circuitos:

- 1.- procesador de entrada/salida de video;
- 2.- codificador/decodificador de video;
- 3.- multiplexor/demultiplexor;
- 4.- codificador/decodificador de audio;
- 5.- interfaz hacia la red digital (pública ó privada);
- 6.- sistema de control.

Tomando en cuenta que para todos los fabricantes la CCITT marca ciertos requerimientos mínimos basados en sus estándares, como se indica en la figura III.5.2.

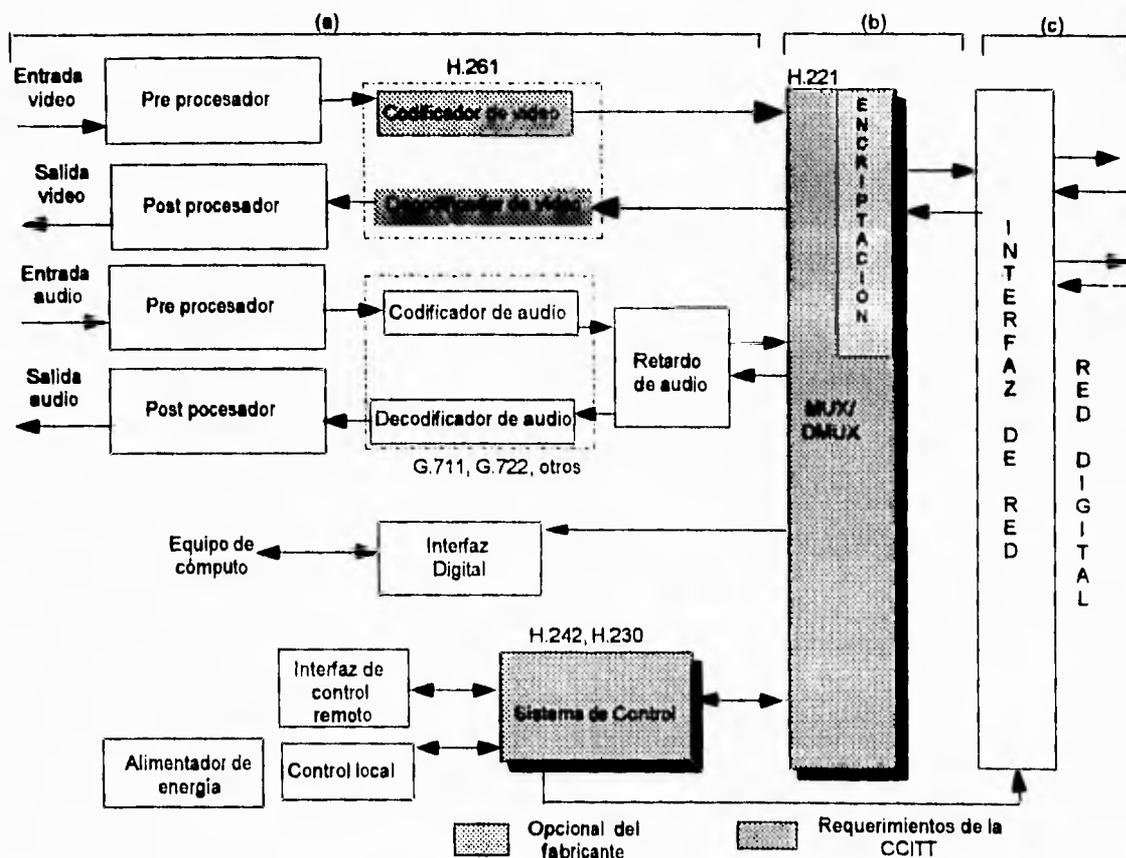


Figura III.5.2 Diagrama a bloques de un codec

### **Funcionamiento del codec.**

Una vez captada la señal de video, un codec de renovación condicional actúa transmitiendo sólo aquellas partes de la imagen que difieren significativamente de una trama de televisión a la siguiente. Ésto hace normalmente, que los datos se generen en ráfagas separadas por intervalos durante los cuales no se genera ningún dato.

Para adaptar la generación de datos no uniforme a un canal que transmite a una velocidad uniforme, se emplea una memoria tampón que "alisa" las fluctuaciones de corta duración, mientras que, en cuanto a las variaciones de larga duración, el algoritmo de codificación es modificado adaptativamente de modo que cambie la velocidad de generación. Cuando hay muchos datos, por ejemplo en el caso de imágenes de mucho movimiento, la definición de la zona en movimiento transmitida disminuye, pues se aprovecha la menor capacidad del ojo humano para percibir los detalles cuando aumenta la velocidad del movimiento.

Cuando se trata de imágenes de poco movimiento, los datos de la zona en movimiento son suplementados por datos procedentes de zonas estacionarias, de manera tal que la totalidad de la imagen se "renueva" durante varios periodos de imagen. Para esto se necesitan dispositivos de almacenamiento de imagen tanto en el transmisor como en el receptor, y el objetivo consiste en hacer que el contenido del dispositivo de almacenamiento en recepción siga al dispositivo de almacenamiento en transmisión lo más cerca posible.

Puede considerarse que el codec está compuesto de tres secciones fundamentales como se observó en la figura anterior:

- a) codec de la fuente,
- b) codec multiplex video y
- c) codec de transmisión.

En el códec de la fuente, la señal de video es primeramente digitalizada y facultativamente prefiltrada.

Cuando se utiliza, el prefiltro condiciona la señal para su ulterior tratamiento, pues reduce el ruido, lo que permite un mejor funcionamiento del detector de movimiento y una reducción de los efectos subjetivos del submuestreo.

El detector de movimiento, en combinación con el dispositivo de almacenamiento de imagen, determina que zonas de la imagen se consideran en movimiento.

El ruido introduce incertidumbres en la decisión, y cuando se estima que dos ó más grupos de elementos de imagen a lo largo de una línea de exploración están en movimiento y éstos grupos se encuentran separados por un pequeño número de elementos de imagen fijos (lo que probablemente se deba al ruido), los grupos en movimiento y los elementos que los separan se combinan para formar un solo conglomerado, con lo que se minimiza la información de direccionamiento que se necesita.

Los conglomerados de elementos de imagen en movimiento se codifican entonces por MICD (Multiplexación por Impulsos Codificados Delta), a la que sigue una codificación (por entropía) de longitud variable en la cual los códigos más cortos se asignan a los errores de predicción MICD que ocurren con más frecuencia.

El códec multiplex video agrega, a la información de video, señales de sincronización de línea y de trama así como informaciones de dirección y otras

---

(por ejemplo, si se transmite por MIC ó MICD). Estas informaciones se transmitirán estrechamente asociadas a la información de video para asegurar que el decodificador responda correctamente.

La memoria tampón que en un orden estricto forma parte del codificador, acepta las ráfagas de datos irregularmente espaciadas y las entrega para su transmisión a una velocidad uniforme. Mientras esto ocurre, se supervisa la medida en que se llena la memoria tampón y ésta información es utilizada para modificar la velocidad de generación de datos por el codificador de la fuente.

La reducción de la velocidad de datos se logra modificando la respuesta del prefiltro y los umbrales del detector de movimiento, e iniciando un submuestreo de elemento y de trama.

Por el contrario, cuando la memoria tampón tiende a vaciarse, se inicia la generación de líneas completas codificadas en MIC para proporcionar una actualización sistemática de los elementos de imagen almacenados.

El codec de transmisión acepta los datos de video, agrega un canal de 64 Kbits/seg para sonido, un canal a 32 Kbits/seg para la señalización de codec y canales de datos adicionales facultativos para facsímil, señalización y otros datos. Este codec reúne las distintas señales en una estructura de trama, definida en la recomendación H.130, la cuál es compatible con la recomendación G.732 y, por tanto, proporciona las facilidades de justificación que permiten que el reloj para el procesamiento de video sea independiente del reloj de red.

### Algunas normas de la CCITT.

A continuación se presentan las recomendaciones más importantes del Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT).

Para información más detallada consultar el anexo, en él se concentran dos de las recomendaciones más usadas. Cualquier otra norma puede ser consultada en el libro azul de la CCITT.

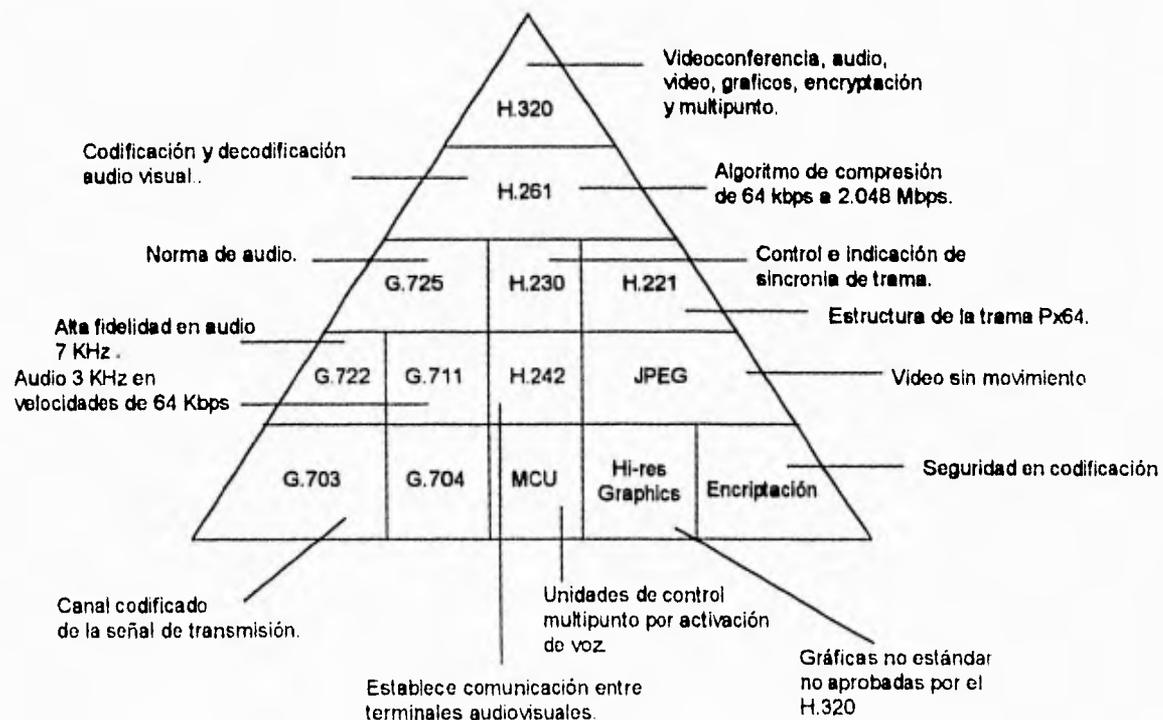


Figura III.5.3 Normas de videoconferencia (CCITT)

**CAPITULO IV**  
**CONFIGURACION DE LOS SISTEMAS DE**  
**VIDEOCONFERENCIA.**

Existen 5 diferentes tipos de configuraciones de los sistemas de Videoconferencia cada uno de ellos plantea diferentes posiciones en que pueden ser colocadas las cámaras de video para transmitir en la mejor forma las imágenes de los participantes. Las configuraciones más usadas son:

- sistema con una sola cámara (Single Person Camera, "SPC");
- sistema conmutado por voz;
- sistema de pantalla partida (Split Screen);
- sistema de presencia continua (Continuos Presence);
- sistema de espacio virtual (Virtual Space).

A continuación se describen sus características:

#### **IV.1 Sistema con una sola cámara.**

Es la configuración más sencilla tal y como lo muestra la fig. IV.1.1.

Se emplea una cámara que capte la imagen de los participantes y la señal de video se transmite hacia el otro extremo para ser desplegada en uno ó más monitores.

Esta configuración sólo es recomendable cuando el número de participantes está limitado a un máximo de tres.

- El sistema provee la presencia visual de todos los participantes.
- La resolución por participante depende del número de ellos.

Conforme aumente el número de participantes la cámara se ajusta automáticamente mediante un zoom.

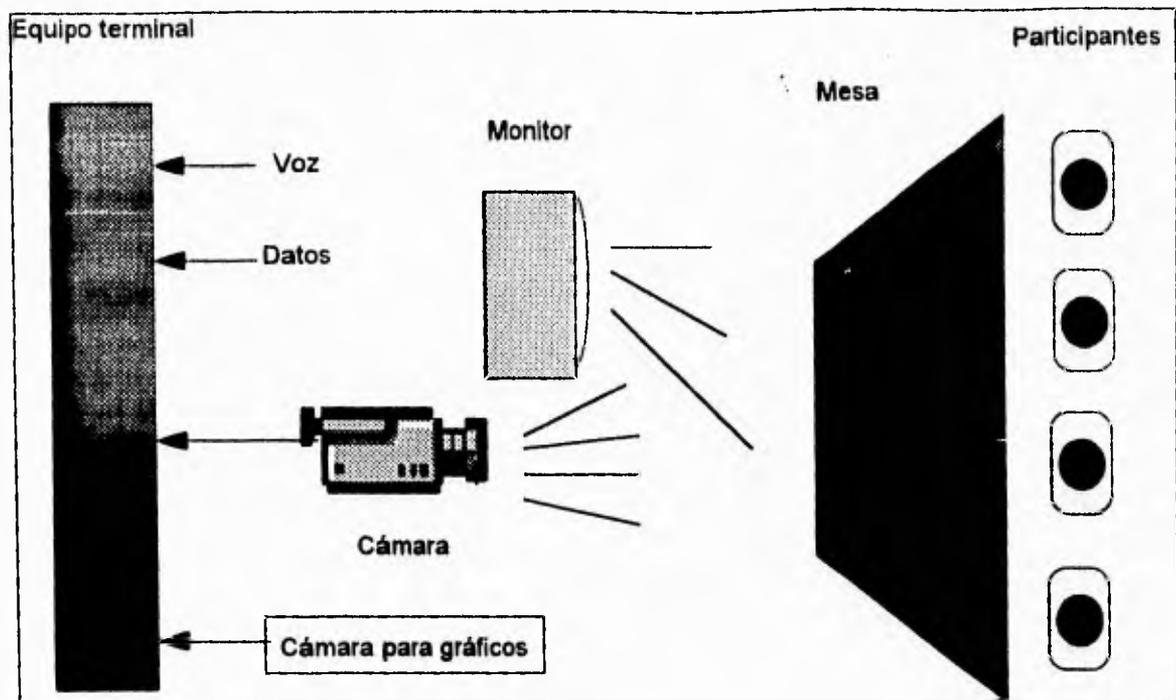


Figura IV.1.1 Sistema con una sola cámara

## IV.2 Sistema conmutado por voz.

En éste sistema se emplean diversas cámaras para captar la imagen de los participantes y la señal de audio conmuta a la señal de video que corresponde a la cámara que contenga la imagen del participante que está hablando en ese momento.

El esquema de éste sistema se muestra en la fig. IV.2.1.

La resolución de éste sistema es alta a expensas de no presentar la imagen continua de todos los participantes. Sin embargo, de vez en cuando puede invocarse la imagen completa, reduciendo su resolución.

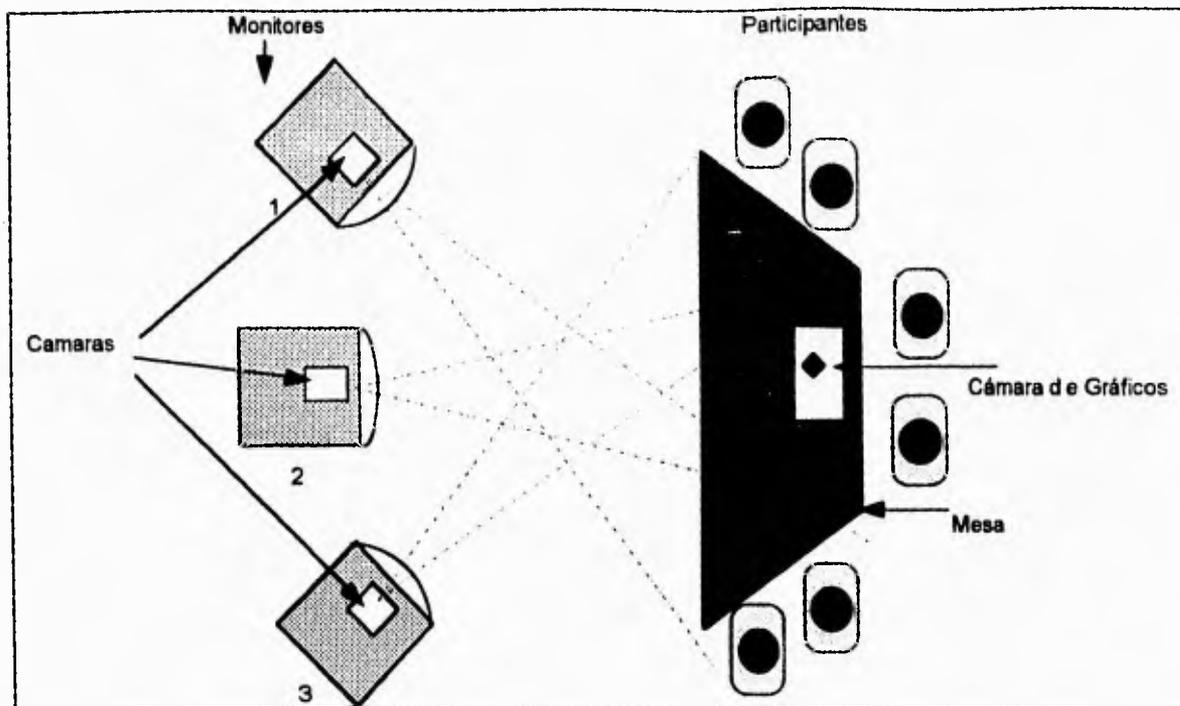


Figura. IV.2.1 Sistema conmutado por voz

### IV.3 Sistema de pantalla partida.

Generalmente cada una contiene la imagen de tres participantes, las dos imágenes se multiplexan en una sola señal de video que se transmite por el canal hasta el receptor, donde se demultiplexan y se proyectan en dos monitores por separado.

Éste sistema provee la imagen continua de los participantes todo el tiempo, la resolución es buena mientras no se exceda de seis participantes por sala (Ver página IV.3.4).

### **Características relativas a las técnicas de división de pantalla.**

En los sistemas de videoconferencia que emplean técnicas de división de pantalla para utilizar más eficazmente la zona de imagen, se recomiendan las siguientes características de los terminales y las señales transmitidas.

#### **Formato de imagen.**

La imagen transmitida debe tener una relación de imagen de 4:3 estará dividida en dos mitades, mitad superior y mitad inferior, una para cada grupo de asientos. Visto desde el sistema de cámaras, el grupo izquierdo deberá hallarse en la mitad superior de la imagen y el grupo derecho en la mitad inferior.

La división debe producirse al final de las líneas 166 y 479 en los sistemas de televisión de 625 líneas y al final de la línea 142 del campo 1 y de la línea 141 del campo 2 en los sistemas de televisión de 525 líneas como se indica en las figuras IV.3.1 y IV.3.2

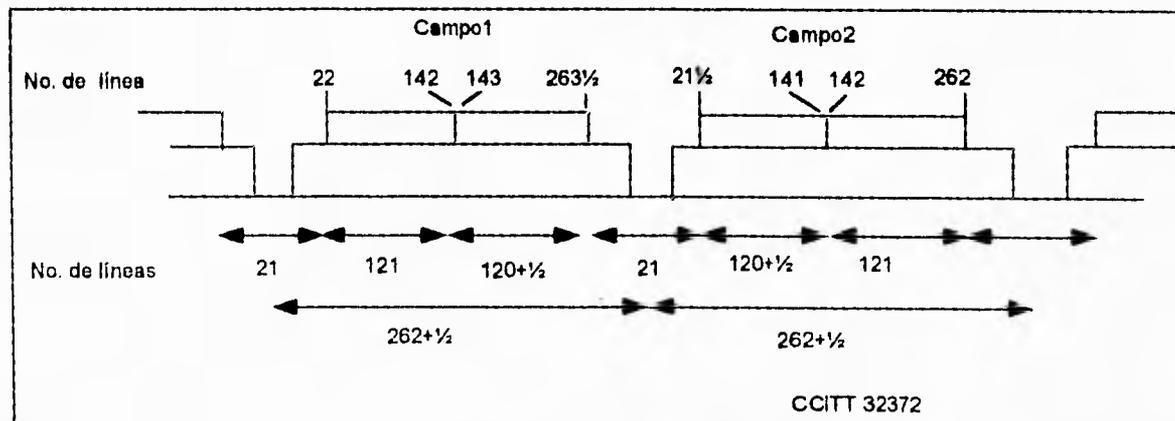


Figura IV.3.1 Sistema de televisión de 525 líneas

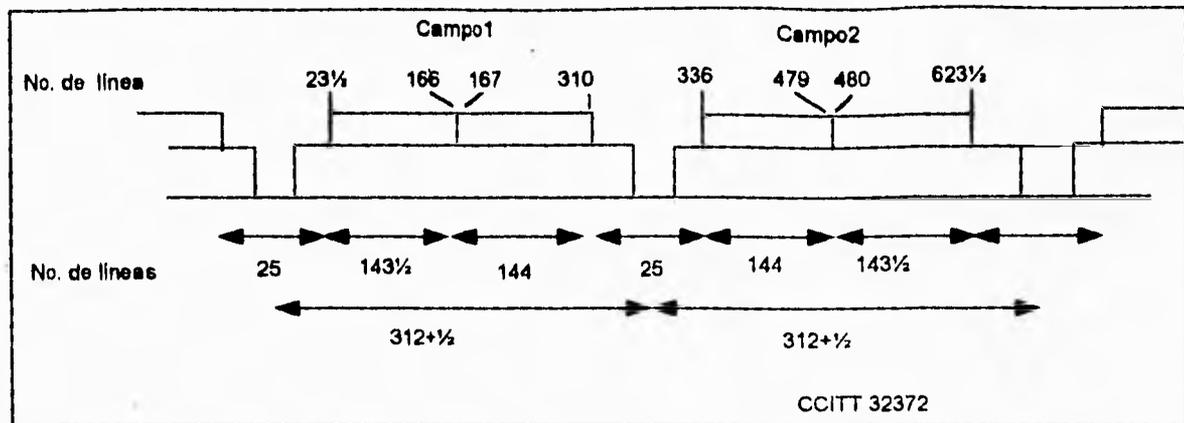


Figura IV.3.2 Sistema de 625 líneas

Antes de la visualización, el equipo de recepción puede descartar las medias líneas, y las líneas primera y última, que pueden ser promediadas durante la conversión de normas, ó la corrección de la apertura vertical de las señales mezcladas.

#### *Compatibilidad con sistemas sin división de pantalla.*

La terminal de videoteleconferencia de tipo más sencillo se compone de una sola cámara y otros equipos. Estos terminales pueden interconectarse con terminales de sistemas con división de pantalla. En este caso habrá que retirar las plantillas mecánicas (si se usan) para las dos visualizaciones con división de pantalla (relación de aspecto = 4:1.5) ó habrá que instalar adicionalmente un dispositivo de visualización con una relación de imagen 4:3.

#### *Situación de las cámaras y los dispositivos de visualización.*

Los diafragmas de entrada del sistema óptico de la cámara de televisión se hallarán lo más cerca posible del centro de la pantalla de televisión en que aparecen los participantes distantes, a fin de reducir al mínimo los errores de ángulo de visión.

De no emplearse medios para alinear estos diafragmas con la pantalla, por ejemplo, mediante espejos semiplateados, el sistema de cámaras se colocará sobre la vertical del eje de la pantalla.

Para reducir al mínimo los errores horizontales máximos, las cámaras se dispondrán, de preferencia, de modo que se crucen sus ejes ópticos como lo mostrado en la figura IV.3.3 y el conjunto formado por las cámaras y la pantalla se situará en el eje central de la terminal. Sin embargo, en algunos casos, debido a restricciones en la disposición del equipo, será necesario disponer las cámaras de modo que sus ejes ópticos sean paralelos, sistema que se indica también en la figura IV.3.3.

La decisión de instalar las cámaras de modo que sus ejes ópticos se crucen ó sean paralelos se deja al criterio de cada administración, pues la elección de una u otra disposición no afecta a la interconexión de sistemas diferentes.

Las disposiciones preferidas para videoconferencia cuando se aplican técnicas de división de pantalla son:

a) en el terminal de conferencias debe poder instalarse una fila de seis asientos en dos grupos adyacentes de tres, como se mostró en la figura IV.3.3.

Pueden instalarse más asientos detrás, a condición de dejar un espacio central entre las dos mitades. Por ejemplo, pueden sentarse cuatro personas más en una segunda fila.

b) la posición de individuo principal (IP) debe hallarse en el centro del grupo izquierdo de asientos (visto desde la cámara), con controles de usuario accesibles desde esa posición y desde su izquierda.

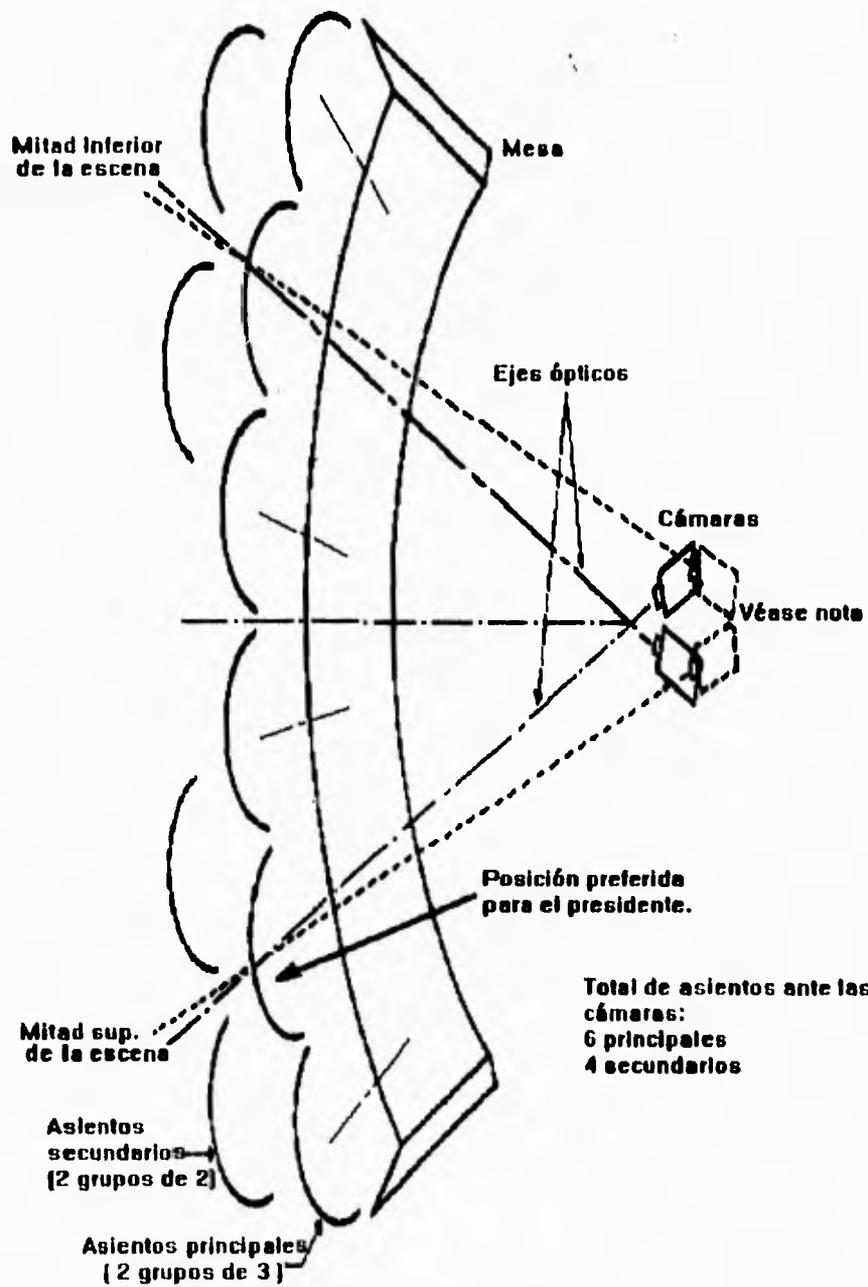


Figura IV.3.3 Proyección horizontal del estudio.

---

Por consiguiente, al presentarse las imágenes en pantalla dividida, agrupadas según se reciben (es decir tres, participantes en la mitad superior de la pantalla y tres en la inferior), la posición del IP en la pantalla queda normalizada como la posición superior central.

El conjunto de tres asientos que incluye la posición del IP debe también considerarse posición principal en las ocasiones en que sólo se usa la mitad del estudio. Esta normalización es necesaria para la conexión de tres estudios en conferencia multiplexando en el tiempo pares de señales de televisión para compartir un enlace común entre dos estudios.

*Métodos de tratamiento de la imagen en las terminales transmisoras y receptoras.*

A fin de obtener la relación correcta entre las señales de las dos cámaras cuando se aplica una técnica de división de pantalla, las cámaras deben ser sincronizadas, pero los impulsos de desviación vertical deben defasarse.

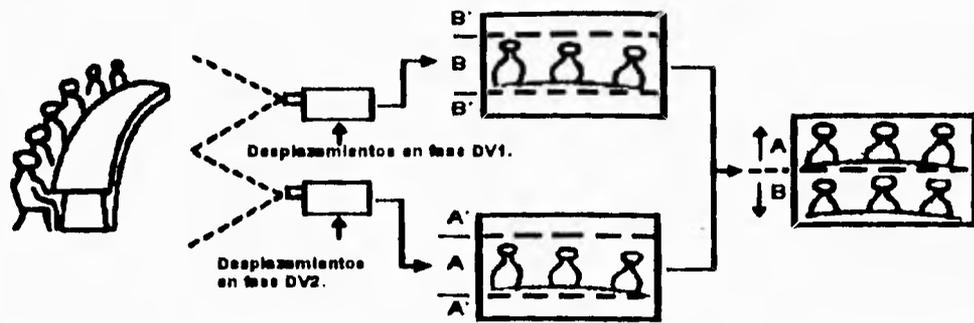
El impulso de desviación vertical de una de las cámaras debe tener su fase adelantada en un cuarto de la duración del intervalo de desviación vertical, y la fase del impulso de desviación vertical de la otra cámara debe estar retrasada en la misma magnitud. Esto hace que se use la franja central del objetivo de cada tubo de cámara, minimizándose así los efectos de la distorsión en las esquinas de los objetivos. En la figura IV.3.4 se ilustra el método preferido, en ella se comparan otros posibles métodos que, aunque no están recomendados, no plantean problemas de compatibilidad de extremo a extremo.

---

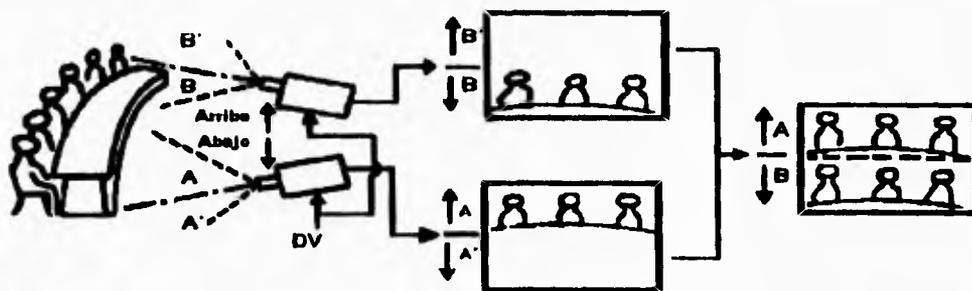
El equipo de recepción debe poder funcionar con discontinuidades en la señal recibida, que pueden ser provocadas por la conmutación entre fuentes de video no sincrónicas.

**Nota:** Un dispositivo de división de pantalla debe poder funcionar con un códec con las tolerancias de frecuencias de entrada y salida especificadas en la recomendación H.120 de la CCITT del Libro Azul Ginebra Suiza.

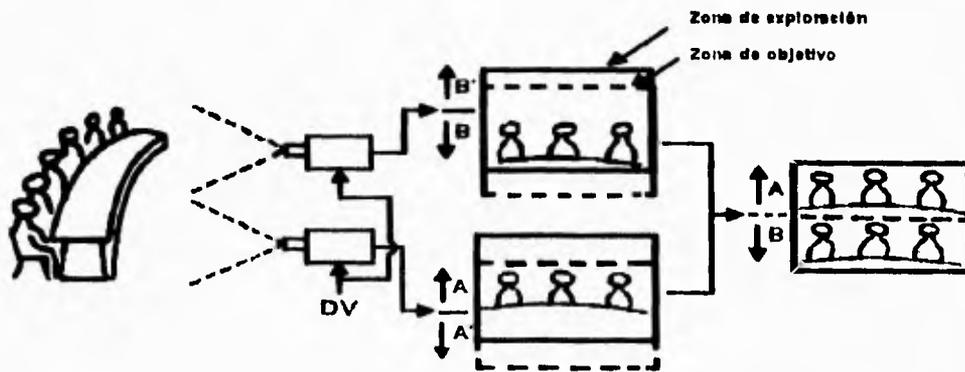
En las partes (b) y (c) de la figura IV.3.4. se muestran otros posibles métodos de aplicación de la técnica de división de pantalla que son compatibles con el método recomendado y podrían ser de utilidad para experimentos y demostraciones. En el método (b), una cámara es dirigida hacia arriba y otra hacia abajo para captar las mitades derecha e izquierda, respectivamente, de la sala de conferencias. Como se utilizan zonas de objetivo y exploración de forma circular, tienden a producirse distorsiones geométricas y de brillo. En el método (c) las corrientes de desviación vertical están polarizadas por una cantidad que corresponde a  $\pm 1/4$  de la altura del objetivo. Es necesario efectuar un ajuste de la polarización de la desviación vertical cada vez que se intercambian las cámaras. En el inciso (a) los impulsos de desviación vertical están respectivamente adelantados y retrasados en fase de una magnitud igual a  $1/4$  del intervalo de desviación vertical. El método recomendado (a) evita los problemas que presentan los métodos (b) y (c).



a) Impulsos de desviación vertical desplazados en fase.



b) Cámaras dirigidas hacia arriba y hacia abajo.



c) Corrientes de desviación vertical polarizadas.

NOTA: DV = Desviación Vertical.

Figura IV.3.4 Métodos de tratamiento de la imagen en terminales transmisoras

---

Los monitores deben estar dispuestos de manera tal que pueda ser apreciada por todos los participantes.

Si comparamos el sistema conmutado por voz de la figura IV.2.1. con el de presencia continua el la figura IV.4.1, tenemos que el primero despliega la misma imagen en los tres monitores dispuestos en un arreglo convexo, mientras que en el de presencia continua se tienen diferentes imagenes por monitores de manera que éstos deben tener un arreglo cóncavo para ser observados sin dificultad por todos los participantes.

Por otra parte, las cámaras deben tener cobertura espacialmente continua, su aparición y desaparición en los diferentes monitores debe ser consistente.

En la primera versión de los sistemas de presencia continua diseñada por Laboratorios BELL, las tres señales de video se transmitían simultáneamente al otro extremo conectando las salidas de las cámaras a un sólo procesador de imagenes, sin embargo, conceptualmente es más conveniente considerar lo anterior como un caso especial de un esquema más general como el que se muestra en la fig. IV.4.2, como se observa, las cuatro señales de video que contienen las imagenes de los participantes y la imagen de alta resolución para graficación, son llevadas a un procesador de imagen el cuál puede ser, por razones económicas, uno solo de tiempo compartido.

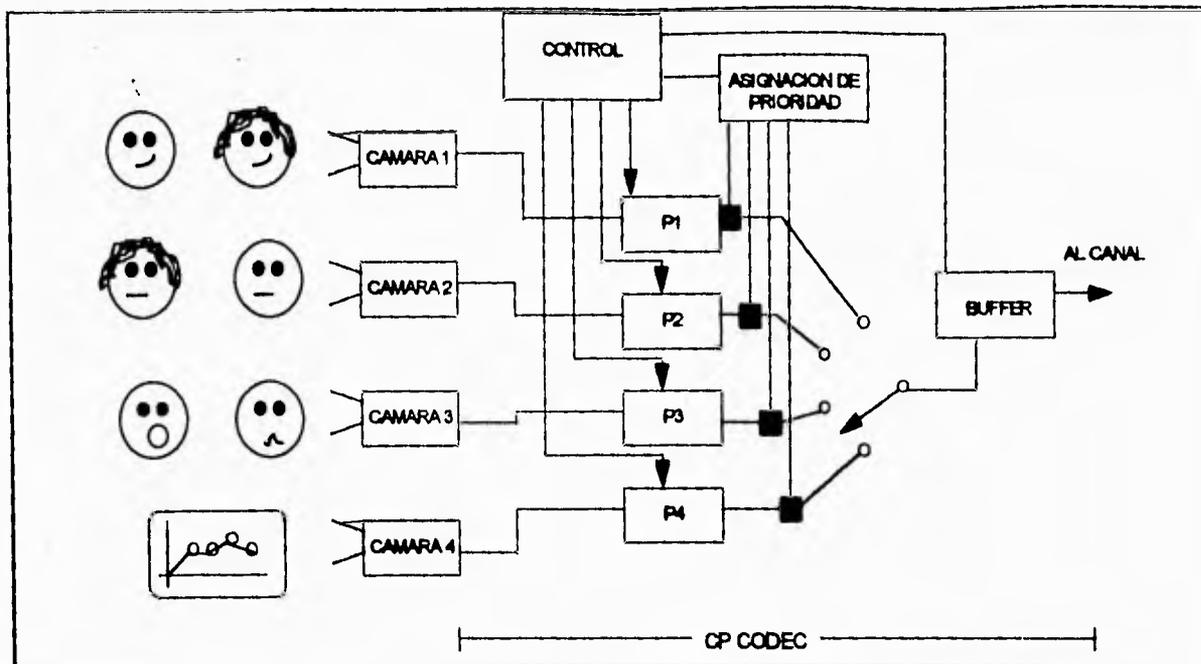


Figura. IV.4.2 Estructura general de un sistema de presencia continua.

La velocidad de transmisión (BIT RATE) de cada una de las señales es regulada por una unidad de control con el fin de no excederse del ancho de banda disponible.

La asignación de la velocidad de transmisión de cada señal se realiza con la técnica conocida como "Asignación dinámica del ancho de banda", que se describe a continuación:

El criterio para asignar el ancho de banda a cada señal de video, puede ser dividido en dos categorías:

La primera, se basa en el análisis de las actividades *espacio-temporales* de las diferentes imágenes, ya que en una conferencia los participantes tienen diferentes grados de movimiento se les proveerá mayor resolución y será compensada con las imágenes de los participantes con menor movimiento.

Con el fin de traducir éste concepto a la implantación, se puede destacar que se hace necesario realizar mediciones de las actividades *espacio-*

---

*temporales*. Una medición que puede hacerse para determinar la resolución requerida de cada imagen, es la cantidad de bits generados en el procesador, ya que el número de bits generado es proporcional a las actividades *espacio-temporales*.

Debido al retraso de procesamiento y de la naturaleza dinámica de la imagen, éste criterio no es suficientemente bueno para la asignación del ancho de banda adecuado, por lo que es preferible realizar las mediciones antes de la codificación.

El segundo criterio se relaciona al comportamiento de grupo en las juntas ó conferencias. La mayor parte del tiempo, la gente tiende a enfocar su vista en la persona que está hablando (a menos de que exista simultáneamente la exposición de transparencias, gráficas, etc.), en éste caso, la medición que puede realizarse es la presencia ó ausencia de la señal de audio y por lo tanto, asignarse mayor resolución a quien se encuentra hablando.

#### **IV.5 Sistema de videoconferencia de espacio virtual.**

El sistema de espacio virtual es un sistema de videoconferencia multipunto que provee la imagen continua y relación espacial de los participantes, se ha determinado que el sistema de videoconferencia más aceptado es aquel en el que se conserva el ambiente de una sala de conferencia, con sus características reales en tiempo y espacio, es decir, como si todos los participantes estuvieran físicamente en el mismo lugar.

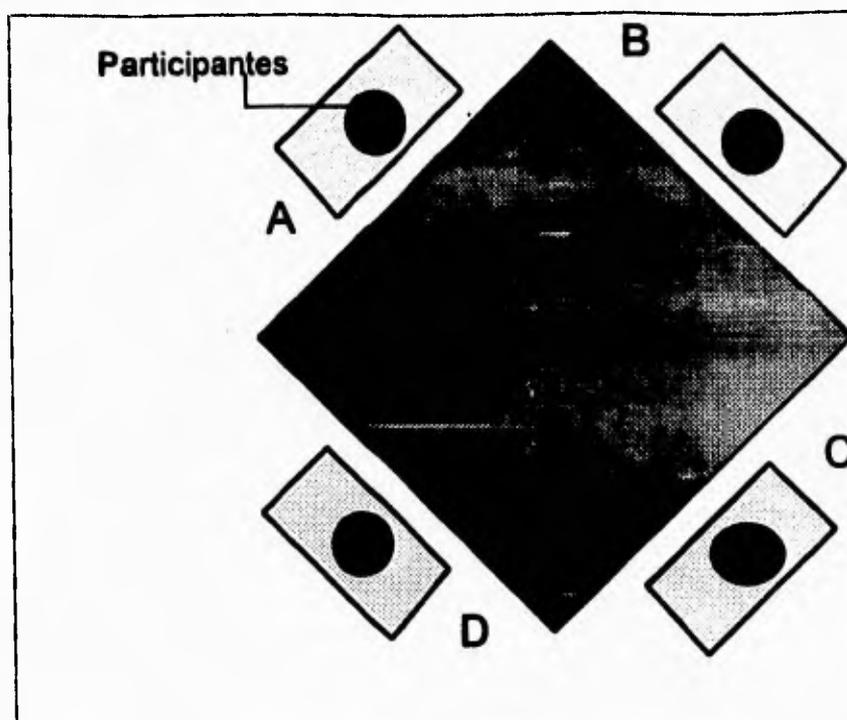


Figura IV.5.1 Espacio compartido de una reunión.

En la figura IV.5.1, se ilustra el principio de "ESPACIO FÍSICO COMPARTIDO", en que se basa éste sistema.

En éste caso, cada participante puede, en todo momento, ver al participante de su elección y puede, además ver a donde éste está mirando.

Cuando los participantes no están colocados como se muestra en la fig. IV.5.1, ésta distribución puede ser simulada como se indica en la fig. IV.5.2.

En éste "ESPACIO VIRTUAL" compartido, cada individuo se encuentra físicamente en una sala u oficina diferente. La ubicación de las cámaras y monitores debe ser consistente, es decir, como si estuvieran físicamente en el mismo lugar.

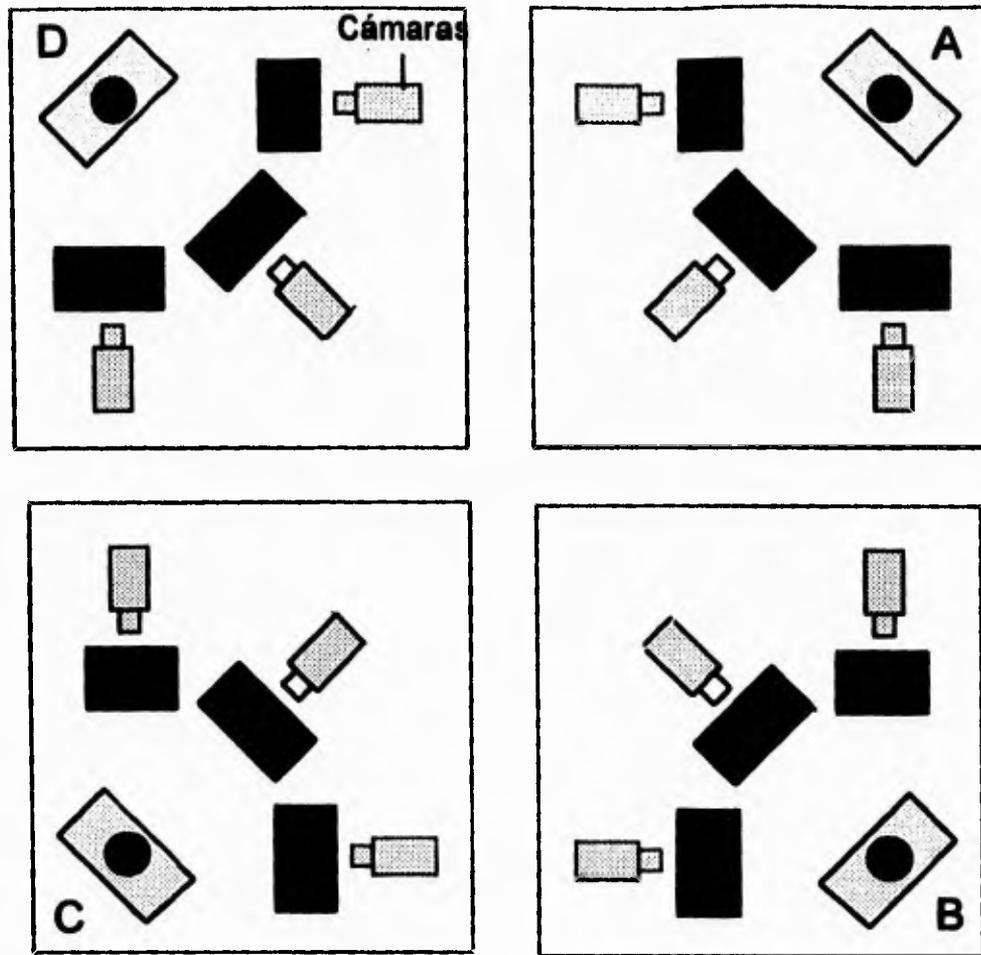


Figura IV.5.2 Espacio "virtual" compartido.

Quando un participante ve a otro en el monitor, debe conservarse el ángulo de vista como si estuviera sentado en esa misma mesa. Asumiendo un participante por localidad física, para una conferencia que involucre 6 participantes, se requieren:

$(n \times (n-1))$  cámaras y monitores.

$n = \text{No. personas.}$

Por otra parte, si se quiere mostrar la presencia continua de todos los participantes en cada monitor, se requerirán:

(  $n \times (n-1)$  ) canales de video y una red como se muestra en la fig.

IV.5.3.

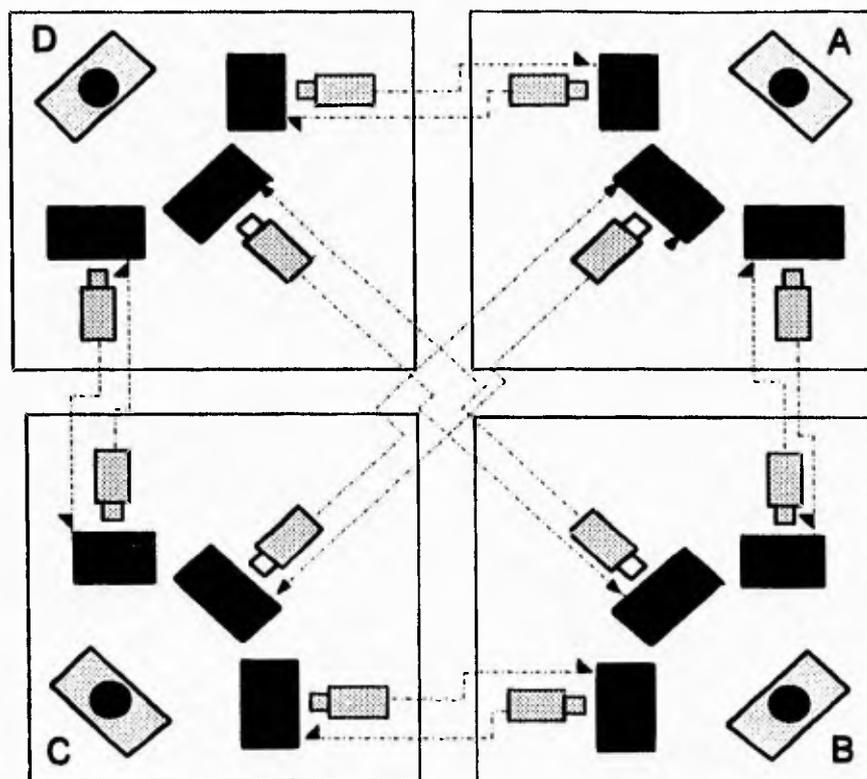


Figura IV.5.3 Red de conexión para un sistema de videoconferencia de espacio virtual compartido.

Éste sistema es apropiado para conferencias de oficina a oficina, sin embargo, los costos por conceptos de transmisión y terminales son elevados.

Una manera de reducir los costos de transmisión es empleando la técnica de asignación dinámica del ancho de banda como lo muestra la figura IV.5.4

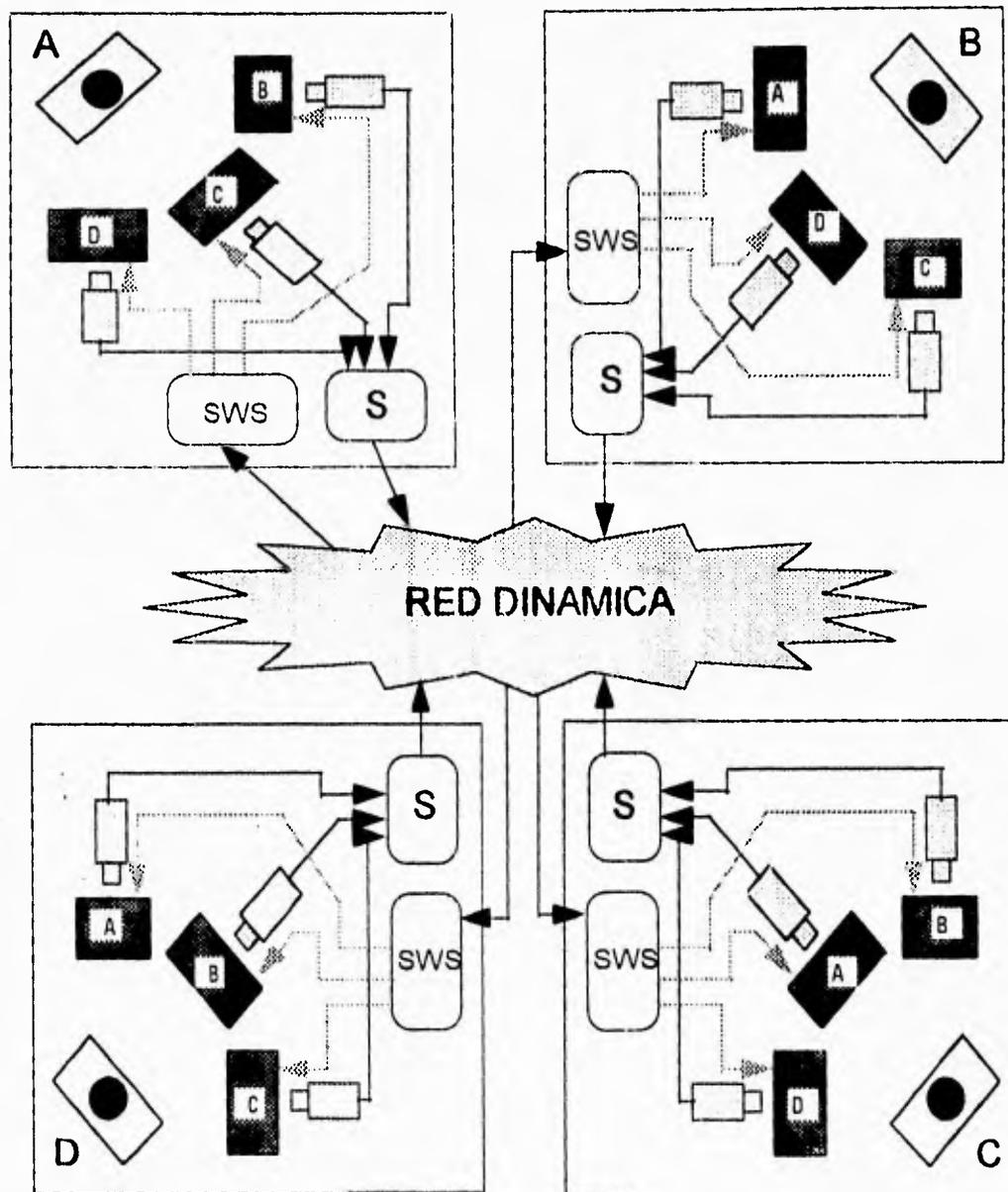


Figura IV.5.4 Asignación dinámica del ancho de banda aplicado a un sistema de videoconferencia de espacio virtual.

En éste caso, si el participante A estuviera hablando y mirando al monitor B (participante), y los otros participantes (B,C y D) estuvieran mirando al monitor A, desde sus respectivos lugares, entonces se tendrían 3 señales de video de las 3 cámaras localizadas en la oficina del participante A, que sean transmitidas en los canales de video B, C y D (para alimentar el monitor A en las

---

oficinas de B, C y D respectivamente) y una señal de video de la cámara A en la oficina de B para ser transmitida en el canal A (para alimentar el monitor B en la oficina de A).

Si el participante A cambia su vista al monitor (participante) C, entonces se enviará una señal de control a la oficina de B para detener la transmisión de la cámara A en el canal A. Éste esquema de asignación dinámica del canal implica un inevitable retraso en los siguientes componentes:

- 1.- En el tiempo para detectar un cambio de la posición de vista de los participantes.
- 2.- En el tiempo de transmisión de las señales de control "START" y "STOP" en los lugares remotos (B y C en éste ejemplo).
- 3.- El tiempo que tarda una nueva señal (de la cámara "A" a la oficina C) en llegar a su destino (monitor C en la oficina A). Dependiendo de las distancias entre oficina y oficina y de la sensibilidad del equipo, éste retardo varía desde 1/2 segundo hasta varios segundos.

En general, son diferentes las formas en que pueden ser colocadas las cámaras para captar las imágenes de los participantes y es de suma importancia conocer las múltiples alternativas con que se cuenta para diseñar una sala de videoconferencias. Su utilización práctica debe ser considerada para proporcionar a los usuarios de un ambiente cómodo y capaz de reproducir una reunión en tiempo real.

**CAPITULO V.**  
**GUÍA PARA EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE UNA**  
**SALA DE VIDEOCONFERENCIAS**

---

Esta guía fué desarrollada como un instrumento para aquellas personas que están a cargo de la construcción de una sala de videoconferencias.

Esta guía se basa en la investigación, la experimentación y la aplicación en situaciones reales, las necesidades y propósitos en la construcción de una sala pueden ser diferentes, por lo que el usuario puede adaptarla para cualquier propósito en particular.

El propósito de una sala de *videoconferencia* es, desde luego, proporcionar una estancia funcional, práctica y eficiente para los participantes de una *videoconferencia*. El tipo de instalaciones se determinan por la clase de juntas que deban llevarse a cabo. El nivel de complejidad y de comodidad determinan el costo final.

La siguiente información incluye formas prácticas y explicaciones del "porqué" y el "cómo".

La *videoconferencia*, al igual que otros avances conocidos como Hi-Tech (Alta Tecnología), existen debido a nuestra habilidad para crear nuevas tecnologías y productos por medio de la combinación de las tecnologías y las disciplinas más antiguas.

La *videoconferencia* es el resultado de la unión de algunos adelantos técnicos anteriores en una forma muy peculiar.

Este surgimiento de tecnologías aplicado a la relación de hombre-máquina, o bien, la eficiencia de ciertas maquinarias cuando son utilizadas por el hombre, se llama "factor humano", y su importancia es básica para el éxito de un diseño.

---

Como se ha venido mostrando a través de éste trabajo son varias las tecnologías clave que intervienen en una sala de *videoconferencia*.

- televisión;
- telecomunicaciones;
- acústica;
- audio;
- telefonía;
- compresión digital.

Pero además es necesario considerar otros factores como:

- diseño de Interiores;
- factor humano;
- construcción;
- arquitectura.

Con excepción del factor humano, la mayoría de estas disciplinas se desarrollaron hasta este siglo. Casi todas se concibieron de manera independiente en relación a las demás. No fué sino hasta ahora que su desempeño en combinación con otros se ha vuelto objeto de estudio.

## **V.1 Requerimientos de una sala de videoconferencia.**

### *La importancia de realizar un análisis de requerimientos.*

El propósito de un análisis de requerimientos es ayudar a identificar las necesidades y expectativas de las instalaciones. Esto incluye el uso que se pretende darles, los requerimientos especiales, las dimensiones y el nivel de demanda de utilización y sus finalidades.

Si se pretende que la sala de *videoconferencia* sea una instalación privada, la información estará disponible en la empresa o lugar donde sea instalada. Por otro lado, si esta sala de *videoconferencia* está planeada como un servicio público o compartido, entonces será necesario realizar un análisis de mercado.

Existen varios métodos para obtener esta información.

- cuestionarios;
- entrevistas;
- instrucciones de la gerencia general o responsable de la sala;
- escrutinio.

### *El cuestionario.*

Los cuestionarios deben ser breves. No deben pedir respuestas simples de una sola palabra como "sí" ó "no". Es necesario que incluyan tantas preguntas directas como sea posible, aunque no tan largas y elaboradas como para que la gente no las conteste.

Deben contener preguntas sobre los lugares a donde la gente viaja, ¿A qué?, ¿de negocios?, ¿de placer?, el tiempo y el costo.

A continuación se da un ejemplo de un cuestionario diseñado para determinar las características técnicas y otros requerimientos de una sala de *videoconferencia*.

Como se puede observar, el cuestionario se aplica a viajes de negocios, ya que si se compara un viaje con la *videoconferencia*, se convierte en un factor clave para determinar su necesidad, su utilidad y sus beneficios financieros (ahorro). De hecho, es común usar los gastos de viajes de negocios como la cantidad "no excedida" para cubrir los gastos de la *videoconferencia*.

Este cuestionario puede ayudarnos a detectar si el usuario necesita de *videoconferencia*, si le puede ser útil y saber los elementos que requiere para hacerla lo más real posible. También puede ayudarnos a detectar la improductividad que se genera por viajes innecesarios y el ahorro que se generaría al sustituir los viajes por una *videoconferencia*.

## ORGANIZACIÓN

FECHA \_\_\_\_\_

ESTADO \_\_\_\_\_ CIUDAD \_\_\_\_\_

 CIUDADES VISITADAS CON MAS FRECUENCIA \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

NÚMERO DE VIAJES DURANTE LOS ULTIMOS SEIS MESES \_\_\_\_\_

PROPÓSITO DEL VIAJE Y PORCENTAJE DE VISITAS.

JUNTAS DE EMPLEADOS \_\_\_\_\_ %

JUNTAS DE PRESUPUESTOS \_\_\_\_\_ %

JUNTAS DE VENTAS \_\_\_\_\_ %

CONTRATOS \_\_\_\_\_ %

PERSONAL \_\_\_\_\_ %

CONVENCIONES \_\_\_\_\_ %

CAPACITACIÓN \_\_\_\_\_ %

REVISIÓN DE PROYECTOS \_\_\_\_\_ %

OTRO \_\_\_\_\_ %

¿ CUÁL ES EL PROMEDIO DE NOTIFICACIÓN QUE SE RECIBE POR ADELANTADO ANTES  
DEL VIAJE?

SEMANAS \_\_\_\_\_ %

DÍAS \_\_\_\_\_ %

HORAS \_\_\_\_\_ %

¿ CUÁNDO FUÉ LA ÚLTIMA VEZ QUE CANCELÓ UN VIAJE POR FALTA DE TIEMPO  
SUFICIENTE?

HACE SEIS MESES \_\_\_\_\_

---

 IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA DE VIDEOCONFERENCIAS

---

EL MES PASADO \_\_\_\_\_

LA SEMANA PASADA \_\_\_\_\_

¿ CUÁNTAS PERSONAS INTERVIENEN EN SUS VIAJES/JUNTAS/REUNIONES?

VIAJAN CON UD \_\_\_\_\_

TIENEN REUNIONES CON UD. \_\_\_\_\_

CUANTOS SON COMPAÑEROS DE TRABAJO \_\_\_\_\_

¿CUÁL ES LA DURACIÓN PROMEDIO DE SUS VIAJES EN COMPARACIÓN CON EL  
TIEMPO DE SUS REUNIONES?

VIAJE \_\_\_\_\_ DÍAS

REUNIONES \_\_\_\_\_ HORAS

NÚMERO DE REUNIONES POR VIAJE \_\_\_\_\_ JUNTAS

¿QUÉ TIPO DE MATERIAL DE APOYO LLEVA CON UD.?

PAPEL \_\_\_\_\_

ACETATOS \_\_\_\_\_

DISCOS DE COMPUTADORA/CINTAS \_\_\_\_\_

DIPOSITIVAS \_\_\_\_\_

POSTERS y ROTAFOLIOS \_\_\_\_\_

PLANOS \_\_\_\_\_

MUESTRAS \_\_\_\_\_

¿LOS LLEVA CON USTED O LOS ENVÍA? \_\_\_\_\_

SI PUDIESE, ¿CUÁNTAS PERSONAS Y MATERIALES DE APOYO LLEVARIA CON UD?

PERSONAS \_\_\_\_\_ ¿POR QUÉ? \_\_\_\_\_

---

---

MATERIALES \_\_\_\_\_ ¿POR QUÉ? \_\_\_\_\_

¿DE QUÉ TIPO? \_\_\_\_\_

CUANDO UTILIZA MATERIAL AUDIOVISUAL DE APOYO, ¿QUIÉN LO MANEJA DURANTE LA JUNTA?

UD. MISMO \_\_\_\_\_ APOYO LOCAL \_\_\_\_\_ SU PERSONAL \_\_\_\_\_ OTROS.

¿DISFRUTA VIAJAR? \_\_\_\_\_

¿CUÁLES SON SUS LUGARES FAVORITOS PARA VIAJAR?

---

---

¿CUÁLES SON LOS LUGARES A DONDE MENOS PREFIERE VIAJAR? \_\_\_\_\_

¿RECIBE INFORMACIÓN SOBRE LA CANTIDAD QUE SU EMPRESA GASTA EN?

VIAJES \_\_\_\_\_ TELÉFONO \_\_\_\_\_ FAX \_\_\_\_\_ CORREO EXPRESS

¿ SUS REUNIONES/MATERIALES SON CONFIDENCIALES?

REUNIONES \_\_\_\_\_% MATERIALES \_\_\_\_\_%

¿ CÓMO DESCRIBIRIA LA ATMÓSFERA DE SUS REUNIONES?

FORMAL \_\_\_\_\_%

INFORMAL \_\_\_\_\_%

CONFLICTIVA \_\_\_\_\_%

DE CONFORMIDAD \_\_\_\_\_%

TECNICA \_\_\_\_\_%

DE DEMOSTRACION \_\_\_\_\_%

INTERACTIVA \_\_\_\_\_%

TOMANDO EN CUENTA TODO LO ANTERIOR, ¿CUÁNTAS DE SUS REUNIONES SON EN VERDAD NECESARIAS? \_\_\_\_\_%

ESTÁ MAS DISPUESTO A REALIZAR:

VIAJES CORTOS (DE UN DÍA) \_\_\_\_\_ VIAJES LARGOS \_\_\_\_\_

¿POR QUÉ? \_\_\_\_\_

¿VIAJAR INTERFIERE O FACILITA SU VIDA PERSONAL? \_\_\_\_\_

¿EN QUE FORMA? \_\_\_\_\_

¿ALGUNA VEZ HA PARTICIPADO EN UNA VIDEOCONFERENCIA? \_\_\_\_\_

¿POR FAVOR, DESCRIBA SU IMPRESIÓN SOBRE LAS VIDEOCONFERENCIAS:

---

---

---

¿LA VIDEOCONFERENCIA LE AYUDÓ A REALIZAR SUS OBJETIVOS?

---

¿CÓMO COMPARARÍA UNA VIDEOCONFERENCIA CON UNA REUNION TRADICIONAL DE FRENTE A FRENTE?

¿VOLVERÍA A REALIZAR UNA? ¿POR QUÉ?

---

En cuanto a la interpretación de las respuestas, la siguiente sección brindará ayuda para entender el objetivo de cada pregunta. Debe tomarse en consideración que algunas de las preguntas se plantearon para conocer la probabilidad de éxito de una *videoconferencia* como un medio de trabajo a largo plazo, y también auxiliando al usuario a identificar algunos elementos que lo guíen para iniciar el diseño de su sala de videoconferencia.

En la interpretación se presentan tres columnas que nos explican el cuestionario anterior:

- pregunta: presenta el tema principal de la pregunta hecha.
- objetivo: lo que se desea detectar con esa pregunta.
- características: lo que nos puede proporcionar la respuesta a la pregunta hecha.

El uso de cuestionarios de éste tipo son de gran utilidad para quien desea detectar las necesidades de un usuario de videoconferencia.

---

**INTERPRETACIÓN**

<b>PREGUNTA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
<b>ESTADO</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>COMUNIDAD</b>
<b>CIUDAD</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>COMUNIDAD</b>
<b>CIUDADES VISITADAS</b>	<b>%DE USO POTENCIAL</b>	<b>SELECCIÓN DE CIU- DAD</b>
<b>NÚMERO DE VIAJES</b>	<b>TIPO DE USUARIO</b>	<b>VALOR DE RESPUES- TAS</b>
<b>PROPÓSITO</b>	<b>POTENCIAL</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA SALA</b>
<b>NOTIFICACIÓN POR ADELANTADO</b>	<b>POTENCIAL</b>	<b>PRONÓSTICO DE USO</b>
<b>CANCELACIONES</b>	<b>POTENCIAL</b>	<b>PRONÓSTICO DE USO</b>
<b># DE PARTICIPANTES</b>	<b>DIMENSIONES DE LA SALA</b>	<b>TAMAÑO DE LA SALA TAMAÑO DE LAS MESAS TAMAÑO DE PANTALLAS # DE MICRÓFONOS TAMAÑO DE LAS BOCINAS # DE CÁMARAS DE TV</b>
<b>DÍAS DE VIAJE</b>	<b>COSTO DERIVADO</b>	<b>AHORRO DE COSTO CON LA VT</b>
<b>JUNTAS</b>	<b>POTENCIAL</b>	<b>DISEÑO DE INTERIORES TIPO DE SILLAS</b>
<b># DE JUNTAS POR VIAJE</b>	<b>INCONVENIENCIAS</b>	<b>USUARIOS MÚLTIPLES</b>

---

 IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA DE VIDEOCONFERENCIAS

MATERIALES DE APOYO	CARACTERÍSTICAS DE LA SALA	CÁMARA GRÁFICA FAX INTERCONEXIÓN DE PC CÁMARA DE TV DIAPOSITIVAS LENTES DE ACERCAMIENTO TABLERO ELECTRÓNICO PIZARRÓN
CUANTAS PERSONAS	PARTICIPANTES PARTICIPANTES	TAMAÑO DE LA SALA TAMAÑO DE LA MESA
QUIEN MANEJA MATERIAL	CONTROLES DE LA SALA	MANUALES AUTOMÁTICOS
GOZO DEL VIAJE	USO POTENCIAL	LUGARES POTENCIALES
LUGARES FAVORITOS		± USANZA
LUGARES NO DESEABLES		OBSTÁCULOS
CONCIENCIA DEL COSTO	GASTOS POR USO	SI LOS HAY, RESPALDO POR GASTOS
CONFIDENCIALIDAD	SEGURIDAD	TRANSMISIÓN SEGURA EN LA SALA
ATMÓSFERA	TIPO DE SALA	COSTO MOBILIARIO
NECESIDAD DE JUNTAS	USO POTENCIAL	PRONÓSTICO DE USO
DURACIÓN DE VIAJES	USO POTENCIAL	PRONÓSTICO DE USO
VIDA PERSONAL	ACEPTACIÓN	PRONÓSTICO DE USO
EXPERIENCIA ANTERIOR	ACEPTACIÓN	RECHAZO

### ***Otros métodos para realizar un análisis de requerimientos***

Quizá los cuestionarios no siempre sean devueltos, así que tal vez se puedan realizar a través de entrevistas personalizadas. En este caso, las preguntas no deben seguir un orden determinado, pero debe haber certeza de que todos los temas estén incluidos. Las entrevistas de frente a frente aportan información adicional que por lo general no se obtiene por medio de los cuestionarios, aunque es obvio que llevan más tiempo y su costo es mayor.

## **V.2 Componentes de la sala de videoconferencia.**

En el caso de la *videoconferencia*, la característica más importante que se puede ofrecer a los usuarios es la capacidad para conducir sus reuniones en una forma normal y natural por medio de una inversión razonable. Las salas de *videoconferencia* actuales son funcionales tanto en características como en costo, una clara indicación de la madurez de este mercado.

Como se ha visto antes, la sala de *videoconferencia* combina distintas tecnologías y disciplinas, y esta cuidadosa combinación es la que permite al usuario aprovechar por completo todas las características y beneficios de dicha instalación. Entre los elementos básicos se encuentran:

- a) ambiente físico;
- b) acústica;
- c) iluminación;
- d) acceso a las líneas de transmisión y las instalaciones.
- e) factor humano.

---

Si todo lo anterior se combina de manera apropiada, entonces cubrirá las necesidades de los usuarios en el futuro.

### **AMBIENTE FÍSICO.**

Para poder decidir el tamaño de la sala es necesario definir en primer lugar el número de personas que van a usarla, así como cualquier requerimiento especial, que exigirá cierta distribución del espacio. Un ejemplo de lo anterior podría ser la necesidad de presentar piezas "físicas" de mercancía, como ropa, maquinaria, aparatos electrónicos, etc. Si se tiene tal necesidad, sería conveniente incluir dentro de la sala cierta área para la colocación de estos artículos. El tamaño de dicho espacio se determinará directamente en proporción a la medida promedio de los objetos en cuestión, o bien, al tamaño máximo requerido. Ambos estilos están aceptados mientras tengan sentido; por ejemplo, si el negocio se dedica a la fabricación de maquinaria y refacciones, y la gran mayoría de las muestras caben adecuadamente en un espacio de 28 metros cuadrados, si en algún momento se requiere de un espacio mayor entonces se debe diseñar basándose en el promedio, ya que el excedente se puede cubrir con la instalación temporal de una cámara de televisión a control remoto en cualquier otro sitio del edificio, o con la filmación de un video de esta muestra en particular, pudiendo así presentarla en la videoconferencia.

En general, el número promedio de participantes en una videoconferencia es de seis. Este número quizá sea o no el adecuado para el caso, pero es un dato para comenzar. Si elegimos un número de seis participantes, aunque debe recordarse que este número no representa el

---

número actual de personas en una junta de frente a frente; en cuanto a la videoconferencia, se espera tener unos cuantos más (cerca del 20%), debido a la conveniencia de contar con más "expertos" disponibles. Con seis personas, el tamaño ideal de una sala de videoconferencia sería de aproximadamente 6 x 7.60 metros, donde los 6 metros serán el frente y la parte posterior de la sala, y los 7.60 metros representan las paredes de los costados. Si no se tiene este espacio, se debe intentar por lo menos obtener de 3 a 6 mts. para la pared del frente, donde se instalará el sistema múltiple de pantallas o las pantallas del cliente.

El espacio elegido debe estar cerca de un elevador pero no a un lado de él. También deberá estar localizado en un sitio relativamente tranquilo, para evitar la instalación de material aislante contra ruidos. Las puertas deben colocarse fuera del alcance de las cámaras y deben ser lo suficientemente anchas para manejar todo el equipo sin problema alguno. Es importante no olvidar que las puertas deberán estar en un lugar determinado para que si alguna persona entra mientras se está realizando una *videoconferencia*, los participantes locales puedan ver quién entra antes de que las cámaras transmitan su imagen a su destino. En general, esto significa que las puertas no deben colocarse en la parte posterior de la sala o dentro del alcance de las cámaras. En relación a la forma de la sala, es suficiente mencionar que será mejor tener las menos paredes paralelas posibles. La razón de esto se comentará más adelante.

Es claro que si se tiene la suerte de contar con las instalaciones y el equipo de construcción suficientes dentro de la organización que construirá la sala, es necesario involucrarlos desde el principio, ya que son expertos en las disciplinas de la construcción.

---

En cuanto a la altura del techo, debe recordarse siempre que la sala de videoconferencia es primero que nada, una sala de juntas, y no un estudio de televisión. Así que la altura promedio del techo en la mayoría de las salas de conferencias tiene que ser de: 2.46 metros.

El espacio arriba del techo deberá estar libre de conductos en la medida de lo posible, y para mantener los costos a bajo nivel no debe localizarse en el piso más alto, en particular si los enfriadores y los condensadores del aire acondicionado se encuentran exactamente sobre él.

### **ACÚSTICA**

El sonido es el elemento más importante en la videoconferencia. Todo el mundo lo sabe, y además, casi todos lo ignoran.

La acústica juega un papel primordial en la obtención de un nivel de calidad aceptable. En la videoconferencia, los elementos de la acústica a los que se debe poner más atención son:

- reverberación;
- vibración;
- ruido;
- eco múltiple;
- eco.

La reverberación y el eco múltiple son reacciones de ondas de sonido sujetas a condiciones ambientales menores que las ideales; por ejemplo:

Si se imagina que la sala de videoconferencia está localizada en una cancha de juego de raqueta, donde todas las paredes son paralelas y sus

dimensiones son múltiplos de cada una, como en un espacio de 6 X 9 m, Ver figura V.2.1. En este caso, si se sustituye las ondas de sonido por una pelota, y se proyecta contra una pared, la pelota va a rebotar contra las demás paredes muchas veces. Lo mismo ocurre con las ondas de sonido. Botan y rebotan hasta que la fuerza inicial es lo suficientemente débil, o cuando el sonido es tan bajo que ya no puede escucharse. Los ambientes de sonido ideales, como los estudios de grabación, tienen un tiempo de reverberación tan corto que no es perceptible, o bien, el lugar es tan grande que pierde importancia.

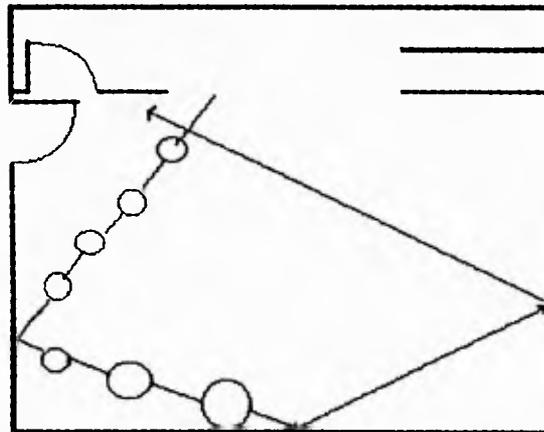


Figura V.2.1 Si no se toman precauciones, una sala de *videoconferencia* podría reaccionar en la misma forma que una cámara de eco, en particular si las paredes son paralelas y de dimensiones similares.

### *La reverberación.*

La peor situación se da como en la cancha de juego de raqueta. Si se aplaude y todavía puede oírse el sonido después de haber dejado de hacerlo, entonces hay un verdadero problema en la sala.

Una manera práctica de evitar el daño a los tiempos de reverberación es tener una sala con paredes no paralelas, como una sala de conciertos, o colocar material de absorción acústica por lo menos en una de las paredes opuestas. En la reverberación el sonido se alarga después de haber cesado la causa que lo producía, sucede al reflejarse las ondas sonoras en algún obstáculo.

### *El eco.*

El eco múltiple se describe más atinadamente como el sonido que continúa después de haber dejado de aplaudir. Es una especie de eco, excepto que si se escucha con atención, el sonido retardado no es muy claro, suena cortado o distorsionado. Se produce cuando la onda sonora es reflejada por un obstáculo, es una repetición del sonido.

Este efecto es causado por paredes paralelas flexibles que actúan a manera de tambores o bocinas que vibran conforme el sonido las golpea, produciendo así una copia del sonido original, aunque no tan claro y con un sonido menos intenso.

La solución para esta falla de construcción es mejorar la rigidez de las paredes. Si la sala de videoconferencias se está construyendo desde los cimientos, es necesario que el arquitecto o el contratista coloque los castillos de soporte para las láminas de tablaroca a la mitad del espacio normal, así que si la separación es de 61 ó 91 cms., su colocación podrá

ser de 30.5 ó 46 cms. de distancia. Esto resolverá el problema de que aparezca el eco.

### *La vibración*

Este es tal vez uno de los problemas que se presentan con más frecuencia, y podría convertirse en uno de los más costosos de corregir. Como los contratistas no dan mucha importancia a la vibración dentro de un edificio de oficinas, es muy posible que se instale equipo pesado directamente sobre las losas de concreto, propiciando así un medio excelente para la vibración. Otra causa común es el soporte que se utiliza para sostener los conductos de aire. Estos soportes por lo general son alambres ordinarios que se enredan alrededor de los soportes estructurales; y cuando esto ocurre, en particular con los conductos de aire que contienen compuertas o aberturas, la vibración llega a ser muy notoria. Lo mismo sucede cuando los conductos de aire están demasiado cerca de otros objetos y la vibración también aumenta conforme el paso del aire.

Las formas para corregir la vibración incluyen el aislamiento, el cual se puede realizar con arandelas de caucho para la maquinaria pesada, y colocando placas de caucho o material aislante de fibra de vidrio entre los conductos de aire, los alambres de soporte y otros objetos.

Antes de comenzar la construcción se debe visitar el espacio reservado para la sala de videoconferencia. Es una buena idea hacerlo durante las horas pico de actividad, por ejemplo, entre las 10:00 am y las 14:00 pm. Debe tocar las paredes con las manos (ó con un vibroscopio) y

---

verificar si puede sentir cualquier vibración. En seguida debe poner el mejor oído (todos tenemos un oído malo y otro bueno) en las paredes (una por una), y de nuevo concentrarse para sentir o escuchar la vibración. Si la respuesta es positiva, deberá realizarse un recorrido por las salas de electricidad cercanas, los compartimientos del aire acondicionado, el techo, etc. Es necesario retirar algunas losetas del techo para inspeccionar los alambres de soporte y los conductos del aire. Se debe buscar sonidos asociados con los conductos.

### *El ruido*

Es evidente que el ruido es enemigo del buen sonido. Dos tipos de ruido son en particular importantes para las salas de videoconferencia:

- dentro de la sala;
- fuera de la sala.

Dentro de la sala se encuentran todos esos ruidos que ya se mencionaron, excluyendo aquellos que se generan a través del equipo de videoconferencia, es decir, el que está por instalarse, porque su selección está por completo en nuestras manos, así que es posible tener la responsabilidad de elegir un equipo que funcione bien y que al mismo tiempo sea silencioso.

En cuanto al ruido externo, tal vez sea producido por la gente que usa maquinaria. De ser posible, la sala debe construirse en áreas tranquilas, lejos del conjunto de mecanógrafas o del cuarto de máquinas. En el caso del ruido exterior, sólo existe una forma de deshacerse de él, esto es, el aislamiento a prueba de ruidos. En términos generales, el ruido

---

ambiental disminuirá en un promedio de 30 CR<sup>(1)</sup>, el cual es un parámetro aceptado y usado por los arquitectos e ingenieros civiles para denotar niveles específicos de ruido ambiental., por ejemplo; un estudio de grabación se encuentra en un promedio de 25 CR, mientras que un centro comercial está en 55 CR. Por lo general, una sala de *videoconferencia* deberá estar entre los 35 y los 40 CR. La diferencia entre cada uno es el nivel (grosor) del aislamiento a prueba de sonido, los materiales, el alfombrado, la calidad del sistema de corriente alterna de alto voltaje, etc.

Es una buena idea colocar siempre un material de fibra de vidrio alrededor de ciertas áreas, como todas las tuberías abiertas, en especial el drenaje y los grandes volúmenes de tubos de descarga, las compuertas y aberturas en los conductos de aire y la inclusión de puertas de madera sólida en lugar de las huecas.

### **ILUMINACIÓN**

De la misma forma en que las cámaras de televisión necesitan luz para funcionar, no debe olvidarse que la sala de *videoconferencia* no es un estudio de televisión, en donde los techos son muy altos, el equipo de aire acondicionado también es muy grande y está diseñado para compensar las grandes cantidades de calor que generan los reflectores y otros aparatos. Por otro lado, la sala de *videoconferencia* donde la gente va a trabajar durante varias horas, el ruido generado por una instalación de aire acondicionado no será aceptado. Muchos "expertos" han diseñado salas de *videoconferencia* como pequeños estudios; otros han "inventado"

---

<sup>(1)</sup> NC, según sus siglas del inglés noise criteria, CR=criterios de ruido, ver glosario

combinaciones de aparatos y patrones de iluminación que aumentan los gastos de la instalación en forma innecesaria.

Hoy en día, las posibilidades más efectivas para proveer iluminación suficiente (aunque no ideal) para las cámaras de televisión, y que al mismo tiempo mantengan un nivel aceptable de comodidad para la gente, se encuentran entre los accesorios fluorescentes, los cuales rara vez se encuentran en un estudio de televisión, pero son ideales para una sala de videoconferencia. Más adelante se muestra en detalle cómo llevar a cabo esto.

Al diseñar la iluminación de la sala de videoconferencia, se debe tener en mente que las cámaras de televisión, al igual que las cámaras de video manuales, necesitan ser colocadas apropiadamente para que reproduzcan los colores en forma correcta. Como los focos normales de luz incandescente emiten una luz rojiza y los fluorescentes producen una luz azulada, es mejor no mezclarlos. De todos los que hay, los incandescentes no son recomendables para las salas de *videoconferencia*.

Podría decirse que existen dos métodos disponibles para proporcionar una iluminación suficiente en la televisión:

- iluminación directa de frente a los participantes;
- iluminación indirecta o reflejada.

La intensidad luminosa puede ser regulada por un dimer desde la cabina de control.

La iluminación directa, en la forma en que se usa para la realización de películas y en los estudios de televisión, es la manera más efectiva de proveer y controlar la luz; aunque también es muy incómoda y requiere de grandes unidades de aire acondicionado.

---

La iluminación indirecta no es la más eficaz, pero sí es la mejor para una sala de videoconferencia.

### **ACCESO A LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

Al elegir un lugar para construir una sala de videoconferencia, también se debe considerar su proximidad a cualquier instalación de telecomunicación que se vaya a utilizar. De otro modo, se gastaría demasiado en extensiones, modems y ecualizadores. También es muy importante saber cómo conectarse a las líneas de transmisión. La mayoría de los edificios tienen cierto número de paredes refractarias, e incluso si la distancia entre la sala de videoconferencia y las líneas de transmisión es de unos cuantos metros, pero se encuentran separadas por una pared refractaria, no será posible hacer una conexión directa. Así que se debe verificar el paso de estas líneas, además de la distancia mencionada, ya que podría representar el ahorro de algunos miles de nuevos pesos.

### **FACTOR HUMANO**

El factor humano podría definirse como el sentido común aplicado al diseño de maquinaria o instalaciones que serán usadas por el hombre. El factor humano quizá llegue a ser absurdo, y si esto sucede, la sala tal vez tenga la apariencia de una sala quirúrgica: fría e impersonal, aún cuando sea muy funcional. En conclusión, primero que nada es necesario tener a la gente en mente ya que ellos serán los que harán uso de sala.

### **V.3 Diseño de la sala.**

Hasta ahora se han estado mencionando algunos de los elementos necesarios para planear y diseñar una sala de videoconferencia. Ahora se explicará la manera de poner en práctica estos conceptos.

#### ***DIMENSIONES DE LA SALA DE VIDEOCONFERENCIA Y EL PRESUPUESTO.***

Se debe ser realista, pues tal vez exista el deseo de tener un escaparate elegante, pero el presupuesto tal vez indique lo contrario.

Ahora, supóngase que el número de personas que utilizarán la sala es de seis. Dicho número debe reflejar un ligero incremento en la cantidad de participantes promedio, ya que se espera que participe más gente. En cuanto a los requerimientos especiales de la sala, debe asumirse que además de documentos y algunos objetos pequeños, la organización no requerirá de ninguna área específica para la colocación de material ó mercancía. Tomados en cuenta estos hechos, es posible iniciar la planeación de las instalaciones.

En seguida deberá seleccionarse el tipo y la forma de la mesa que se va a utilizar. Dicha forma determinará el ancho y el largo de la sala. Es necesario tener en mente que la colocación de las cámaras y los monitores también tendrán relación directa con la forma de la mesa.

En este ejemplo se usará una mesa de forma triangular. La razón de esta elección arbitraria es la intención de hacer las cosas un poco más fáciles, ya que esta mesa dará más flexibilidad en cuanto al tamaño y la forma de la sala, así como a la colocación de las cámaras y los monitores. Si se observa la figura arquitectura V.3.2, y V.3.3, podrá notarse que una

mesa triangular para seis participantes permitirá tener una sala cuadrada, lo cual es adecuado. En las siguientes figuras podrá analizarse la forma en que se puede construir paredes no paralelas a un costo mínimo.

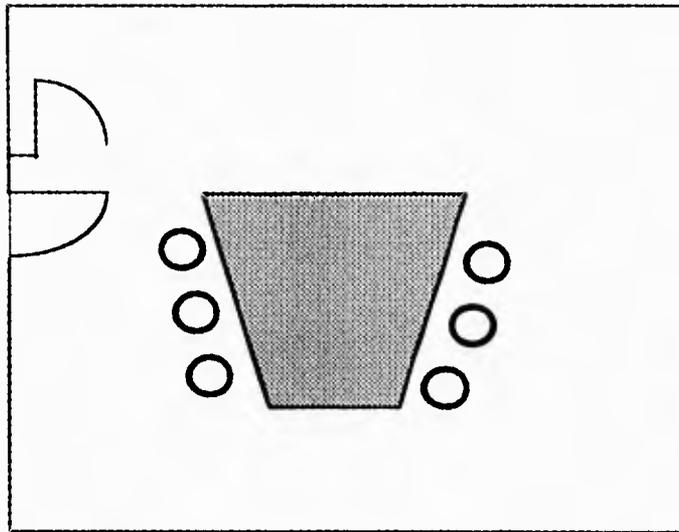


Figura V.3.2 Mesa triangular para seis. Espacio entre cada silla: 61 cms. como mínimo.

Se debe ser realista al seleccionar la dimensión final de la sala, ya que la mayoría de las salas no son construidas desde sus cimientos, sino que más bien son producto de la modificación de instalaciones ya existentes. Así que éstos diseños se consideran ideales, a partir de los cuales se pueden hacer modificaciones que se adapten a cada caso en específico.

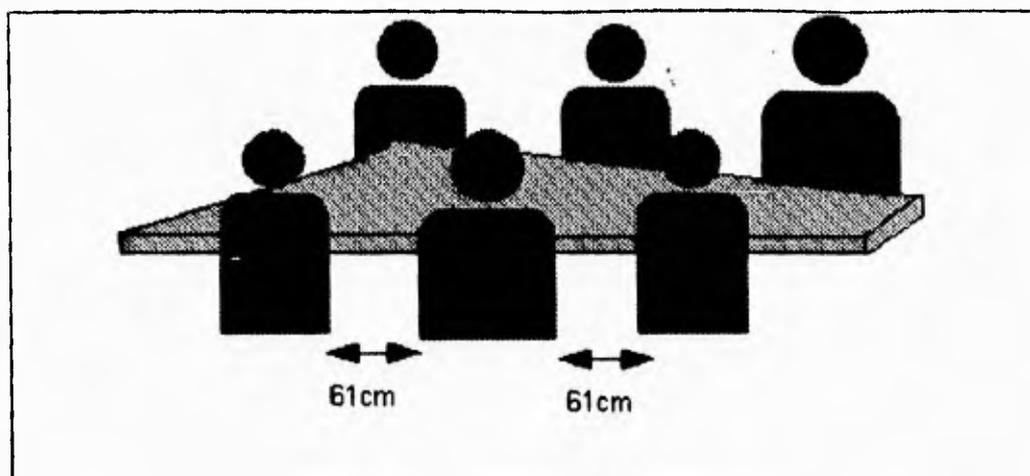


Figura V.3.3 Con un espacio de 61 cms. entre cada participante y la mitad en cada extremo de la mesa, el largo de una mesa ideal para seis personas es de 3.65 metros.

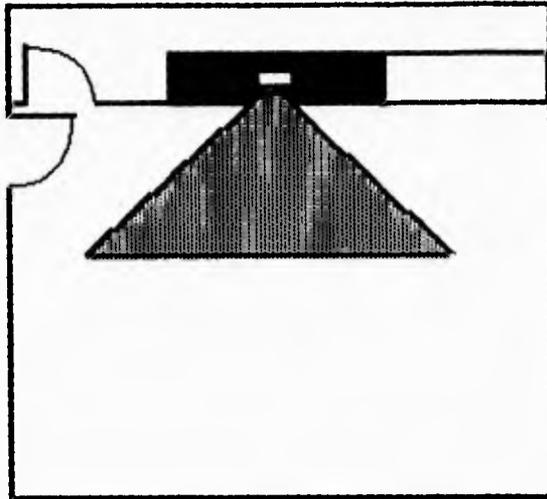
Una sala de tamaño promedio con capacidad para seis participantes tendría dimensiones de aproximadamente 6 X 6 metros. Es claro que tales dimensiones no son buenas para la acústica, así que se modificarán para cubrir las necesidades. La forma de hacer esto implica considerar:

- el área de recepción, ésto es muy importante si la sala de *videoconferencia* va a ser de uso público;
- la sala para equipo;
- el almacén;
- el espacio para guardaropa.

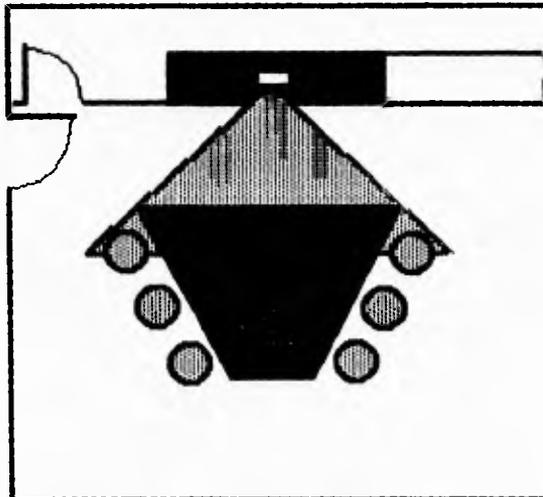
De lo anterior, las áreas de recepción y almacén son las más útiles. El almacén para una sala de videoconferencia no requiere de un espacio específico, y en cuanto a la sala para el equipo, podrá verse que todo puede caber en la misma sala por medio del uso de sistemas múltiples de pantallas.

**La posición exacta de la mesa dependerá del tipo y el tamaño de lentes que tenga la cámara de televisión principal.**

**Para encontrar la distancia entre el sistema múltiple de pantallas y la mesa, será necesario conocer el alcance máximo del lente de la cámara de televisión principal figuras V.3.4 y V.3.5.**



Alcance máximo de la cámara de TV principal.  
Figura V.3.4



Posición de la mesa que coincide con el alcance del lente, con objeto de que todos los participantes estén incluidos en la imagen más amplia.  
Figura V.3.5

## **PAREDES FRONTALES**

La pared frontal puede ser colocada en varias formas:

- pared falsa;
- repisas;
- gabinete de hechura especial;
- pared nueva.

Todas son eficaces y relativamente fáciles de instalar, aunque su costo varía.

Las paredes falsas se recomiendan si se utilizan sistemas de tipo modular o múltiples de pantallas figura V.3.6. Las repisas son muy recomendables para una elección de costo mediano. Este concepto utiliza repisas diseñadas para colocar equipo electrónico y de televisión, con la excepción de que en el caso del ejemplo se cubrirán las orillas y el marco expuesto para dar la impresión de que se trata de un gabinete.

Y las paredes de gabinete son exactamente esto, es decir, un gabinete de hechura especial con repisas y hojas de tablaroca figura V.3.7.

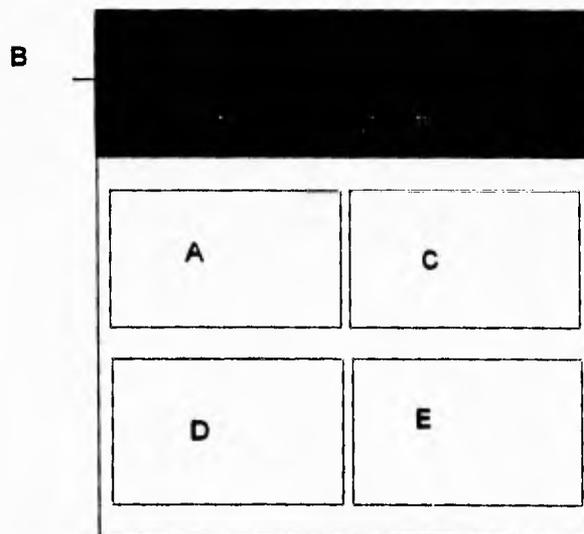


Figura V.3.6 Sistema múltiple de pantallas típico.

**A** monitor de participantes.

**B** cámara de televisión principal.

**C** monitor de imagen previa y de gráficos.

**D** gabinete de aditamentos electrónicos.

- codec;
- audio;
- interruptor;
- control;
- modems;
- PC.

**E = Gabinete de Aditamentos Electrónicos.**

- codec;
- audio;
- control;
- interruptores;
- modems;
- computadora personal.

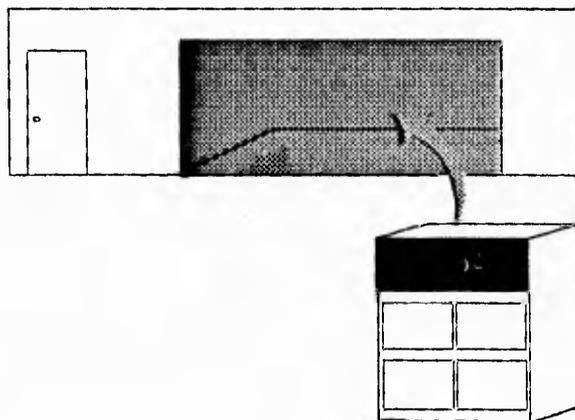


Figura V.3.7 Sistema múltiple de pantallas con pared falsa para dala apariencia de gabinete.

### **MEJORAMIENTO DE LA SALAS "CUADRADAS"**

Se habló acerca de crear paredes no paralelas con propósitos acústicos, particularmente para evitar el eco múltiple y la reverberación. En seguida se presentan formas prácticas y económicas de llevar esto a cabo.

Si se observa el último diseño presentado, figura V.3.7 de inmediato se puede notar que el objetivo puede lograrse al mover unos treinta centímetros el extremo de una pared, o bien, si se cortan los extremos. Lo mejor es la combinación de ambos métodos.

Además de hacer el tratamiento a los muros, se recomienda que las puertas sean dentadas, debe considerarse que el marco sea dentado y forrado en su periferia con una tira de paño ó neopreno para evitar la filtración de ruidos externos.

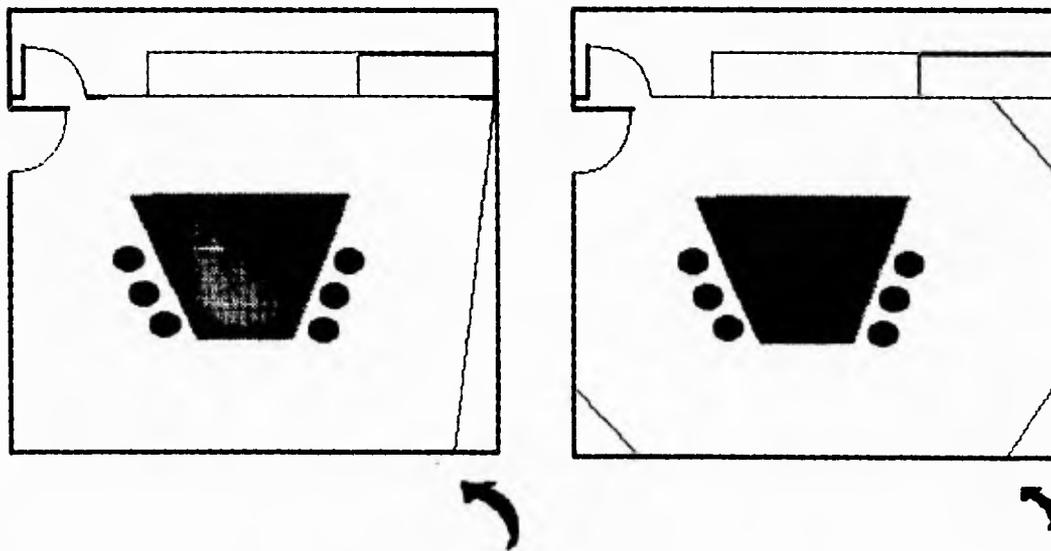


Figura V.3.8 Un desplazamiento de aproximadamente 30 cms. eliminará el efecto de pared paralela y la creación de paredes con esquinas también acaba con este efecto.

---

Si se tiene la ventaja de construir la sala desde sus cimientos, o de hacer una demolición, entonces simplemente se dan instrucciones al contratista para que coloque una pared a treinta centímetros hacia adentro o hacia afuera en uno de sus extremos, además de cortar las dos esquinas de la parte posterior figura V.3.8. En lo que se refiere a la pared posterior, se puede optar por una de estas opciones:

- instalar cortinas;
- colocar material aislante grueso;
- o prolongar treinta centímetros una de las esquinas en forma similar a lo que se haga con las paredes de los costados.

La pared frontal no necesita ninguna modificación mientras ya se haya hecho en las paredes de los costados y la posterior.

### **SERVICIO ELÉCTRICO**

Tres puntos son importantes:

- servicio adecuado para el equipo;
- servicio adecuado para la iluminación;
- número adecuado de tomas de corriente.

Es muy fácil olvidarse de colocar las tomas de corriente, así que debe recordarse al acondicionar la sala.

Es necesario contar con dos tomas en la mesa o en el piso, entre la orilla de la mesa y las sillas, o de ser posible, en un costado de la mesa, éstas tomas serán muy útiles para las calculadoras y las computadoras personales.

---

Alrededor de la sala será importante contar con un mínimo de cuatro tomas por pared, incluyendo la pared frontal. Es aconsejable que dichas tomas no estén conectadas al mismo interruptor que el equipo y la iluminación. En esta forma, si la corriente es excesiva, el buen estado de las instalaciones no se verá dañado si un interruptor se desconecta súbitamente.

### **EL TECHO Y SUS LIMITACIONES**

El techo de una sala de videoteleconferencia debe cumplir con ciertos objetivos:

- una superficie reflejante para la iluminación;
- una superficie reflejante y absorbente para el sonido;
- decoración interior .

El recubrimiento del techo debe cumplir con 35 a 40 CR. Esto significa que debe tener un ancho doble y algunas perforaciones extras. Para obtener una reflectancia máxima, el color debe ser blanco opaco o gris claro. Antes del recubrimiento del techo es necesario colocar una capa de material de absorción de sonido como la fibra de vidrio de por lo menos 7.62 cms. de ancho.

### **ILUMINACIÓN.**

Como se dijo con anterioridad, una sala de videoconferencia no es un estudio de televisión, por tal motivo, aún cuando se necesita iluminación para las cámaras de televisión, ésta tendrá que reflejarse alrededor de la sala en lugar de dirigirla hacia la gente. El techo aporta un elemento importante para este propósito. Primero es necesario asegurarse de que el

---

recubrimiento del techo sea lo suficientemente claro para reflejar la luz. Debe tener por lo menos un 60% de reflectancia.

### ***EL SONIDO***

Este incluye tanto la proyección como la absorción del sonido, así como la disminución y el aislamiento del ruido producido por los diferentes conductos.

Como ya se explicó, es necesario asegurarse de que el sonido no se produzca alrededor de la sala. Una de las áreas en donde esto se puede producir es el techo. Un buen recubrimiento del mismo debe dar solución a este problema al colocarse con una serie de separaciones en forma de fisuras sobre su superficie. Entre más grande y profunda sea la fisura, la absorción del sonido será mayor. Al elegir el recubrimiento se debe tomar en cuenta no sólo su apariencia estética, sino también su capacidad de absorción.

### ***PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.***

Todo el mundo sabe que la electricidad y el agua no se mezclan, pero con demasiada frecuencia, los reglamentos contra incendios pasan por alto que no se debe instalar los aspersores de agua en el mismo lugar donde se encuentra el equipo eléctrico y el electrónico. Esto no tan sólo no protege contra incendios, sino que también es en verdad un peligro presente. Es necesario averiguar si es posible hacer una excepción, aunque existen otras formas para compensar la falta de aspersores; por ejemplo, la instalación de un sistema de halón, que por lo general se instala en una sala de computadoras.

---

El halón es un gas inofensivo para el ser humano, aunque es capaz de detener toda clase de fuego. Es más caro que cualquier otro sistema, pero es el único que protege en caso de incendios provocados por electricidad sin destruir el equipo. Los sistemas de halón pueden instalarse en forma de extinguidor o como sistema automático. Los detectores de calor que activan los aspersores o el halón no deben ser colocados cerca del equipo o los accesorios de iluminación. Con mucha frecuencia, los detectores se instalan cerca de un reflector de muchos watts. No se debe hacer.

Dentro de los reglamentos contra incendios también existen incisos que tratan sobre cables y conductos. Cuando se inicia un incendio, los cables de electricidad reaccionan, incluyendo los cables coaxiales de televisión, algunos de los cuales están hechos de caucho común, se queman y producen un derivado del gas de cianuro. Debido a esto, los departamentos de bomberos ordenan que todos estos cables se instalen dentro de conductos de metal, pero esto es muy caro y requiere de mucho tiempo. Una forma para proteger sin necesidad de usar conductos es la instalación de cables cubiertos de cinta de teflón, los cuales no producirán gas. Claro que también son más caros que los cables convencionales, pero cuando se comparan con el costo de los conductos, los primeros permitirán el ahorro de tiempo y dinero.

Se recomienda que por seguridad y estética los cables de interconexión de los equipos se arreglen, y que de preferencia se oculten utilizando canaletas como la tipo THORSMAN y ó hacer uso de los desniveles que tuviera la sala a acondicionar, además de tenerlos debidamente identificados.

Es necesario asegurarse de corroborar la disponibilidad y los permisos para el uso de estos cables de teflón contra fuego.

---

### **TRATAMIENTO ACÚSTICO DE LA SALA .**

No todas las salas de videoconferencia necesitan la aplicación de un tratamiento con fines acústicos. Sólo aquellas que después de un estudio muestren deficiencias fuertes en determinadas áreas. Las áreas específicas son:

- eco múltiple;
- aislamiento del ruido externo fuerte;
- vibración de maquinaria externa;
- tratamiento de las paredes.

La aplicación de materiales de tratamiento acústico en las paredes es una buena solución para los problemas relacionados con:

- El aislamiento de ruidos exteriores;
- la reducción del "rebote" de las ondas de sonido;
- la reducción del nivel de ruido dentro de la sala;

La aplicación de tales tratamientos para pared es cara, por lo general cuesta aproximadamente \$150 dólares estadounidenses por cada panel de .91 X 2.43 mts., más el precio de instalación. Debido a esto, es necesario asegurarse de no estar resolviendo un problema donde no lo hay, como sucede en la mayoría de los casos. Existen diferentes espesores de paneles acústicos. Este espesor va de acuerdo con la capacidad de absorción de cantidades específicas de ondas de sonido. El nivel más alto es un factor de 0.99, el cual se obtiene con los paneles de 5 cms. de ancho. Este material se necesita muy rara vez para el tipo que se aplica aquí.

Los paneles están hechos usualmente de una estructura de aluminio que sostiene un material absorbente compactado que puede ser fibra de vidrio y van cubiertos de diferentes materiales en la parte exterior.

Si sólo una o dos paredes están tratadas, quizá se desee instalar algún material similar en las otras paredes. Estos materiales se pueden obtener en los establecimientos que proveen a los fabricantes de paneles. El contratista podrá ayudar en esta cuestión.

### **MITOS SOBRE LA CRECIÓN DE SALAS DE VIDEOCONFERENCIA CON VENTANAS**

Durante los primeros días de la *videoconferencia*, nunca se contempló la idea una sala de *videoconferencia* con ventanas. La razón era principalmente la reflexión del sonido en el cristal duro de las superficies. Hoy en día se sabe que el problema se termina en la mayoría de los casos al colocar paneles de absorción de sonido en la pared opuesta, particularmente si esta pared no es paralela a la ventana. En cuanto a la iluminación, las cámaras de televisión nuevas tienen la capacidad de ajustarse a esta posición, con la excepción de que si la luz solar es demasiado intensa puede llegar a interferir con la misma, o bien, lastimar la vista de los participantes. La idea de llevar a cabo una video conferencia durante la noche con las cortinas abiertas es muy atractiva.

### **CORTINAS.**

Las cortinas cumplen tres propósitos en una sala de video conferencias:

- fondo;

- control de la luz;
- control del sonido.

Algunas instalaciones en Europa utilizan las cortinas a manera de fondo. La intención es buena, pero es necesario tener cuidado. Lo más importante es que la cortina se vea tan plana como sea posible y debe tener un mínimo de pliegues. Es necesario recordar que al usar un CODEC para la transmisión de imágenes, esta unidad usará una cantidad limitada de información, la cual se almacena en lo que se llama un "buffer" o "bucket". Este "bucket" tiene una capacidad limitada que se debe utilizar para datos esenciales y no para los pliegues de una cortina. Así que el fondo tiene que ser tan plano como sea posible para poder concentrar los esfuerzos del CODEC en la gente y otra información primordial.

Para lograr el control de la luz, su uso es obvio, y ya se ha hablado de esto, las cortinas deben bloquear o difundir la luz. Si se desea bloquearla, entonces es conveniente usar un material de doble grosor (forrado) con pesos y un reflector Mylar (es una película de tereftalato de polietileno de marca registrada de Du Pont). Si el objetivo es la difusión de la luz, entonces es mejor utilizar una cortina transparente. Esta es la razón por la que el diseño interior residencial por lo general permite tener los dos tipos. También cabe la posibilidad de instalar persianas francesas, que son verticales y no sólo ayudan a tener un control efectivo de la luz, sino que también controlan en cierta medida el rebote de las ondas de sonido.

Para el control del ruido, además del control del rebote, las cortinas también aportan una absorción parcial efectiva. En este caso, el material debe ser lo suficientemente suave (no transparente) para absorber el

---

sonido y reducir la cantidad que alcanza la pared más próxima, disminuyendo así el rebote.

### **ALFOMBRAS Y RELLENO .**

Esto es más que un factor de comodidad. Si se ha tratado o por lo menos considerado tratar las paredes y el techo para tener un control efectivo del sonido, también debe hacerse lo mismo con el piso. Un relleno extra ayudará a conseguir este margen de control adicional. En cuanto a la alfombra, es ideal seleccionar una que elimine o al menos reduzca la cantidad de electricidad estática, ya que una parte del equipo quizá presente una reacción adversa en presencia de tal electricidad. Existen dos métodos disponibles; uno requiere de tratamientos químicos periódicos, los cuales son más económicos, pero a la vez menos eficaces, y el segundo consta de una alfombra que tiene una capa delgada de malla metálica entre el tejido de la alfombra y la base. Este método es el más efectivo, pero se debe considerar su costo adicional en relación con la necesidad del caso.

### **DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN.**

Como se mencionó en la primera parte de este trabajo, la iluminación para una sala de teleconferencia difiere de la que se utiliza en un estudio de televisión en cuanto a los métodos y las cantidades, aunque no en su objetivo común, que es proveer cantidades suficientes y adecuadas de luz.

En el estudio de televisión se usan ciertos métodos y estilos que después de muchos años de experimentación se han convertido en

---

**estándares. Las modificaciones por lo general suceden debido a la falta de experiencia. Así, los diseñadores de la iluminación para televisión se dan cuenta con facilidad de cualquier desviación de los parámetros que existen en las normas reconocidas. Este es el caso para la mayoría de los diseños de iluminación para la teleconferencia.**

**Lo siguiente representa algunas de estas normas aceptadas para TV. En la mayoría de los casos se usan en programas no dramáticos, de la misma forma en que no es nuestra intención crear ambientes para escenarios.**

**Los diseños más tradicionales incluyen el uso de:**

- luces básicas, el mínimo para cámaras de televisión;**
- luces principales, colocadas a aproximadamente 45 grados para crear algo de profundidad.**
- luz posterior, colocada entre la persona y el fondo para darle separación al cuerpo.**

**En la videoteleconferencia, un buen diseño de iluminación permitirá contar con todos estos elementos en la medida de lo posible, aunque esto es difícil de realizar.**

#### ***Iluminación Directa VS. Iluminación Reflejada.***

**La tentativa tradicional para iluminación se ha basado en una indiferencia relativa en cuanto a la cantidad de reflectores y lámparas de alta intensidad que se usan según el caso.**

**Hasta hace poco tiempo, el método tradicional para iluminar un foro se basaba en la iluminación directa.**

---

Hoy en día, las técnicas que se usan en la cinematografía se han adoptado para la TV. Estas utilizan superficies de reflexión sobre las que la luz se proyecta hacia los actores, creando así un ambiente más frío con un mayor equilibrio de la luz.

En la videoteleconferencia, debe tomarse ventaja de cualquier técnica nueva que permita emitir más luz con menos calor y menor brillo. Por esta razón, los métodos de reflexión son más recomendables que los de iluminación directa.

Es bien sabido que el color, la textura y otros factores tienden a aumentar o disminuir la cantidad de luz reflejada, los colores claros reflejan más la luz que los oscuros y las superficies lisas reflejan más luz que las corrugadas.

**Las superficies más importantes para la reflexión de la luz son:**

- las paredes.
- el techo.
- la mesa.
- el piso.

Cada material y cada superficie tiene un ángulo de reflexión, esto es, la cantidad reflejada cuando se compara con la cantidad original de luz que rebotó.

### ***LA IMPORTANCIA DE UNA SALA BIEN BALANCEADA***

Al colocar las luces es necesario cuidar que no haya demasiada luz dirigida hacia una sola pared e ignorar las demás. En otras palabras, se debe balancear muy bien el uso de la luz reflejada.

---

Una excepción de esto sería la pared frontal, donde se localizan las cámaras y los monitores o los proyectores. Debido a la sensibilidad a la luz que tienen los monitores, y en especial los proyectores, la pared frontal tiene que ser por lo menos 30% más oscura que las demás paredes. Esto significa que las paredes más oscuras que las convencionales atraen más atención que las áreas que las rodean.

La mesa de teleconferencia es una superficie ideal en la que se puede y se debe reflejar la luz, su posición y su ángulo en relación a cada participante la hacen perfecta para lograr este propósito. El color y el material de la mesa también son muy importantes.

Una superficie demasiado brillante produciría un reflejo molesto en los ojos de los usuarios, y una superficie muy oscura significaría que se está desperdiciando el tiempo. Así que no se puede usar ni vidrio ni cromo.

Desde luego que se pueden hacer experimentos, aunque la siguiente información muestra los resultados de varios intentos, en orden de éxito:

- roble claro con una mano de barniz acrílico como terminado;
- teca sin terminado de poliuretano;
- nogal con una mano de barniz acrílico como terminado;
- formaica gris plana con texturizado acrílico (apariencia de alta tecnología);

No se recomienda:

- formaica imitación madera regular;
- formaica blanca;
- caoba;

- 
- nogal oscuro;
  - manteles blancos y oscuros;
  - cristal.

### **LA ELECCIÓN ENTRE ACESORIOS INCANDESCENTES Y FLUORESCENTES.**

Hasta hace poco, la televisión siempre se había apoyado en los accesorios incandescentes para iluminar los foros. De hecho, la mayoría de los accesorios profesionales son de cuarzo o de arco. Todos generan suficiente calor, aun en mitad del invierno. Asimismo, los accesorios incandescentes son más fáciles de controlar (porque se regulan directamente) que los fluorescentes. Pero si se pretende reflejar, y no dirigir, entonces difícilmente esto sería una ventaja. Los siguientes diseños representan la mejor opción para la instalación y el control de la iluminación en una sala de teleconferencia.

La primera propuesta es muy práctica y económica. Incluye por lo menos una luz incandescente para propósitos decorativos, y se apoya en materiales de fabricación corriente ya existentes en el mercado.

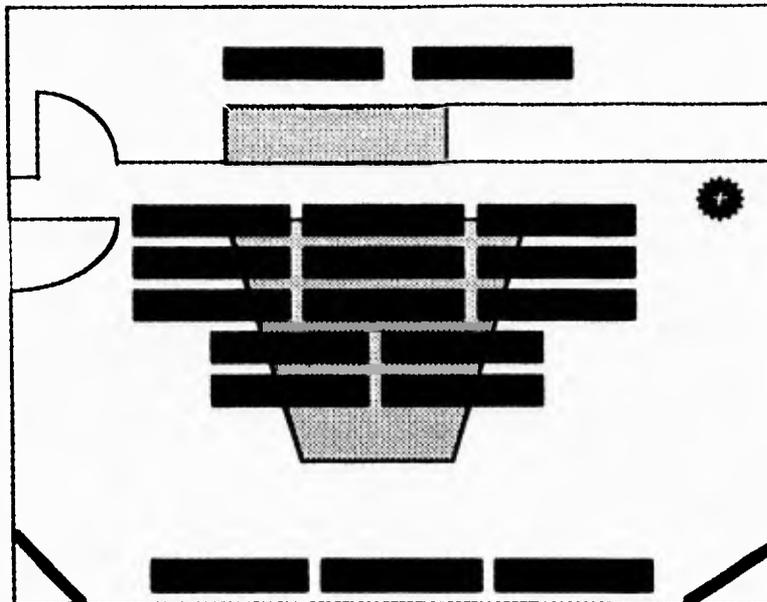


Figura V.3.9 Cada rectángulo negro representa un tubo fluorescente de 4 x 1 que está equipado con una rejilla ornamental de 1 x 1; además se colocan siguiendo la forma de la mesa.

Se recomienda el segundo diseño para un presupuesto más alto y cuando la calidad de las imágenes es algo primordial.

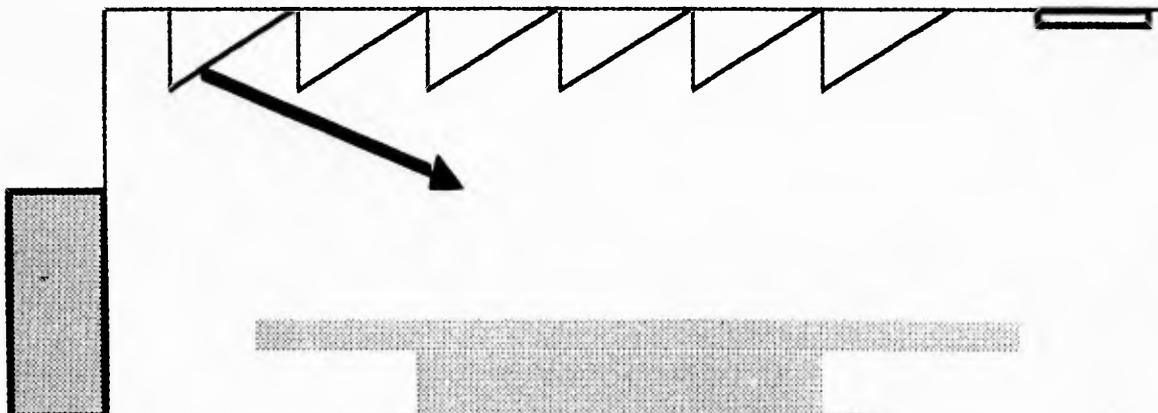


Figura V.3.10 Tubos fluorescentes [4 x 1] instalados en un ángulo.

(Cada accesorio tiene una rejilla ornamental de 1 x 1).

Para obtener una buena calidad de imagen se requiere que la iluminación sea máxima en la cara de los participantes y que la relación señal-ruido de la señal de video sea alta (ésto implica tener una cámara de TV con mucha sensibilidad). La luz en la mesa de conferencia debe ser suficiente para leer documentos.

Por el contrario, se requiere una obscuridad suficiente en la pantalla para poder ser observada.

De éstas consideraciones, se recomiendan las siguientes condiciones de iluminación:

<b>Iluminación en los participantes:</b>	<b>Más de 700 lux</b> <b>(En la cara)</b>
<b>Iluminación en la mesa de conferencia:</b>	<b>Más de 250 lux</b>
<b>Iluminación en la pantalla:</b>	<b>Menos de 10 lux</b>

Como ya se mencionó los tipos de alumbrado dependen principalmente del trabajo que se va a realizar en el local en cuestión.

Para el efecto de la videoconferencia se recomienda emplear una iluminación uniforme, es decir, que las lámparas sean del mismo tipo con el fin de evitar desplazamientos de color cuando la cámara de video explora la sala ó cuando sigue a una persona que está en movimiento.

Para la sala de videoconferencia se recomienda colocar **LUMINARIOS DICROICOS CON LÁMPARAS DE BAJO VOLTAJE (50 watts), DIRIGIBLES,**

---

para que iluminen la cara de las personas asistentes así como al instructor, en el plano en que se mueva.

El nivel de la iluminación se puede ajustar ó variar con un control incandescente de luz (DIMMER) ya sea de perilla ó de palanca.

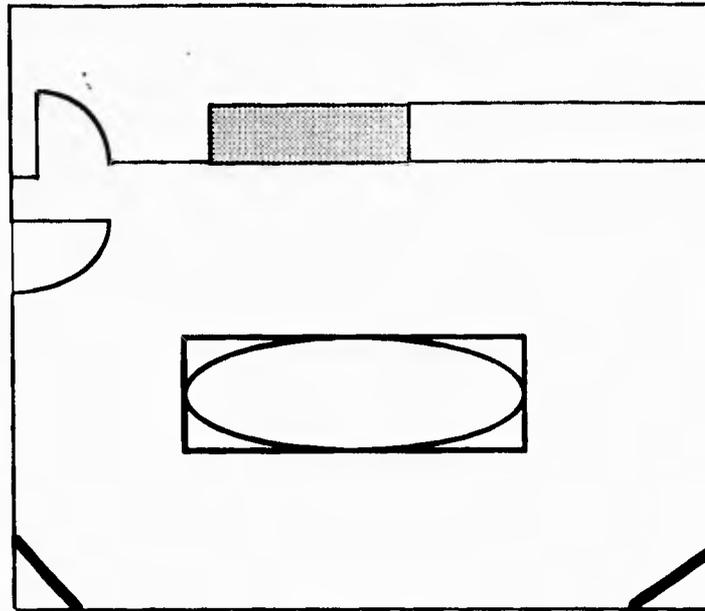
### ***PARA EVITAR REFLEJOS EN LOS MONITORES Y LA PARED FRONTAL.***

Se mencionó que la pared frontal, y obviamente todas las áreas donde están colocados los monitores, deben ser más oscuras que las demás. Esto permite la concentración de los participantes en imágenes proyectadas sin brillo o cualquier otra aberración.

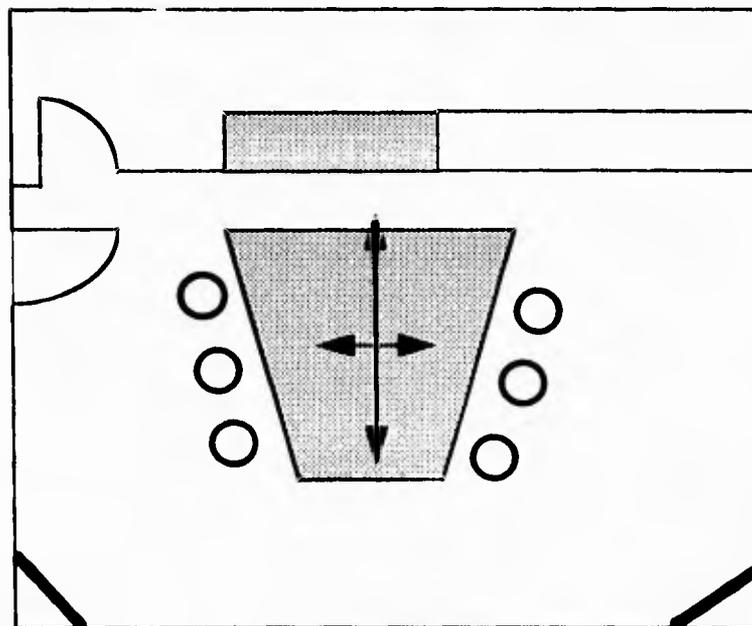
Para lograr lo anterior, el techo debe estar libre de accesorios, por lo menos a 1.20 mts. del eje vertical de los equipos de proyección, de modo que si se dibujara una línea de 45 grados desde dichos equipos, no deberá tocar ninguno de los accesorios de iluminación. Esto indica claramente que ninguno de los reflectores estará dirigido hacia la pared frontal.

### ***LA MESA DE CONFERENCIA.***

Como se ha visto, la elección de la mesa es sumamente importante. Al comparar una forma con otra, en realidad se están decidiendo las prioridades de las juntas. En el caso de una mesa en forma rectangular u oblonga, la atención se centra en los participantes a control remoto (figuras V.3.11 y V.3.12); y en el caso de una mesa triangular, se comparte la importancia de un trato igual hacia todos.



**Figura V.3.11** La atención se concentra en los monitores del frente. No se motiva la interacción con los demás participantes en la mesa.



**Figura V.3.12** la atención se equilibra entre los participantes: tanto los locales como los que intervienen a control remoto

### **ALCANCE DE LA CÁMARA.**

La elección de la mesa también ejerce influencia sobre el tipo de lentes para las cámaras de TV, y en cierta medida, sobre el ancho de la sala. Las mesas de forma oblonga o rectangular requieren de lentes con mayor alcance que una mesa triangular o una orientada en forma vertical. Cuanto más ancha sea la mesa, se requerirá de mayor espacio.

Para seleccionar la mesa adecuada se deben considerar varios aspectos:

- ¿Existe alguna preferencia en la compañía?
- ¿El espacio tiene la capacidad de albergar cualquier diseño?
- ¿Cuán importante es la interacción de los participantes dentro de la sala?

### **FORMAS Y TAMAÑOS.**

Cada diseño de mesa tiene ventajas y desventajas específicas. La ventaja más obvia de la forma rectangular y la oblonga sobre la triangular es el costo. Las mesas triangulares no forman parte de la producción de ninguna casa comercial de diseño. Por esta razón se deben encargar sobre pedido. El costo de tal operación podría costar fácilmente varios miles.

Las mesas de forma oblonga han sido más aceptadas que ninguna otra en los Estados Unidos. Esto no sucede así en Europa porque la mayoría de las mesas se compran sobre pedido.

En cuanto al tamaño, se puede decidir a través de las cifras incluídas en la sección del factor humano, así como de los últimos datos sobre los requerimientos de mesas y espacio mínimo para los asientos.

## **ACABADOS.**

Los acabados se relacionan con los materiales y los métodos de aplicación usados en los recubrimientos finales de los materiales protectores. Las maderas son superficies muy delicadas que por lo general requieren de películas protectoras. Tales protecciones varían dependiendo del tipo de madera que se elija. Así que antes de hablar acerca de los acabados, se debe analizar las maderas.

Las maderas más comunes son:

- roble.
- nogal.
- caoba.
- teca.

De todos estos, el más recomendable es el roble blanco.

Si se recuerda la importancia de la mesa en relación con la reflexión de la luz en el rostro de los participantes, entonces se podrá reconocer que el roble blanco es la superficie ideal.

El nogal también es recomendable, pero su color tiene que ser claro. A pesar de que la caoba es excelente para las salas de directivos, no es una buena elección en este caso porque su color oscuro y sus acabados reflejan un brillo muy fuerte.

La teca es una madera muy elegante pero demasiado delicada. Aunque si insiste, es posible optar por ella mientras el recubrimiento sea resistente y protector, además de que evite el brillo al mismo tiempo.

En cuanto a los materiales artificiales como la formaica, es mejor no optar por ellos debido a sus propiedades de reflexión excesivas. Una

excepción podría ser un material de textura lisa y de tonos grises, el cual se usa creativamente, además de que agregaría un concepto interesante a las instalaciones de trabajo (desde luego que no es adecuado para las salas de directivos).

Los acabados son convenientes de acuerdo con el brillo o la reflexión que producen. Asimismo emiten brillantez debido a la distorsión óptica provocada por el barniz que se les aplica. Así que aun cuando se necesite cierta reflexión, ésta debe estar bajo control.

El mejor de todos es el acabado a mano de estilo antiguo con muy poco barniz; sólo lo suficiente para proteger la madera. Es conveniente pedir al diseñador una muestra de la madera con el acabado final ya aplicado y probado en frente de las cámaras para la verificación de la reflexión, el brillo y el color.

#### ***Cortes de la Mesa.***

Existen situaciones en las que el equipo se empotra en la mesa. Antes de realizar cualquier corte es necesario estar seguro de que el fabricante de la mesa y el proveedor del equipo se comuniquen y compartan sus experiencias; y por ningún motivo debe dejarse esta tarea sin alguien a cargo.

Los cortes más comunes son para:

- páneces de control;
- superficies para gráficos;
- sistemas gráficos especiales y scanners;
- sistemas de sonido.

En relación a los sistemas de sonido y los micrófonos para la *video conferencia*, es importante recordar que los micrófonos son especiales y

por lo tanto se colocan en la mesa frente a los participantes (figura V.3.13). Si uno de ellos se coloca en el lugar equivocado, todo el sistema de audio fallará y producirá ecos y ruidos.

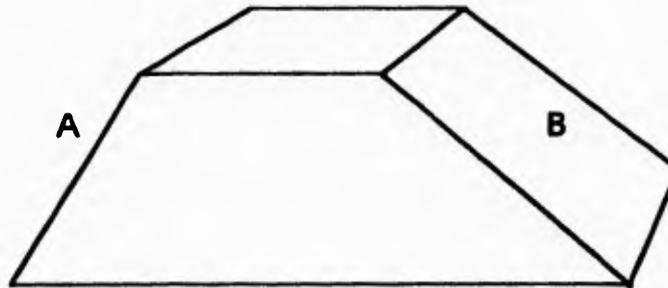


Figura V.3.13 A rechaza los sonidos, B acepta los sonidos El lado sensible de los micrófonos debe apuntar hacia la gente y el lado "sordo" hacia la bocina.

Es recomendable fijar los micrófonos sobre la mesa con alguna cinta adhesiva de doble cara, pero sólo hasta que la prueba del sistema haya concluido.

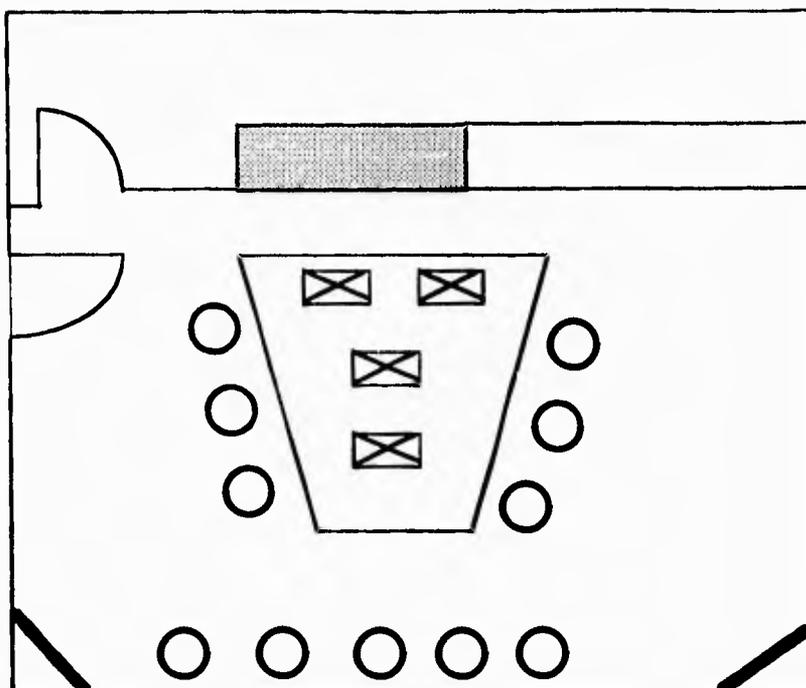


Figura V.3.14 colocación de los micrófonos sobre una mesa triangular. Nótese que los dos micrófonos en la parte más ancha sirven para los primeros cuatro participantes, mientras que el micrófono en el centro es para los participantes que están en la parte más angosta, donde a la vez está el micrófono que sirve para los participantes que están en los asientos de la pared posterior de la sala.

### **ACCESO.**

Las mesas para teleconferencia son mucho más grandes que el mobiliario de oficina ordinario. Por esta razón, es muy posible que no quepa en un elevador de carga usual, ni por las puertas o similares, a menos que se tenga presente.

Así que es necesario asegurarse de considerar todas las provisiones del paso.

### ***Prueba y Funcionalidad.***

Una mesa de videoconferencia es conveniente mientras sus usuarios se encuentren cómodos. No sólo cuando se elige, sino también después de algunos meses de su instalación. Así que si la gerencia insiste en tener una mesa de caoba negra con un terminado brillante, es mejor llevarlos a ver otras instalaciones.

Si la compañía tiene políticas específicas referentes a fumar, beber café, etc., no debe dudar en apoyarlas. Por otro lado, si tales políticas no existen, no deben crearse sólo porque se trate de una instalación nueva o de alta tecnología.

Existe un caso documentado en el que una empresa importante invirtió más de un millón de dólares en unas instalaciones innovadoras, sólo para darse cuenta después de tres años que nadie las había utilizado más de una vez. La razón fue que además de toda la capacitación y la promoción, alguien tuvo la idea de no permitir que la gente bebiese café, lo cual estaba permitido en el resto de la compañía. Esta decisión se consideró como arbitraria y como parte de una serie de detalles que convirtieron la teleconferencia en algo demasiado incómodo.

### ***REQUERIMIENTOS TÉCNICOS***

Además del diseño técnico en particular, existen otros requerimientos que se deben considerar y si es posible, incluir dentro del presupuesto.

Estas áreas son:

- mantenimiento.
- expansión.
- acceso.

- seguridad.
- interruptores maestros.
- sala de equipo.
- pruebas y montaje.

#### *Mantenimiento.*

**Se consideran tres áreas para el mantenimiento:**

- el equipo de la sala.
- las instalaciones de la sala.
- el acceso a las telecomunicaciones.

El primer punto se refiere a las cámaras, los monitores, el audio, etc. Se debe planear un mantenimiento completo para estos componentes electrónicos. Lo cual incluye visitas de por lo menos cada tres meses para realizar limpieza y mantenimiento preventivo, además de reparaciones conforme sea necesario.

Debe darse mantenimiento para conservar la sala, el mobiliario y los servicios generales como la calefacción, la corriente alterna, la iluminación, etc.

Es frecuente que no se cambien los focos fundidos, o no se limpien los monitores ni se pulan las mesas.

Las salas de video conferencia se diseñan considerando un uso frecuente. De hecho, cuanto más se usen sus beneficios serán mayores; y debido a esto, es necesario hacer arreglos para que las instalaciones estén limpias todos los días, especialmente después de que se haya ocupado para una junta durante tres horas.

---

El mantenimiento para el acceso a las líneas de telecomunicación incluye el mantenimiento electrónico y la reparación de multiplexores, modems, estaciones de tierra, microondas, etc.

#### **Expansión.**

Después de haber terminado el diseño y antes de empezar cualquier trabajo, es necesario estudiarlo cuidadosamente y someterlo a una prueba de duración. Imagínese que el sistema ahora ya tiene cinco años y todas las expectativas se han cumplido. La siguiente meta es llevar a cabo una expansión del sistema e incluir algunas de las nuevas tecnologías.

### **DECORACIÓN INTERIOR .**

#### **Colores.**

La selección del color debe contemplar las limitaciones impuestas por las técnicas de videoreducción. En palabras más simples, esto significa que se debe usar uno o dos colores como máximo. En caso de elegir dos colores, estos serán complementarios y no contrastantes. No podrá incluir patrones o diseños de iluminación inusuales.

#### **Adornos.**

Estos incluyen logotipos para paredes amplias que, junto con los cuadros, deberán colocarse fuera del alcance de las cámaras. Se recomiendan las plantas para convertir la sala de *video teleconferencia* en un lugar agradable.

#### **Sugerencias para la decoración:**

- \* Logotipos pequeños.
- \* Plantas.
- \* Cuadros.

- \* Tapetes ribeteados.
- \* Lámparas.
- \* Esculturas pequeñas.

La figura V.3.15 muestra la colocación que se recomienda.

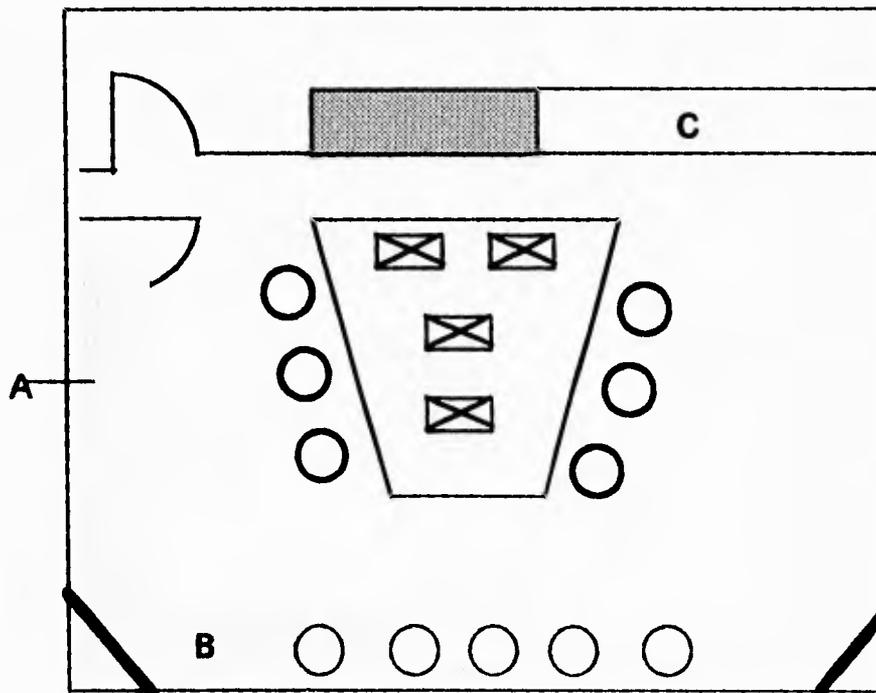


Figura V.3.15 A= Cuadros B= Tapetes ribeteados C=Logotipos, Esculturas y Relojes de pared.

### Asientos

La duración promedio de una sesión de *video teleconferencia* es de dos horas. En teoría, las *videoteleconferencia* no tienen pausas o interrupciones, así que los asientos deberán ser más cómodos que los de uso convencional.

Esto significa que las sillas tendrán que ser de diseño ergonómico, pero sin respaldos altos para no obstruir la vista de los asientos

posteriores. La tapicería debe ser complementaria (no contrastante) con las paredes y la alfombra. Es necesario evitar el cromo y, por último, las sillas deben tener ruedas.

### **ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.**

Como es ya sabido, la función principal del acondicionamiento del aire es mantener las condiciones necesarias de temperatura, ventilación y acústica correctas para el confort de las personas y el buen funcionamiento de los equipos dentro de un local.

Por éstas razones y para evitar el molesto ruido en baja frecuencia que producen algunos equipos de aire convencionales, dada la sensibilidad que tienen los microfonos, y la mayor facilidad en la instalación, se aconseja utilizar un equipo de aire del tipo MINI-SPLIT, éstos equipos tienen la característica de ser muy silenciosos y constan de controles remotos electrónicos, existen controles que permiten programar el encendido y apagado del equipo, ajustar la temperatura, etc.

Existen en el mercado diversas marcas que manejan los equipos MINI-SPLIT como son: CARRIER, YORK y MITSUBISHI.

Ésta última es la más recomendable por ser sus equipos los más silenciosos.

Uno de los modelos de la marca MITSUBISHI que pueden satisfacer las necesidades del lugar es el FDT360HA1 con capacidad de tres toneladas de refrigeración; consume aproximadamente 4,250 W. a 220 V., se instala en plafón y la distribución del aire es por cuatro puntos.

Hay otros modelos que se pueden colocar en muros con descarga de aire hacia arriba ó hacia abajo.

## **CABINAS DE CONTROL Y TRADUCCIÓN SIMULTÁNEA**

Para poder optimizar el equipo de videoconferencia es recomendable habilitar dos pequeñas cabinas en la parte trasera del local. La entrada a éstas puede ser desde el pasillo de acceso a la sala ó la que se juzgue más recomendable.

Ambas cabinas deben tener visibilidad directa a la sala, por medio de ventanas, para llevar el control de todo lo que acontece en la misma, además deben permanecer a una temperatura de control para que los operadores se encuentren en un ambiente de confort.

### ***Cabina de control.***

La función del operador es muy importante por que además de controlar las cámaras remotamente, debe manejar la señal que se recibirá de los diferentes enlaces, también cabe mencionar la posibilidad de que sea quien ajuste los niveles de iluminación de las lámparas (por medio de los DIMMERS) para mejorar la calidad de las imagenes tomadas por la cámara ó para resaltar a alguna(s) persona(s) en particular.

Quizá también se requiera que la misma persona tenga la posibilidad de controlar el equipo de aire acondicionado.

Dicha cabina debe contar con la electrónica del equipo de videoconferencia, el control de las cámaras, un par de monitores por cada enlace, así como la pareja de monitoreo del área local, es decir, si se tienen dos enlaces simultáneos se tendrá un total de 6 monitores.

En el caso de que se desee, también se puede incluir algún sistema de intercomunicación entre el operador y el instructor u otra persona, dependiendo de la utilización en ese momento de la sala ó local.

En el caso de las cámaras de video, existen controles remotos con mecanismos servo que permiten realizar las funciones de PAN (PANEO: movimiento horizontal, izquierda-derecha), TILT (movimiento vertical, arriba-abajo), ZOOM IN/OUT (acercamientos y alejamientos).

Dependiendo del tipo de cámara se recomiendan éstos controles. Los hay de diversas marcas como por ejemplo: FUJINON, CANON, etc.

Es necesario que el mobiliario de la cabina de control sea diseñado de tal manera que el operador tenga todas las facilidades para manipular el equipo y a la vez sea cómodo (ERGONOMICO).

#### *Cabina de traducción simultánea.*

Existen en el mercado varios sistemas de traducción simultánea, ya sea alámbricos ó inalámbricos. Los alámbricos no son muy recomendados por su funcionalidad pero sí por su costo.

Dentro de los inalámbricos existen dos sistemas que pueden ser utilizados en una sala de videoconferencias:

- sistema de campo magnético;
- sistema de radiador óptico infrarojo.

Se recomienda utilizar el primero ya que resulta ser más económico que el segundo y tiene la posibilidad de utilizar dos canales de traducción (por ejemplo: Inglés-Español, Español-Inglés).

Aunque se pueden encontrar diversas fábricas y marcas de éstos equipos por lo regular se recomiendan los equipos PHILIPS y SENNHEISSER.

---

Quizá sea necesario el empleo de dos traductores(as), ya sea para turnarse en sesiones de *videoconferencia* muy prolongadas ó para realizar la traducción en ambos idiomas.

#### *Algunos recursos didácticos*

El pizarrón electrónico, la impresora, la *videoreproductora* (beta-vhs) y la cámara de gráficos son algunos recursos que se pueden añadir para dar un mejor servicio a los asistentes a las conferencias, así como para dar apoyo al conferencista.

Todo éste equipo, debe ser, accesible al instructor. El pizarrón debe ser visto con facilidad por todos y cada uno de los asistentes.

#### *El coordinador de la sala.*

Toda sala de *video teleconferencia* debe contar con un encargado. Esto significa que alguien debe ser el responsable del horario, la disponibilidad, la apariencia, la realización técnica y la confiabilidad. Esto no quiere decir que el coordinador de la sala de *video teleconferencia* tenga que ser una secretaria, un ingeniero o un afanador, pero sí alguien que tenga acceso a estos servicios, y cuando sea necesario, deberá estar disponible y dispuesto a llevar a cabo algo de limpieza, la programación del codec y el ajuste de la cámara. En las salas públicas, el coordinador también funge como representante del servicio a clientes, agente de relaciones públicas, guía de visitas y analista financiero. Se necesitará más personal a medida que las instalaciones sean más grandes.

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y  
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**

---

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se requiere de un sistema de comunicación que permita a una empresa, eliminar la improductividad y disminuir los gastos provocados por los viajes que su personal debe realizar para transmitir información logrando la comunicación en tiempo real.

## **DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN**

De manera específica para una empresa resultan ser diversas y de igual forma importantes las ventajas y aplicaciones que puede tener el contar con una sala de Videoconferencias propia ó pública.

Los servicios de videoconferencia son un mercado que está empezando a ser explotado y que por su novedad no todos lo conocen, posteriormente se mencionarán algunas aplicaciones ventajosas de éste servicio, en donde se ha justificado la inversión.

Sabemos que actualmente Teléfonos de México cuenta con salas de Videoconferencias públicas en las principales ciudades de México como: D.F., Monterrey, Guadalajara con una capacidad máxima de 10 personas y el único auditorio de mayor capacidad de que se tiene conocimiento que esté ya en funcionamiento es la sala de Videoconferencias de INTTELMEX ubicada en las instalaciones de TELMEX en Nextengo para un cupo máximo de 30 personas. Estas salas están a disposición de quién las solicite y de quién no pueda invertir en el equipo necesario para tener su propia sala de videoconferencias.

Podemos decir que no existe otro servicio que pueda brindarnos los beneficios que en materia de telecomunicación otorga la videoconferencia, el

---

único sustituto posible es el realizar viajes para llevar a cabo cualquier tipo de reuniones pero, considerando que el costo es mucho mayor.

### **1.1 ¿A QUIEN PUEDE INTERESARLE ÉSTE SERVICIO?**

Este servicio va dirigido a toda empresa con necesidades de comunicación audiovisual interactiva, a compañías de cualquier giro que quieran abatir los costos de viaje que hacen para realizar sus negociaciones ó capacitar a sus empleados sin tener que desplazarlos, ya que esto resulta muy caro; va dirigido también a empresas que sólo hagan uso del servicio por decir algo una vez por mes o quizá menos y que contar con su propia sala resultaría muy costoso.

En general puede ser usado :

- en empresas con numerosas sucursales dispersas entre sí, en cadenas hoteleras y en reuniones gubernamentales;
- para optimizar el uso de la red digital integrada;
- cuando los costos de desplazamiento sean mayores que los de VIDEOCONFERENCIA ó se aumente la eficiencia y productividad de la compañía;
- para facilitar la toma de decisiones;
- siempre que se requiera visualizar algo con movimiento en tiempo real;
- cuando se requiera una notable sensación de presencia activa en una reunión y los participantes se encuentren geográficamente distantes;
- cuando la comunicación requiera la observación de los gestos y ademanes de los interlocutores;
- por razones de imagen y prestigio.

- para Instituciones financieras.
- universidades y escuelas.
- cadenas hoteleras.
- consorcios.
- hospitales.
- compañías aseguradoras etc.
- y para empresas privadas de cualquier giro.

## **PROPUESTA**

---

## **I.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Se propone la creación de una sala de servicios de videoconferencia con las siguientes características:

**Monitor de participantes.**

**Cámara de documentos.**

**Cámara de video.**

**Videocasetera (BETA, VHS).**

**Codec.**

**Con canceladores de eco.**

**Sistema de audio de alta fidelidad.**

**Proyector de diapositivas.**

**Monitor de alta resolución.**

**Cabina de control y traducción simultánea.**

**Proyector de video.**

**Proyector dual para acetatos de retroproyector.**

**Pizarrón electrónico**

**Y comunicación a todos los países que la red internacional Sprint permite a través de sus contratos celebrados con TELMEX, permitiendo a los usuarios que lo deseen usar el servicio de videocomunicación digital, integrándolos a la RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS y enlazándolos a todos los lugares del mundo dónde SPRINT tiene salas disponibles con el equipo necesario para hacer videoconferencia.**

**Diseño de un Sala de VIDEOCONFERENCIA.**

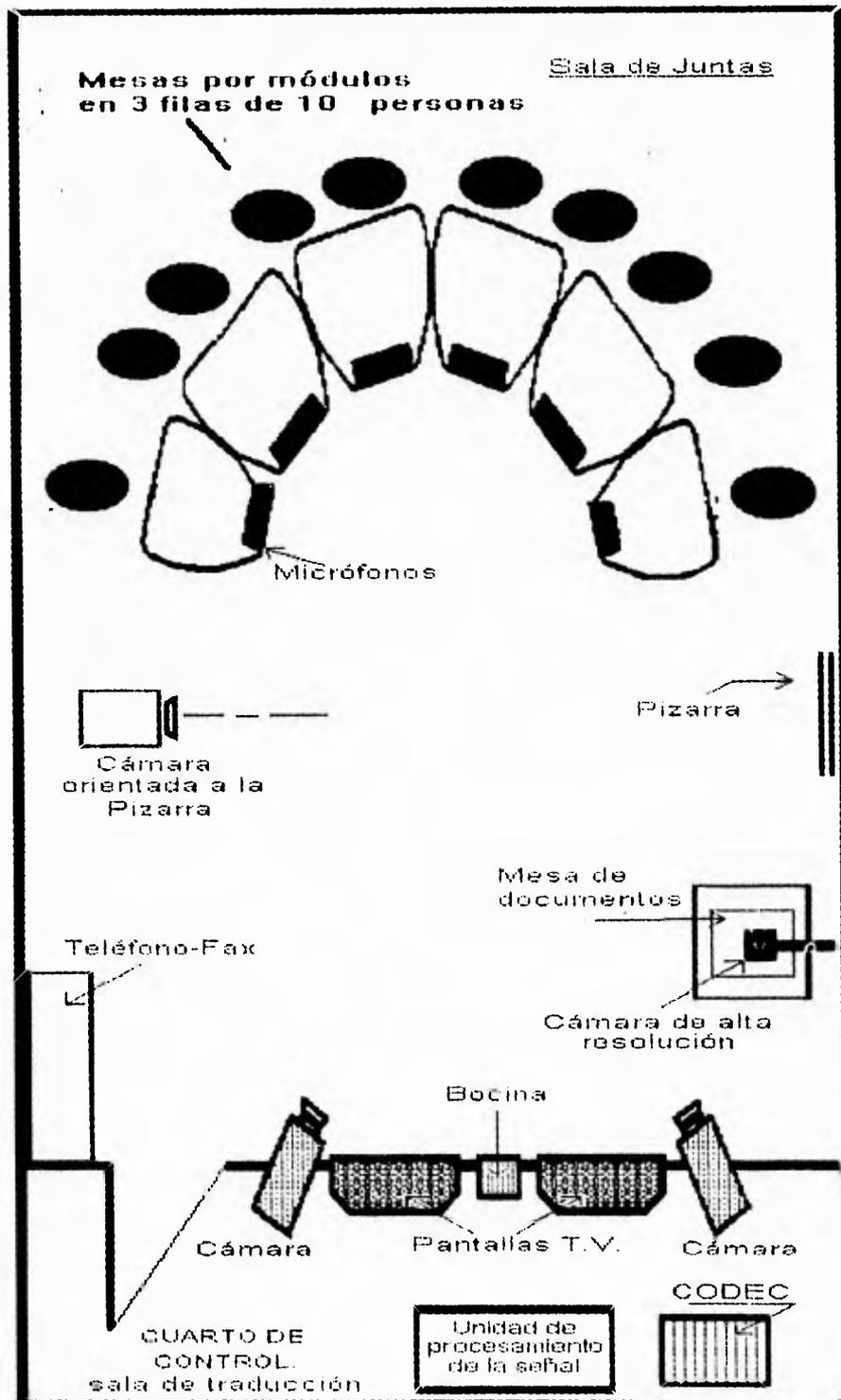


Figura I.1.1 Diseño de la sala de V.C.

La sala ocupa una superficie de 40 m<sup>2</sup>, que tendrá la capacidad de albergar un máximo de 30 personas las cuales contarán con todas la comodidades que una sala de videoconferencia proporciona.

Considerando el análisis realizado hasta el momento, se sugiere que la distribución óptima de los participantes y el equipo sea como se muestra en la figura I.1.1, empleando la configuración de sistemas conmutado por voz:

## **I.2 EVALUACIÓN FINANCIERA**

Los siguientes valores muestran la comparación de un evento realizado por videoconferencia y otro realizado a través de viajes.

Partimos de los supuestos más relevantes por ej. las localidades de la reunión, número de las reuniones y duración de las mismas, se consideran además los gastos de viaje y de productividad, realizando un comparativo con una reunión por videoconferencia. En el resumen financiero se muestran el valor neto actual y el análisis de gastos, se da un estimado de los costos totales, así como el ahorro total al utilizar la videoconferencia.

**Planilla de Justificación de Costos de Videoconferencias**

	<b>Reunión Convencional</b>	<b>Video Conferencia</b>
<b>A. Supuestos</b>		
<b>Los Hechos:</b>		
1. Localidad(es) de Reunión	MÉXICO	MONTERREY
2. No. Localidades de Reunión	2	2
3. No. de Reuniones por Mes	6	6
4. Duración de Reunión (horas)	4	4
5. No. de Participantes en la Reunión	30	30
6. Instalación/Costos Generales de la Sala	\$100	\$100
7. Personal-Sueldo/Participante p/ Hora	\$25	\$25
<b>Viaje:</b>		
8. No. Personas Que Viajan	30	0
9. No. de Días Fuera Oficina	3	0
10. No. de Noches en Hotel	2	0
11. Boletos de Avión (Ida y Vuelta)	\$950	\$0
12. Alquiler de Auto (Por Día)	\$350	\$0
13. Hotel (Por Noche)	\$300	\$0
14. Comida (Por Día)	\$100	\$0
15. Misc. (Tel., propinas, etc. por Día)	\$50	\$0
<b>Productividad (horas):</b>		
16. % Tiempo Improductivo Antes de Vuelo	60%	0
17. % Tiempo de Vuelo Improductivo	100%	0
18. Tiempo de Preparación del Viaje	3	0
19. Desplazamiento al Aeropuerto-Salida	1	0
20. Desplazamiento al Aeropuerto-Llegada	1	0
21. Desplazamiento de Hotel a Reunión	1	0
22. Tiempo Antes de Vuelo (Ida y Vuelta)	2	0
23. Tiempo de Vuelo (Ida y Vuelta)	3	0
<b>Videoconferencia:</b>		
24. Trasmisión-Costo de Uso por Hora	\$0	\$2.000
25. Trasmisión-Costo de Acceso por Mes		
Localidad #1	\$0	\$0
Localidad #2	\$0	\$0
26. Personal-Apoyo Admin. Sueldo por Hora	\$0	\$25
27. Personal-Apoyo Técn. Sueldo por Hora	\$0	\$12
28. Costo/Sistema de Equipo de Videoconf.	\$0	\$300.000
29. Período de Depreciación (años)	0	\$3
30. Método de Depreciación/Linea Recta		\$100.000
31. Tasa Impositiva	25%	
32. Costo de Capital	10%	
<b>B. Resumen Financiero</b>		
<b>Recuperación (Años)</b>		<b>0,51</b>
<b>Valor Neto Actual</b>		<b>\$2.379.690</b>

**C. Análisis de Gastos  
(Por Reunión)**

	<b>Reunión Convencional</b>	<b>Video Conferencia</b>
<b>Costos Relacionados a Viajes</b>		
<b>Gastos de Viaje:</b>		
Boleto de Avión (Ida y Vuelta)	\$28.500	\$0
Alquiler de Vehículos	\$1.050	\$0
Hotel	\$18.000	\$0
Comida	\$9.000	\$0
Misc. (Tel., propinas, etc.)	\$4.500	\$0
<b>Total Gastos de Viaje</b>	<b>\$61.050</b>	<b>\$0</b>
<b>Costos de Productividad</b>		
	<b>Horas</b>	<b>Costos</b>
Preparación del Viaje	90	\$2.250
Desplazamiento Total por Tierra	90	\$2.250
Antes del Vuelo	60	\$1.500
Tiempo de Vuelo (Ida y Vuelta)	90	\$2.250
<b>Total Perdido de Costos Productividad</b>		<b>\$8.250</b>
<b>Total Costos Relacionados al Viaje</b>	<b>\$69.300</b>	<b>\$0</b>
<b>Costo Videoconferencia</b>		
Costos Trasmisión-Uso y Acceso		\$48.000
Apoyo-Personal Admin. y Técn.		\$296
<b>Costo Total Videoconferencia</b>		<b>\$48.296</b>
<b>Otros Gastos de Reunión</b>		
Instalaciones	\$800	\$800
Personal-Participantes en Reunión	\$3.000	\$3.000
<b>Total Otros Gastos Reunión</b>	<b>\$3.800</b>	<b>\$3.800</b>
<b>Costos Totales de Reunión</b>		
Reunión Convencional	\$73.100	
Videoconferencia		\$52.096
<b>Total Ahorro Costos Obtenido del Video</b>		<b>\$21.004</b>

**D. Flujo de Efectivo**

	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
<b>Ahorro de Costos</b>				
Ahorro Neto Costos de Viaje		\$918.288	\$1.010.117	\$1.111.128
Ahorro Neto en Productividad		\$594.000	\$653.400	\$718.740
<u>Costo Neto de Reunión (Otros)</u>		<u>\$0</u>	<u>\$0</u>	<u>\$0</u>
Total Ahorro en Viajes y Productividad		\$1.512.288	\$1.663.517	\$1.829.868
Menos:				
Depreciación		(\$200.000)	(\$200.000)	(\$200.000)
Ahorro Neto Antes Impuesto		\$1.312.288	\$1.463.517	\$1.629.868
<u>Impuesto</u>		<u>(\$328.072)</u>	<u>(\$365.879)</u>	<u>(\$407.467)</u>
Ahorro Neto Después Impuesto		\$984.216	\$1.097.638	\$1.222.401
<b>Ahorros No en Efectivo</b>				
Depreciación		\$200.000	\$200.000	\$200.000
<u>Inmovilizado Material</u>	<u>(\$600.000)</u>			
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>(\$600.000)</b>	<b>\$1.184.216</b>	<b>\$1.297.638</b>	<b>\$1.422.401</b>
<b>Recuperación (Años)</b>		<b>0,51</b>		
<b>Valor Neto Actual</b>		<b>\$2.379.690</b>		

De los datos mostrados anteriormente podemos concluir que existe un ahorro considerable al realizar viajes comparado con la videoconferencia.

El sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas (ahorro) contra todos los desembolsos para producir esas ganancias en términos de su valor equivalente en éste momento ó tiempo cero. Es claro que para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos lo cuál dará por resultado que el Valor Neto Actual sea mayor que cero (Para calcular el VPN se utiliza el costo del capital)

De los datos anteriormente mostrados podemos concluir que la videoconferencia tiende a ser más rentable cuando existen más participantes la siguiente gráfica muestra el comportamiento costo vs número de participantes durante una reunión normal y una videoconferencia. La videoconferencia se mantiene constante, y en una reunión normal los costos tienden a aumentar.

Como lo muestra la figura 1.2.1 existe un punto de equilibrio en el ambas opciones pueden ser igualmente significativas.

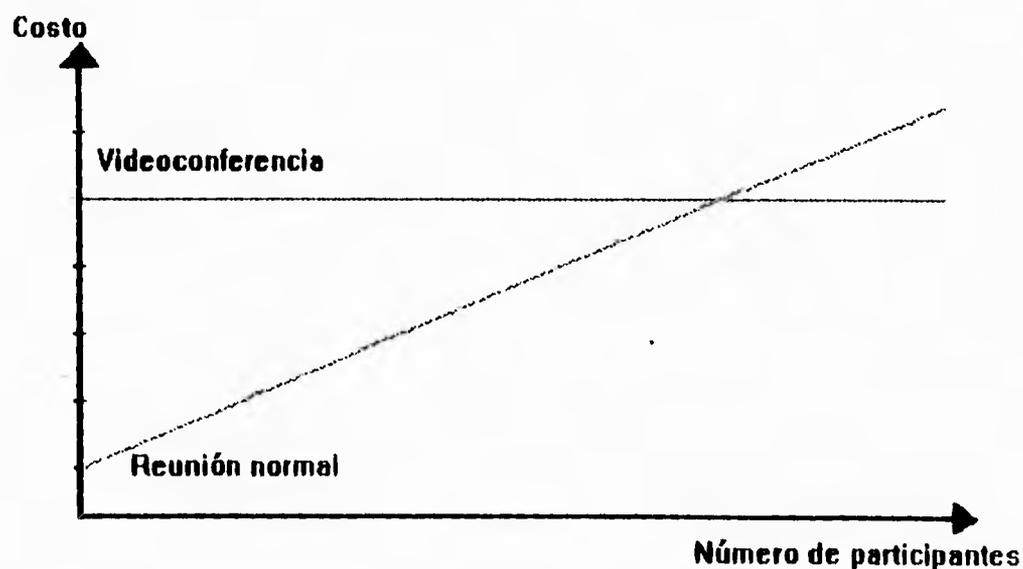


Figura 1.2.1 Costo vs número de participantes.

## **CONCLUSIONES**

---

Para concluir el presente trabajo podemos decir que la videoconferencia proporciona un medio para minimizar los costos de operación que en materia de comunicaciones pueda afectar a una empresa, la inversión es alta, pero un proyecto de éste tamaño justifica a cierto plazo la recuperación del mismo.

La posibilidad de ver através de video y comunicarse en tiempo real permitirá a las empresas tomar decisiones más rápidas.

Hasta ahora la videoconferencia se venía destinando a usos muy especializados, debido al alto costo de los equipos pero día a día los fabricantes desarrollan nuevos equipos de comunicación y mejoran las velocidades de transmisión, métodos de compresión y costos, tratando de beneficiar al usuario como es el caso de los videoteléfonos que permiten a través de una línea normal visualizar a las personas.

Con el TLC las oportunidades de adquirir una herramienta como ésta son mayores se están introduciendo al mercado sistemas que junto con un codec incluyan multiplexores y en los que el propio usuario pueda conmutar sus señales y transmitir a través de cualquier medio fibra óptica, satélite etc.

La difusión de las redes de fibra óptica y las técnicas de compresión de datos (que aumentan la capacidad de transmisión de los actuales cables de cobre), brindan un soporte adecuado para éste tipo de comunicación.

Para los más entusiastas ha comenzado la era de la comunicación visual para todo el mundo.

Los requerimientos técnicos establecidos en éste trabajo son la base para iniciar a quién sea de su interés en proyectos de innovación, tal vez en algún momento la Facultad de Ingeniería pueda contar con su propia sala ó adaptar su auditorio para realizar videoconferencias, mesas redondas, etc.; y donde principalmente nuestros catedráticos y alumnos puedan contar con un foro de comunicación hacia el exterior.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

---

**ANGSTROM:** [ $1 \times 10^{-10}$ ] Unidad para medir longitudes de ondas luminosas.

**ARANDELA:** Anillo de metal para evitar el roce de dos piezas

**BASTONES:** Fotorreceptores rectos, delgados que reaccionan a bajos niveles de iluminación produciendo imágenes en blanco y negro.

**CONOS:** Células fotorreceptoras gruesas. están en la retina, son sencibles al color y permiten apreciar los detalles.

**CANDELA:** [cd] Es la unidad de intensidad de una fuente de luz en una dirección dada. La candela se define como la intensidad luminosa producida por  $1/600\ 000$  de metro cuadrado de un cuerpo negro radiante a la temperatura de solidificación del platino. La intensidad luminosa de una lámpara ó luminaria se expresa en candelas.

**DISPERSIÓN DEL RAYO DE LUZ:** Divergencia angular del rayo de luz, medida en grados.

**EFICIENCIA:** El total del flujo de luz emitido por una lámpara en relación con la cantidad total de electricidad que se suministra. Tratándose de una lámpara eléctrica, la eficiencia se mide en lúmenes por vatio.

**FACTOR DE DEPRECIACIÓN POR POLVO:** El multiplicador que se utiliza en los cálculos de iluminación para relacionar la iluminación inicial (que produce

una lámpara limpia y nueva) con la iluminación disminuida por el polvo que se acumulará en ella antes de que se realice la limpieza periódica.

**FACTORES DE PÉRDIDA DE LUZ:** Factores que contribuyen a disminuir el nivel luminoso de una instalación. Los más importantes son:

- Temperatura, voltaje y rendimiento de la lámpara.
- Desgaste de los materiales y del acabado.
- Acumulación de polvo en las superficies interiores.
- Lámparas fundidas ó descompuestas.
- Disminución de la brillantez de las lámparas.
- Depreciación de la luminaria por polvo.

**FLUJO:** Cantidad de luz que fluye a través de una superficie en la unidad de tiempo.

**FRECUENCIA:** Al número de ciclos por segundo se le denomina "frecuencia"  $f$ . La unidad de la frecuencia es el Hertzio (Hz). 1 Hz = 1 ciclo por segundo. Al tiempo necesario para que se repita una oscilación se le conoce como "periodo", T.

La relación entre frecuencia y periodo es:  $f = 1/T$

**FULGOR:** Sensación producida por la brillantez dentro del campo visual, cuyo nivel de intensidad es mayor que el de la luminosidad a la que está adaptada el ojo, lo que produce molestias o pérdida de la capacidad visual.

**HIGROMÉTRICO:** De Higrometría. Ciencia que determina la cantidad de humedad que existe en la atmósfera

**HUMEDAD RELATIVA:** Proporción de vapor de agua en la atmósfera, en comparación con la cantidad necesaria del mismo para producir la saturación. Se expresa en tanto por ciento.

**LONGITUD DE ONDA:** La "Longitud de Onda",  $\lambda$ , es la distancia entre dos máximos de presión sucesivos ó entre dos mínimos de presión sucesivos de una onda plana.

La relación entre  $\lambda$ ,  $c$ ,  $T$  y  $f$  es:  $\lambda = cT = c/f$

La longitud de onda se mide en metros.

**LUMEN:** El lumen se define como la cantidad de luz emitida por un radián sólido proveniente de una fuente de luz de una candela de intensidad.

**LUX:** Un lux es la iluminación producida por un lumen uniformemente distribuido sobre un metro cuadrado.

**VALOR NETO ACTUAL:** Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

**VELOCIDAD DEL SONIDO:** El tiempo necesario para que el movimiento se propague de unas partículas a las próximas, por lo tanto la velocidad de propagación de la perturbación, depende de la masa y de la elasticidad del medio.

En condiciones normales, la velocidad del sonido es aproximadamente 344 m/s a 20°C.

---

## **BIBLIOGRAFIA.**

- \* **COMUNICACIONES Y REDES DE PROCESAMIENTO DE DATOS.**  
Nestor Gonzalez Sainz.  
Ed. Mc graw Hill.
  
- \* **COMUNICACIONES**  
Interfaces, Modems, Protocolos, Redes y Normas.  
José M. Huidoro.  
Ed. Paraninfo.
  
- \* **METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL PROYECTO DE ILUMINACIÓN DE ZONAS INTERIORES, EXTERIORES.**  
Tesis UNAM.
  
- \* **EL FUTURO DE LAS REDES DIGITALES DE SERVICIOS INTEGRADOS.**  
Tesis UNAM.
  
- \* **VIDEOCONFERENCING SYSTEM.**  
**ARCHITECTURAL DESIGN CONSIDERATIONS FOR**  
**VIDEOCONFERENCING ROOMS.**  
**MTI ( MEDIA TECHNOLOGY INC.)**  
DR. Alfonso Fabris V.  
SPRINT Inc.
  
- \* **TELEVISIÓN PRACTICA Y SISTEMAS DE VIDEO.**  
Bernad Grob  
Ed. Marcombo
  
- \* **SALA DE VIDEOCONFERENCIAS DE INTTELMEX.**  
Televisa Chapultepec.  
Dirección de Ingeniería.

---

**\*TESIS: DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DEL PROCESAMIENTO  
DIGITAL DE IMAGENES.**

Larri Hipólito Escobar  
F.I. UNAM

**\*FUNDAMENTOS DE ACUSTICA**

Kinsler L. E. /Frey A.R./Coppens A.B.  
Editorial Limusa.

**\* NEC COMPUTERS AND COMMUNICATIONS  
VISUALINK 5000 VIDEO CODEC**

NEC de México

**\* NEC COMPUTERS AND COMMUNICATIONS  
ACOUSTIC ECHO CANCELLER**

NEC de México

**\* NORMAS DE COMUNICACIÓN CCITT  
LIBRO AZUL**

Ginebra 1990

**\* INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN**

F.G. Stremier.  
Editorial Iberoamericana

**\* INTRODUCCION AL CONTROL DE RUIDO**

Moreno, J.N.R.  
Brük & Kjaer

**\* TELECONFERENCING**

Dennis Bodson  
Editorial IEEE-PRESS

---

## **ANEXOS**



INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION

**CCITT**

**H.261**

THE INTERNATIONAL  
TELEGRAPH AND TELEPHONE  
CONSULTATIVE COMMITTEE

LINE TRANSMISSION  
ON NON-TELEPHONE SIGNALS

---

VIDEO CODEC FOR AUDIOVISUAL SERVICES  
AT  $p \times 64$  kbit/s

Recommendation H.261

---



Geneva, 1990

## FOREWORD

The CCITT (the International Telegraph and Telephone Consultative Committee) is the permanent organ of the International Telecommunication Union (ITU). CCITT is responsible for studying technical, operating and tariff questions and issuing Recommendations on them with a view to standardizing telecommunications on a worldwide basis.

The Plenary Assembly of CCITT which meets every four years, establishes the topics for study and approves Recommendations prepared by its Study Groups. The approval of Recommendations by the members of CCITT between Plenary Assemblies is covered by the procedure laid down in CCITT Resolution No. 2 (Melbourne, 1988).

Recommendation H.261 was prepared by Study Group XV and was approved under the Resolution No. 2 procedure on the 14 of December 1990.

---

## CCITT NOTE

In this Recommendation, the expression "Administration" is used for conciseness to indicate both a telecommunication Administration and a recognized private operating agency.

© ITU 1990

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the ITU.

**Recommendation H.261**

**VIDEO CODEC FOR AUDIOVISUAL SERVICES AT  $p \times 64$  kbit/s**

(revised 1990)

The CCITT,

*considering*

(a) that there is significant customer demand for videophone, videoconference and other audiovisual services;

(b) that circuits to meet this demand can be provided by digital transmission using the B, H<sub>0</sub> rates or their multiples up to the primary rate or H<sub>11</sub>/H<sub>12</sub> rates;

(c) that ISDNs are likely to be available in some countries that provide a switched transmission service at the B, H<sub>0</sub> or H<sub>11</sub>/H<sub>12</sub> rate;

(d) that the existence of different digital hierarchies and different television standards in different parts of the world complicates the problems of specifying coding and transmission standards for international connections;

(e) that a number of audiovisual services are likely to appear using basic and primary rate ISDN accesses and that some means of intercommunication among these terminals should be possible;

(f) that the video codec provides an essential element of the infrastructure for audiovisual services which allows such intercommunication in the framework of Recommendation H.200;

(g) that Recommendation H.120 for videoconferencing using primary digital group transmission was the first in an evolving series of Recommendations,

*appreciating*

that advances have been made in research and development of video coding and bit rate reduction techniques which lead to the use of lower bit rates down to 64 kbit/s so that this may be considered as the second in the evolving series of Recommendations,

*and noting*

that it is the basic objective of the CCITT to recommend unique solutions for international connections,

*recommends*

that in addition to those codecs complying to Recommendation H.120, codecs having signal processing and transmission coding characteristics described below should be used for international audiovisual services.

*Note 1* – Codecs of this type are also suitable for some television services where full broadcast quality is not required.

*Note 2* – Equipment for transcoding from and to codecs according to Recommendation H.120 is under study.

An outline block diagram of the codec is given in Figure 1/H.261.

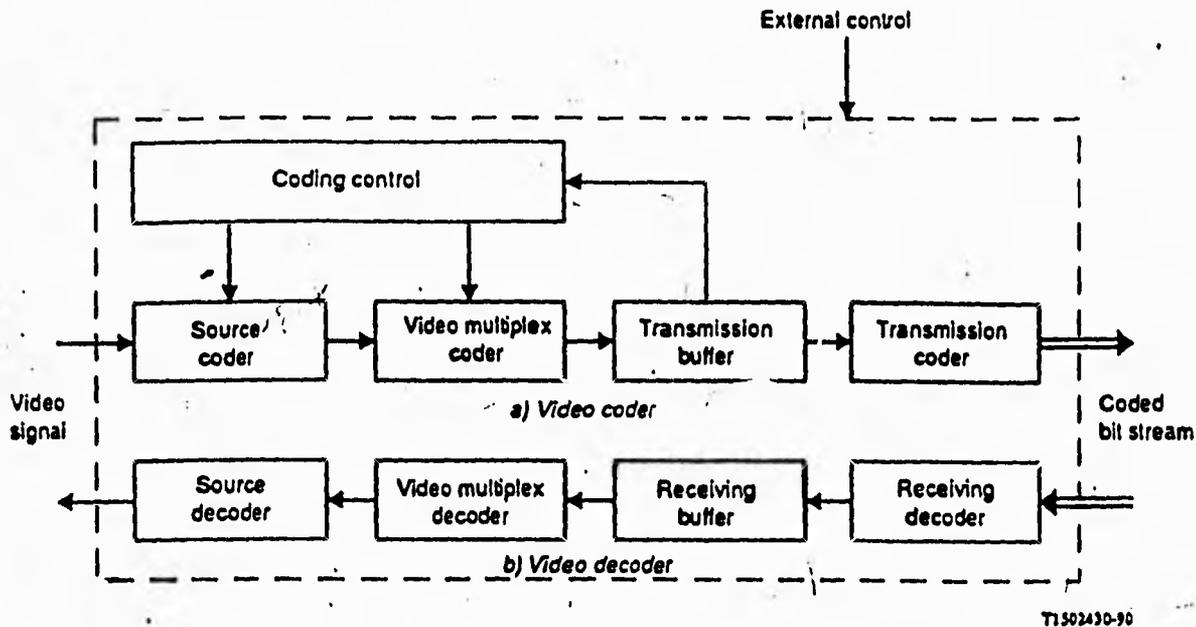


FIGURE 1/H.261

Outline block diagram of the video codec

### 2.1 Video input and output

To permit a single Recommendation to cover use in and between regions using 625- and 525-line television standards, the source coder operates on pictures based on a common intermediate format (CIF). The standards of the input and output television signals, which may, for example, be composite or component, analogue or digital and the methods of performing any necessary conversion to and from the source coding format are not subject to Recommendation.

### 2.2 Digital output and input

The video coder provides a self-contained digital bit stream which may be combined with other multi-facility signals (for example as defined in Recommendation H.221). The video decoder performs the reverse process.

### 2.3 Sampling frequency

Pictures are sampled at an integer multiple of the video line rate. This sampling clock and the digital network clock are asynchronous.

## 2.4 *Source coding algorithm*

A hybrid of inter-picture prediction to utilize temporal redundancy and transform coding of the remaining signal to reduce spatial redundancy is adopted. The decoder has motion compensation capability, allowing optional incorporation of this technique in the coder.

## 2.5 *Bit rate*

This Recommendation is primarily intended for use at video bit rates between approximately 40 kbit/s and 2 Mbit/s.

## 2.6 *Symmetry of transmission*

The codec may be used for bidirectional or unidirectional visual communication.

## 2.7 *Error handling*

The transmitted bit-stream contains a BCH<sup>(1)</sup> (511,493) forward error correction code. Use of this by the decoder is optional.

## 2.8 *Multipoint operation*

Features necessary to support switched multipoint operation are included.

# 3 Source coder

## 3.1 *Source format*

The source coder operates on non-interlaced pictures occurring 30 000/1001 (approximately 29.97) times per second. The tolerance on picture frequency is  $\pm 50$  ppm.

Pictures are coded as luminance and two colour difference components (Y, C<sub>B</sub> and C<sub>R</sub>). These components and the codes representing their sampled values are as defined in CCIR Recommendation 601.

Black = 16

White = 235

Zero colour difference = 128

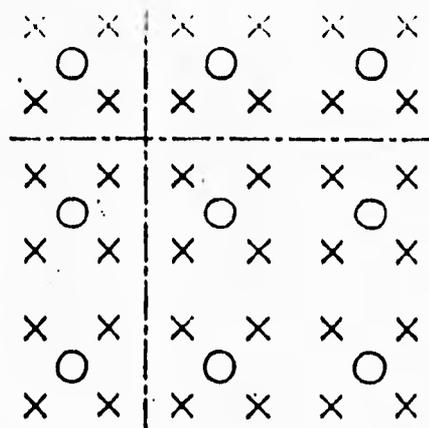
Peak colour difference = 16 and 240.

These values are nominal ones and the coding algorithm functions with input values of 1 through to 254.

Two picture scanning formats are specified.

In the first format (CIF), the luminance sampling structure is 352 pels per line, 288 lines per picture, in an orthogonal arrangement. Sampling of each of the two colour difference components is at 176 pels per line, 144 lines per picture, orthogonal. Colour difference samples are sited such that their block boundaries coincide with luminance block boundaries as shown in Figure 2/H.261. The picture area covered by these numbers of pels and lines has an aspect ratio of 4:3 and corresponds to the active portion of the local standard video input.

*Note* – The number of pels per line is compatible with sampling the active portions of the luminance and colour difference signals from 525- or 625-line sources at 6.75 and 3.375 MHz respectively. These frequencies have a simple relationship to those in CCIR Recommendation 601.



T1500340-86

X Luminance sample  
 O Chrominance sample  
 - - - Block edge

FIGURE 2/H.261

Positioning of luminance and chrominance samples

The second format, quarter-CIF (QCIF), has half the number of pels and half the number of lines stated above. All codecs must be able to operate using QCIF. Some codecs can also operate with CIF.

Means shall be provided to restrict the maximum picture rate of encoders by having at least 0, 1, 2 or 3 non-transmitted pictures between transmitted ones. Selection of this minimum number and CIF or QCIF shall be by external means (for example via Recommendation H.221).

### 3.2 Video source coding algorithm

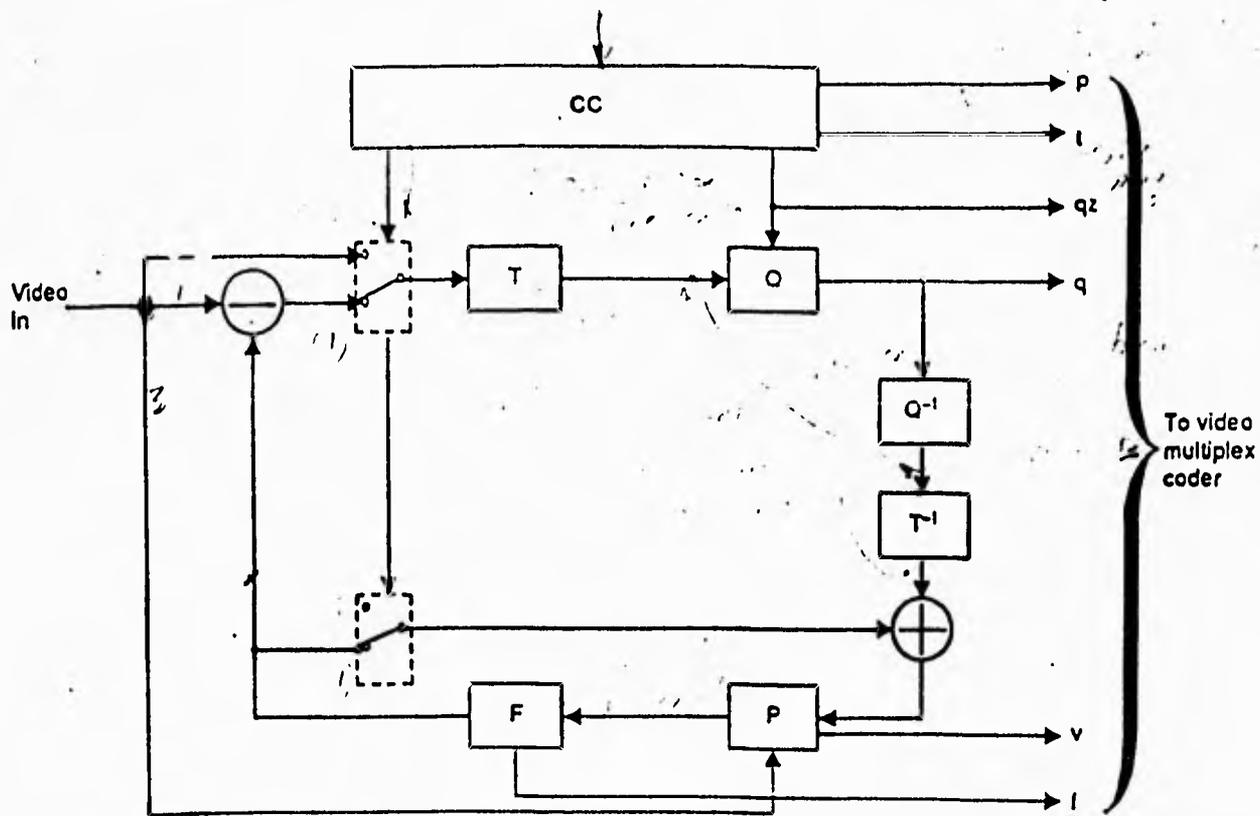
The source coder is shown in generalized form in Figure 3/H.261. The main elements are prediction, block transformation and quantization.

The prediction error (INTER mode) or the input picture (INTRA mode) is subdivided into 8 pel by 8 line blocks which are segmented as transmitted or non-transmitted. Further, four luminance blocks and the two spatially corresponding colour difference blocks are combined to form a macroblock as shown in Figure 10/H.261.

The criteria for choice of mode and transmitting a block are not subject to recommendation and may be varied dynamically as part of the coding control strategy. Transmitted blocks are transformed and resulting coefficients are quantized and variable length coded.

#### 3.2.1 Prediction

The prediction is inter-picture and may be augmented by motion compensation (see § 3.2.2) and a spatial filter (see § 3.2.3).



T1502441-00

- T Transform
- Q Quantizer
- P Picture memory with motion compensated variable delay
- F Loop filter
- CC Coding control
- p Flag for INTRA/INTER
- l Flag for transmitted or not
- qz Quantizer Indication
- q Quantizing index for transform coefficients
- v Motion vector
- l Switching on/off of the loop filter

FIGURE 3/H.261

Source coder

### 3.2.2 Motion compensation

Motion compensation (MC) is optional in the encoder. The decoder will accept one vector per macroblock. Both horizontal and vertical components of these motion vectors have integer values not exceeding  $\pm 15$ . The vector is used for all four luminance blocks in the macroblock. The motion vector for both colour difference blocks is derived by halving the component values of the macroblock vector and truncating the magnitude parts towards zero to yield integer components.

### 3.2.3 Loop filter

The prediction process may be modified by a two-dimensional spatial filter (FIL) which operates on pels within a predicted 8 by 8 block.

The filter is separable into one-dimensional horizontal and vertical functions. Both are non-recursive with coefficients of 1/4, 1/2, 1/4 except at block edges where one of the taps would fall outside the block. In such cases the 1-D filter is changed to have coefficients of 0, 1, 0. Full arithmetic precision is retained with rounding to 8 bit integer values at the 2-D filter output. Values whose fractional part is one half are rounded up.

The filter is switched on/off for all six blocks in a macroblock according to the macroblock type (see § 4.2.3 MTYPE).

### 3.2.4 Transformer

Transmitted blocks are first processed by a separable two-dimensional discrete cosine transform of size 8 by 8. The output from the inverse transform ranges from -256 to +255 after clipping to be represented with 9 bits. The transfer function of the inverse transform is given by:

$$f(x, y) = 1/4 \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) C(v) F(u, v) \cos [\pi (2x + 1) u/16] \cos [\pi (2y + 1) v/16]$$

with  $u, v, x, y = 0, 1, 2, \dots, 7$

where  $x, y$  = spatial coordinates in the pel domain,

$u, v$  = coordinates in the transform domain,

$C(u) = 1/\sqrt{2}$  for  $u = 0$ , otherwise 1,

$C(v) = 1/\sqrt{2}$  for  $v = 0$ , otherwise 1.

*Note* - Within the block being transformed,  $x = 0$  and  $y = 0$  refer to the pel nearest the left and top edges of the picture respectively.

The arithmetic procedures for computing the transforms are not defined, but the inverse one should meet the error tolerance specified in Annex A.

### 3.2.5 Quantization

The number of quantizers is 1 for the INTRA dc coefficient and 31 for all other coefficients. Within a macroblock the same quantizer is used for all coefficients except the INTRA dc one. The decision levels are not defined. The INTRA dc coefficient is nominally the transform value linearly quantized with a stepsize of 8 and no dead-zone. Each of the other 31 quantizers is also nominally linear but with a central dead-zone around zero and with a step size of an even value in the range 2 to 62.

The reconstruction levels are as defined in § 4.2.4.

*Note* - For the smaller quantization step sizes, the full dynamic range of the transform coefficients cannot be represented.

### 3.2.6 *Clipping of reconstructed picture*

To prevent quantization distortion of transform coefficient amplitudes causing arithmetic overflow in the encoder and decoder loops, clipping functions are inserted. The clipping function is applied to the reconstructed picture which is formed by summing the prediction and the prediction error as modified by the coding process. This clipper operates on resulting pel values less than 0 or greater than 255, changing them to 0 and 255 respectively.

### 3.3 *Coding control*

Several parameters may be varied to control the rate of generation of coded video data. These include processing prior to the source coder, the quantizer, block significance criterion and temporal subsampling. The proportions of such measures in the overall control strategy are not subject to recommendation.

When invoked, temporal subsampling is performed by discarding complete pictures.

### 3.4 *Forced updating*

This function is achieved by forcing the use of the INTRA mode of the coding algorithm. The update pattern is not defined. For control of accumulation of inverse transform mismatch error a macroblock should be forcibly updated at least once per every 132 times it is transmitted.

## 4 **Video multiplex coder**

### 4.1 *Data structure*

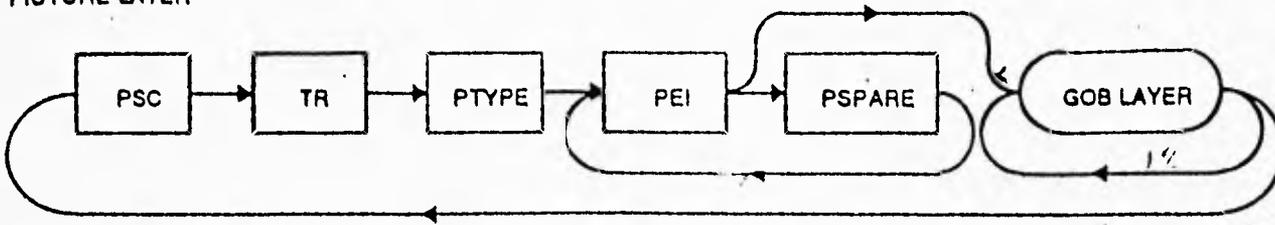
Unless specified otherwise the most significant bit is transmitted first. This is bit 1 and is the leftmost bit in the code tables in this Recommendation. Unless specified otherwise all unused or spare bits are set to "1". Spare bits must not be used until their functions are specified by the CCITT.

### 4.2 *Video multiplex arrangement*

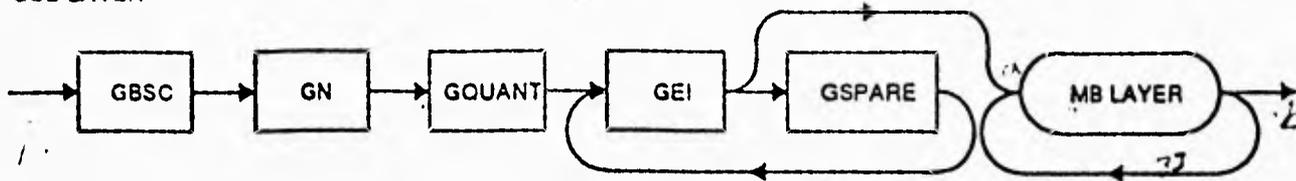
The video multiplex is arranged in a hierarchical structure with four layers. From top to bottom the layers are:

- Picture.
- Group of blocks (GOB).
- Macroblock (MB).

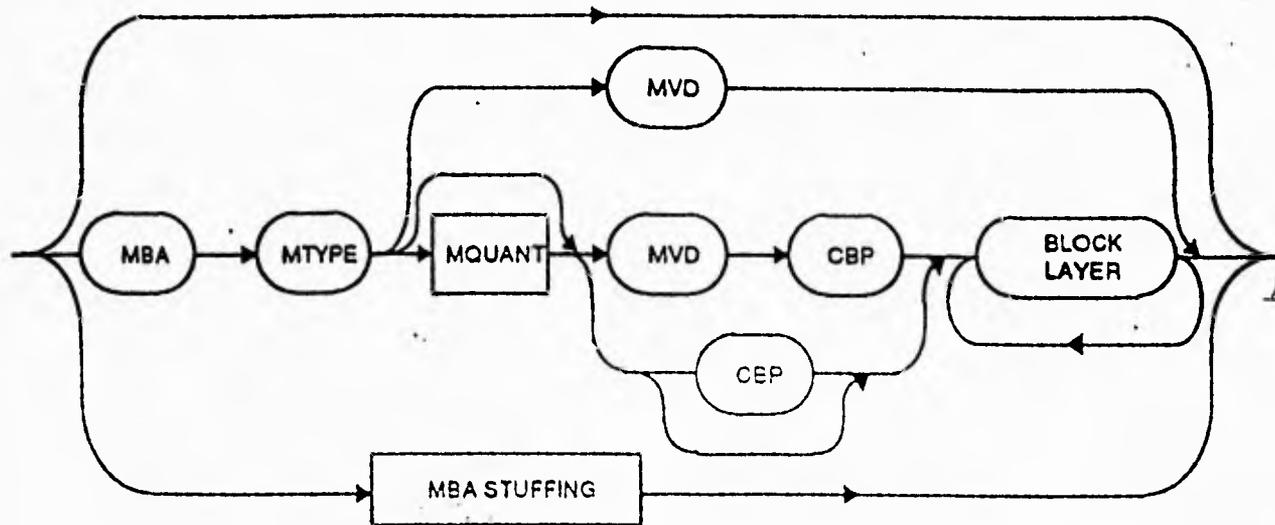
PICTURE LAYER



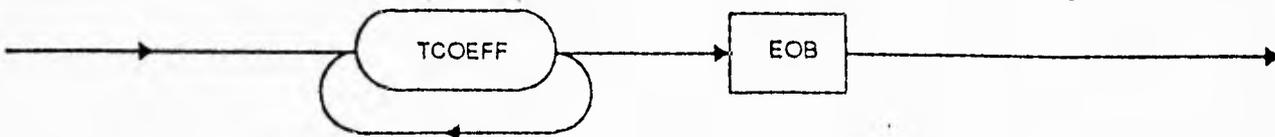
GOB LAYER



MB LAYER



BLOCK LAYER



T1502451-90



Fixed length



Variable length

FIGURE 4/H.261

Syntax diagram for the video multiplex coder

#### 4.2.1 Picture layer

Data for each picture consists of a picture header followed by data for GOBs. The structure is shown in Figure 5/H.261. Picture headers for dropped pictures are not transmitted.



FIGURE 5/H.261  
Structure of picture layer

##### 4.2.1.1 Picture Start Code (PCS) (20 bits)

A word of 20 bits. Its value is 0000 0000 0000 0001 0000.

##### 4.2.1.2 Temporal Reference (TR) (5 bits)

A 5-bit number which can have 32 possible values. It is formed by incrementing its value in the previously transmitted picture header by one plus the number of non-transmitted pictures (at 29.97 Hz) since that last transmitted one. The arithmetic is performed with only the five LSBs.

##### 4.2.1.3 Type Information (PTYPE) (6 bits)

Information about the complete picture:

- Bit 1 Split screen indicator, "0" off, "1" on.
- Bit 2 Document camera indicator. "0" off, "1" on.
- Bit 3 Freeze Picture Release. "0" off, "1" on.
- Bit 4 Source Format. "0" QCIF, "1" CIF.
- Bits 5 to 6 Spare.

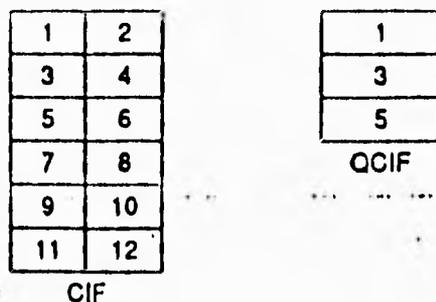
##### 4.2.1.4 Extra Insertion Information (PEI) (1 bit)

A bit which when set to "1" signals the presence of the following optional data field.

##### 4.2.1.5 Spare Information (PSPARE) (0/8/16 . . . bits)

If PEI is set to "1", then 9 bits follow consisting of 8 bits of data (PSPARE) and then another PEI bit to indicate if a further 9 bits follow and so on. Encoders must not insert PSPARE until specified by the CCITT. Decoders must be designed to discard PSPARE if PEI is set to 1. This will allow the CCITT to specify future backward compatible additions in PSPARE.

#### 4.2.2 Group of blocks layer



**FIGURE 6/H.261**  
Arrangement of GOBs in a picture

Data for each group of blocks consists of a GOB header followed by data for macroblocks. The structure is shown in Figure 7/H.261. Each GOB header is transmitted once between picture start codes in the CIF or QCIF sequence numbered in Figure 6/H.261, even if no macroblock data is present in that GOB.

**4.2.2.1 Group of blocks start code (GBSC) (16 bits)**

A word of 16 bits, 0000 0000 0000 0001.



**FIGURE 7/H.261**  
Structure of group of blocks layer

**4.2.2.2 Group number (GN) (4 bits)**

Four bits indicating the position of the group of blocks. The bits are the binary representation of the number in Figure 6/H.261. Group numbers 13, 14 and 15 are reserved for future use. Group number 0 is used in the PSC.

**4.2.2.3 Quantizer Information (GQUANT) (5 bits)**

A fixed length codeword of 5 bits which indicates the quantizer to be used in the group of blocks until overridden by any subsequent MQUANT. The codewords are the natural binary representations of the values of QUANT (§ 4.2.4) which, being half the step sizes, range from 1 to 31.

**4.2.2.4 Extra insertion Information (GEI) (1 bit)**

A bit which when set to "1" signals the presence of the following optional data field.

#### 4.2.2.5 Spare information (GSPARE) (0/8/16 . . . bits)

If GEI is set to "1", then 9 bits follow consisting of 8 bits of data (GSPARE) and then another GEI bit to indicate if a further 9 bits follow and so on. Encoders must not insert GSPARE until specified by the CCITT. Decoders must be designed to discard GSPARE if GEI is set to 1. This will allow the CCITT to specify future "backward" compatible additions in GSPARE.

*Note* – Emulation of start codes may occur if the future specification of GSPARE has no restrictions on the final GSPARE data bits.

#### 4.2.3 Macroblock layer

Each GOB is divided into 33 macroblocks as shown in Figure 8/H.261. A macroblock relates to 16 pels by 16 lines of Y and the spatially corresponding 8 pels by 8 lines of each of C<sub>B</sub> and C<sub>R</sub>.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

FIGURE 8/H.261

Arrangement of macroblocks in a GOB

Data for a macroblock consists of a MB header followed by data for blocks (see Figure 9/H.261). MQANT, MVD and CBP are present when indicated by MTYPE.

MBA	MTYPE	MQANT	MVD	CBP	Block data
-----	-------	-------	-----	-----	------------

FIGURE 9/H.261

Structure of macroblock layer

##### 4.2.3.1 Macroblock address (MBA) (Variable length)

macroblock (MBA stuffing), this code word should be discarded by decoders.

The VLC for start code is also shown in Table 1/H.261.

TABLE 1/H.261  
VLC table for macroblock addressing

MBA	Code	MBA	Code
1	1	17	0000 0101 10
2	011	18	0000 0101 01
3	010	19	0000 0101 00
4	0011	20	0000 0100 11
5	0010	21	0000 0100 10
6	0001 1	22	0000 0100 011
7	0001 0	23	0000 0100 010
8	0000 111	24	0000 0100 001
9	0000 110	25	0000 0100 000
10	0000 1011	26	0000 0011 111
11	0000 1010	27	0000 0011 110
12	0000 1001	28	0000 0011 101
13	0000 1000	29	0000 0011 100
14	0000 0111	30	0000 0011 011
15	0000 0110	31	0000 0011 010
16	0000 0101 11	32	0000 0011 001
		33	0000 0011 000
		MBA stuffing	0000 0001 111
		Start code	0000 0000 0000 0001

MBA is always included in transmitted macroblocks.

Macroblocks are not transmitted when they contain no information for that part of the picture.

#### 4.2.3.2 Type information (MTYPE) (Variable length)

Variable length codewords giving information about the macroblock and which data elements are present. Macroblock types, included elements and VLC words are listed in Table 2/H.261.

MTYPE is always included in transmitted macroblocks.

TABLE 2/H.261  
VLC table for MTYPE

Prediction	MQUANT	MVD	CBP	TCOEFF	VLC
Intra				x	0001
Intra	x			x	0000 001
Inter			x	x	1
Inter	x		x	x	0000 1
Inter + MC		x			0000 0000 1
Inter + MC		x	x	x	0000 0001
Inter + MC	x	x	x	x	0000 0000 01
Inter + MC + FIL		x			001
Inter + MC + FIL		x	x	x	01
Inter + MC + FIL	x	x	x	x	0000 01

Note 1 - "x" means that the item is present in the macroblock.

Note 2 - It is possible to apply the filter in a non-motion compensated macroblock by declaring it as MC + FIL but with a zero vector.

#### 4.2.3.3 Quantizer (MQUANT) (5 bits)

MQUANT is present only if so indicated by MTYPE.

A codeword of 5 bits signifying the quantizer to be used for this and any following blocks in the group of blocks until overridden by any subsequent MQUANT.

Codewords for MQUANT are the same as for GQUANT.

#### 4.2.3.4 Motion vector data (MVD) (Variable length)

Motion vector data is included for all MC macroblocks. MVD is obtained from the macroblock vector by subtracting the vector of the preceding macroblock. For this calculation the vector of the preceding macroblock is regarded as zero in the following three situations:

- 1) evaluating MVD for macroblocks 1, 12 and 23;
- 2) evaluating MVD for macroblocks in which MBA does not represent a difference of 1;
- 3) MTYPE of the previous macroblock was not MC.

MVD consists of a variable length codeword for the horizontal component followed by a variable length codeword for the vertical component. Variable length codes are given in Table 3/H.261.

CBP is present if indicated by MTYPE. The codeword gives a pattern number signifying those blocks in the macroblock for which at least one transform coefficient is transmitted. The pattern number is given by:

$$32 \cdot P_1 + 16 \cdot P_2 + 8 \cdot P_3 + 4 \cdot P_4 + 2 \cdot P_5 + P_6$$

where  $P_n = 1$  if any efficient is present for block  $n$ , else 0. Block numbering is given in Figure 10/H.261.

The codewords for CBP are given in Table 4/H.261.

TABLE 3/H.261  
VLC table for MVD

MVD	Code
-16 & 16	0000 0011 001
-15 & 17	0000 0011 011
-14 & 18	0000 0011 101
-13 & 19	0000 0011 111
-12 & 20	0000 0100 001
-11 & 21	0000 0100 011
-10 & 22	0000 0100 11
-9 & 23	0000 0101 01
-8 & 24	0000 0101 11
-7 & 25	0000 0111
-6 & 26	0000 1001
-5 & 27	0000 1011
-4 & 28	0000 111
-3 & 29	0001 1
-2 & 30	0011
-1	011
0	1
1	010
2 & -30	0010
3 & -29	0001 0
4 & -28	0000 110
5 & -27	0000 1010
6 & -26	0000 1000
7 & -25	0000 0110
8 & -24	0000 0101 10
9 & -23	0000 0101 00
10 & -22	0000 0100 10
11 & -21	0000 0100 010
12 & -20	0000 0100 000
13 & -19	0000 0011 110
14 & -18	0000 0011 100
15 & -17	0000 0011 010

TABLE 4/H.261  
VLC table for CBP

CBP	Code	CBP	Code
60	111	35	0001 1100
4	1101	13	0001 1011
8	1100	49	0001 1010
16	1011	21	0001 1001
32	1010	41	0001 1000
12	1001 1	14	0001 0111
48	1001 0	50	0001 0110
20	1000 1	22	0001 0101
40	1000 0	42	0001 0100
28	0111 1	15	0001 0011
44	0111 0	51	0001 0010
52	0110 1	23	0001 0001
56	0110 0	43	0001 0000
1	0101 1	25	0000 1111
61	0101 0	37	0000 1110
2	0100 1	26	0000 1101
62	0100 0	38	0000 1100
24	0011 11	29	0000 1011
36	0011 10	45	0000 1010
3	0011 01	53	0000 1001
63	0011 00	57	0000 1000
5	0010 111	30	0000 0111
9	0010 110	46	0000 0110
17	0010 101	54	0000 0101
33	0010 100	58	0000 0100
6	0010 011	31	0000 0011 1
10	0010 010	47	0000 0011 0
18	0010 001	55	0000 0010 1
34	0010 000	59	0000 0010 0
7	0001 1111	27	0000 0001 1
11	0001 1110	39	0000 0001 0
19	0001 1101		

#### 4.2.4 Block layer

A macroblock comprises four luminance blocks and one of each of the two colour difference blocks (see Figure 10/H.261).

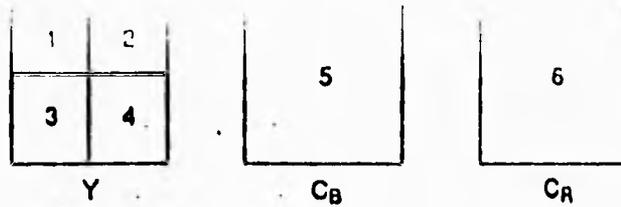


FIGURE 10/H.261  
Arrangement of blocks in a macroblock



FIGURE 11/H.261  
Structure of block layer

#### 4.2.4.1 Transform coefficients (TCOEFF)

Transform coefficient data is always present for all six blocks in a macroblock when MTYPE indicates INTRA. In other cases MTYPE and CBP signal which blocks have coefficient data transmitted for them. The quantized transform coefficients are sequentially transmitted according to the sequence given in Figure 12/H.261.

1	2	6	7	15	16	28	29	→ Increasing cycles per picture width
3	5	8	14	17	27	30	43	
4	9	13	18	26	31	42	44	↓ Increasing cycles per picture height
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	

FIGURE 12/H.261  
Transmission order for transform coefficients

The most commonly occurring combinations of successive zeros (RUN) and the following value (LEVEL) are encoded with variable length codes. Other combinations of (RUN, LEVEL) are encoded with a 20-bit word consisting of 6 bits ESCAPE, 6 bits RUN and 8 bits LEVEL. For the variable length encoding there are two code tables, one being used for the first transmitted LEVEL in INTER, INTER+MC and INTER+MC+FIL blocks, the second for all other LEVELs except the first one in INTRA blocks which is fixed length coded with 8 bits.

Codes are given in Table 5/H.261.

The most commonly occurring combinations of zero-run and the following value are encoded with variable length codes as listed in the table below. End of block (EOB) is in this set. Because CBP indicates those blocks with no coefficient data, EOB cannot occur as the first coefficient. Hence EOB can be removed from the VLC table for the first coefficient.

The last bit "s" denotes the sign of the level, "0" for positive and "1" for negative.

TABLE 5/H.261  
VLC table for TCOEFF

Run	Level	Code
EOB		10
0	1	1s*) If first coefficient in block
0	1	11s Not first coefficient in block
0	2	0100 s
0	3	0010 1s
0	4	0000 110s
0	5	0010 0110 s
0	6	0010 0001 s
0	7	0000 0010 10s
0	8	0000 0001 1101 s
0	9	0000 0001 1000 s
0	10	0000 0001 0011 s
0	11	0000 0001 0000 s
0	12	0000 0000 1101 0s
0	13	0000 0000 1100 1s
0	14	0000 0000 1100 0s
0	15	0000 0000 1011 1s
1	1	011s
1	2	0001 10s
1	3	0010 0101 s
1	4	0000 0011 00s
1	5	0000 0001 1011 s
1	6	0000 0000 1011 0s
1	7	0000 0000 1010 1s

\*) Never used in INTRA macroblocks.

TABLE S/H.261 (Cont.)

Run	Level	Code
2	1	0101 s
2	2	0000 100s
2	3	0000 0010 11s
2	4	0000 0001 0100 s
2	5	0000 0000 1010 0s
3	1	0011 1s
3	2	0010 0100 s
3	3	0000 0001 1100 s
3	4	0000 0000 1001 1s
4	1	0011 0s
4	2	0000 0011 11s
4	3	0000 0001 0010 s
5	1	0001 11s
5	2	0000 0010 01s
5	3	0000 0000 1001 0s
6	1	0001 01s
6	2	0000 0001 1110 s
7	1	0001 00s
7	2	0000 0001 0101 s
8	1	0000 111s
8	2	0000 0001 0001 s
9	1	0000 101s
9	2	0000 0000 1000 1s
10	1	0010 0111 s
10	2	0000 0000 1000 0s
11	1	0010 0011 s
12	1	0010 0010 s
13	1	0010 0000 s
14	1	0000 0011 10s
15	1	0000 0011 01s
16	1	0000 0010 00s
17	1	0000 0001 1111 s
18	1	0000 0001 1010 s
19	1	0000 0001 1001 s
20	1	0000 0001 0111 s
21	1	0000 0001 0110 s
22	1	0000 0000 1111 1s
23	1	0000 0000 1111 0s
24	1	0000 0000 1110 1s
25	1	0000 0000 1110 0s
26	1	0000 0000 1101 1s
Escape		0000 01

The remaining combinations of (run, level) are encoded with a 20-bit word consisting of 6 bits escape 6 bits run and 8 bits level. Use of this 20-bit word form encoding the combinations listed in the VLC table is not prohibited.

Run is a 6 bit fixed length code

Run	Code
0	0000 00
1	0000 01
2	0000 10
.	.
.	.
63	1111 11

Level is an 8 bit fixed length code

Level	Code
-128	FORBIDDEN
-127	1000 0001
.	.
-2	1111 1110
-1	1111 1111
0	FORBIDDEN
1	0000 0001
2	0000 0010
.	.
127	0111 1111

For all coefficients other than the INTRA dc one, the reconstruction levels (REC) are in the range -2048 to 2047 and are given by clipping the results of the following formules:

$$\left. \begin{array}{l} \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} + 1); \text{level} > 0 \\ \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} - 1); \text{level} < 0 \end{array} \right\} \text{QUANT} = \text{"odd"}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} + 1) - 1; \text{level} > 0 \\ \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} + 1) + 1; \text{level} < 0 \end{array} \right\} \text{QUANT} = \text{"even"}$$

$$\text{REC} = 0; \text{level} = 0$$

Note —QUANT ranges from 1 to 31 and is transmitted by either GQUANT or MQQUANT.

Level	QUANT											
	1	2	3	4	8	9	17	18	30	31		
-127	-255	-509	-765	-1019	-2039	-2048	-2048	-2048	-2048	-2048	-2048	
-126	-253	-505	-759	-1011	-2023	-2048	-2048	-2048	-2048	-2048	-2048	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
-2	-5	-9	-15	-19	-39	-45	-85	-89	-149	-155		
-1	-3	-5	-9	-11	-23	-27	-51	-53	-89	-93		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	3	5	9	11	23	27	51	53	89	93		
2	5	9	15	19	39	45	85	89	149	155		
3	7	13	21	27	55	63	119	125	209	217		
4	9	17	27	35	71	81	153	161	269	279		
5	11	21	33	43	87	99	187	197	329	341		
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
56	113	225	339	451	903	1017	1921	2033	2047	2047		
57	115	229	345	459	919	1035	1955	2047	2047	2047		
58	117	233	351	467	935	1053	1989	2047	2047	2047		
59	119	237	357	475	951	1071	2023	2047	2047	2047		
60	121	241	363	483	967	1089	2047	2047	2047	2047		
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
125	251	501	753	1003	2007	2047	2047	2047	2047	2047		
126	253	505	759	1011	2023	2047	2047	2047	2047	2047		
127	255	509	765	1019	2039	2047	2047	2047	2047	2047		

Note - Reconstruction levels are symmetrical with respect to the sign of level except for 2047/-2048.

For INTRA blocks the first coefficient is nominally the transform dc value linearly quantized with a step size of 8 and no dead-zone. The resulting values are represented with 8 bits. A nominally black block will give 0001 0000 and a nominally white one 1110 1011. The code 0000 0000 is not used. The code 1000 0000 is not used, the reconstruction level of 1024 being coded as 1111 1111 (see Table 6/H.261).

Coefficients after the last non-zero one are not transmitted. EOB (end of block code) is always the last item in blocks for which coefficients are transmitted.

### 4.3 Multipoint considerations

The following facilities are provided to support switched multipoint operation.

#### 4.3.1 Freeze picture request

Causes the decoder to freeze its displayed picture until a freeze picture release signal is received or a timeout period of at least six seconds has expired. The transmission of this signal is via external means (for example by Recommendation H.221).

TABLE 6/H.261

Reconstruction levels for INTRA-mode dc coefficient

FLC	Reconstruction level into inverse transform
0000 0001 (1)	8
0000 0010 (2)	16
0000 0011 (3)	24
.	.
.	.
0111 1111 (127)	1016
1111 1111 (255)	1024
1000 0001 (129)	1032
.	.
.	.
1111 1101 (253)	2024
1111 1110 (254)	2032

Note - The decoded value corresponding to FLC "n" is 8n except FLC 255 gives 1024.

#### 4.3.2 *Fast update request*

Causes the encoder to encode its next picture in INTRA mode with coding parameters such as to avoid buffer overflow. The transmission method for this signal is via external means (for example by Recommendation H.221).

#### 4.3.3 *Freeze picture release*

A signal from an encoder which has responded to a fast update request and allows a decoder to exit from its freeze picture mode and display decoded pictures in the normal manner. This signal is transmitted by bit 3 of PTYPE (see § 4.2.1) in the picture header of the first picture coded in response to the fast update request.

### 5 **Transmission coder**

#### 5.1 *Bit rate*

The transmission clock is provided externally (for example from an I.420 interface).

#### 5.2 *Video data buffering*

The encoder must control its output bitstream to comply with the requirements of the hypothetical reference decoder defined in Annex B.

64 · K bits.

In both the above cases the bit count includes the picture start code and all other data related to that picture including PSPARE, GSPARE and MBA stuffing. The bit count does not include error correction framing bits, fill indicator (Fi), fill bits or error correction parity information described in § 5.4 below.

Video data must be provided on every valid clock cycle. This can be ensured by the use of either the fill bit indicator (Fi) and subsequent fill all 1's bits in the error corrector block framing (see Figure 13/H.261) or MBA stuffing (§ 4.2.3) or both.

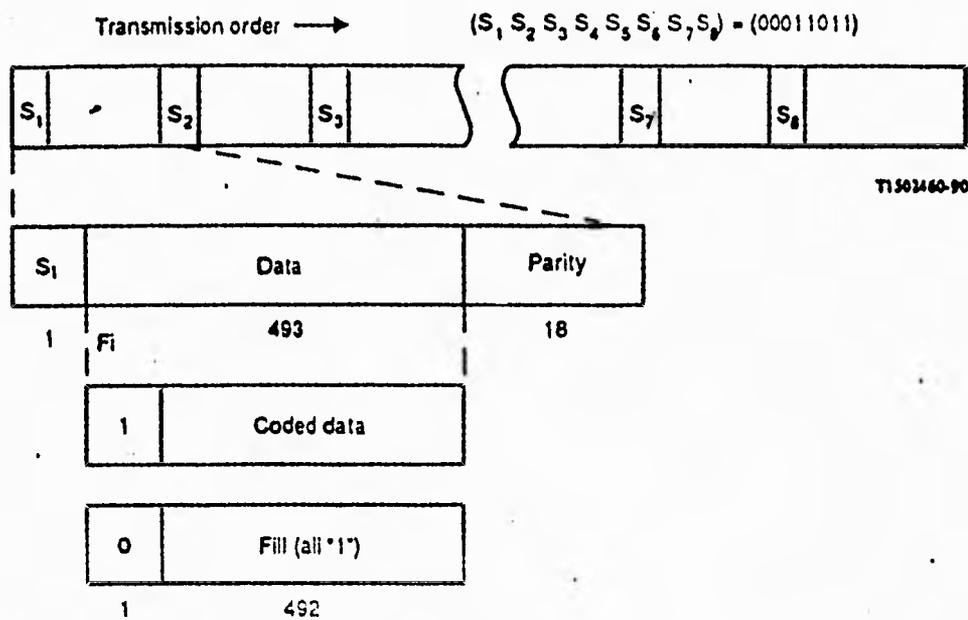


FIGURE 13/H.261  
Error correcting frame

### 5.3 Video coding delay

This item is included in this Recommendation because the video encoder and video decoder delays need to be known to allow audio compensation delays to be fixed when H.261 is used to form part of a conversational service. This will allow lip synchronization to be maintained. Annex C recommends a method by which the delay figures are established. Other delay measurement methods may be used but they must be designed in a way to produce similar results to the method given in Annex C.

### 5.4 Forward error correction for coded video signal

#### 5.4.1 Error correcting code

The transmitted bitstream contains a BCH (511,493) forward error correction code. Use of this by the decoder is optional.

#### 5.4.2 Generator polynomial

$$g(x) = (x^9 + x^4 + 1)(x^9 + x^6 + x^4 + x^3 + 1)$$

Example: for the input data of "01111...11" (493 bits) the resulting correction parity bits are "011011010100011011" (18 bits).

#### 5.4.3 Error correction framing

To allow the video data and error correction parity information to be identified by a decoder an error correction framing pattern is included. This consists of a multiframe of eight frames, each frame comprising 1 bit framing, 1 bit fill indicator (Fi), 492 bits of coded data (or fill all 1s) and 18 bits parity. The frame alignment pattern is:

$$(S_1S_2S_3S_4S_5S_6S_7S_8) = (00011011).$$

See Figure 13/H.261 for the frame arrangement. The parity is calculated against the 493-bits including fill indicator (Fi).

The fill indicator (Fi) can be set to zero by an encoder. In this case only 492 consecutive fill bits (fill all 1s) plus parity are sent and no coded data is transmitted. This may be used to meet the requirement in § 5.2 to provide video data on every valid clock cycle.

#### 5.4.4 Relock time for error corrector framing

Three consecutive error correction framing sequences (24 bits) should be received before frame lock is deemed to have been achieved. The decoder should be designed such that frame lock will be re-established within 34 000 bits after an error corrector framing phase change.

*Note* – This assumes that the video data does not contain three correctly phased emulations of the error correction framing sequence during the relocking period.

## ANNEX A

(to Recommendation H.261)

### Inverse transform accuracy specification

A.1 Generate random integer pel data values in the range  $-L$  to  $+H$  according to the random number generator given below ("C" version). Arrange into 8 by 8 blocks. Data set of 10 000 blocks should each be generated for ( $L = 256, H = 255$ ), ( $L = H = 5$ ) and ( $L = H = 300$ ).

A.2 For each 8 by 8 block, perform a separable, orthonormal, matrix multiply, forward discrete cosine transform using at least 64-bit floating point accuracy.

$$F(u, v) = 1/4 C(u) C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos [\pi (2x + 1) u/16] \cos [\pi (2y + 1) v/16]$$

with  $u, v, x, y = 0, 1, 2, \dots, 7$

where  $x, y$  = spatial coordinates in the pel domain,

$u, v$  = coordinates in the transform domain,

to the range -2048 to +2047. This is the 12-bit input data to the inverse transform.

**A.4** For each 8 by 8 block of 12-bit data produced by § A.3, perform a separable, orthonormal, matrix multiply, inverse discrete transform (IDCT) using at least 64-bit floating point accuracy. Round the resulting pels to the nearest integer and clip to the range -256 to +255. These blocks of 8 × 8 pels are the reference IDCT input data.

**A.5** For each 8 by 8 block produced by § A.3, apply the IDCT under test and clip the output to the range -256 to +255. These blocks of 8 × 8 pels are the test IDCT output data.

**A.6** For each of the 64 IDCT output pels, and for each of the 10,000 block data sets generated above, measure the peak, mean and mean square error between the reference and the test data.

**A.7** For any pel, the peak error should not exceed 1 in magnitude.

For any pel, the mean square error should not exceed 0.06.

Overall, the mean square error should not exceed 0.02.

For any pel, the mean error should not exceed 0.015 in magnitude.

Overall, the mean error should not exceed 0.0015 in magnitude.

**A.8** All zeros in must produce all zeros out.

**A.9** Re-run the measurements using exactly the same data values of step 1, but change the sign on each pel.

*"C" program for random number generation*

```
/* L and H must be long, that is 32 bits */
long rand    (L,H)
long        L,H;
(

    static long randx = 1;      /* long is 32 bits */
    static double z = (double) 0x7fffffff;

    long i,j;
    double x;                  /* double is 64 bits */

    randx = (randx * 1103515245) + 12345;
    i = randx & 0x7fffffff;     /* keep 30 bits */
    x = ((double)i) / z;        /* range 0 to 0.99999 ... */
    x *= (L+H+1);               /* range 0 to < L+H+1 */
    j = x;                      /* truncate to integer */
    return(j - L);              /* range -L to H */
)
```

## ANNEX B

(to Recommendation H.261)

### Hypothetical reference decoder

The Hypothetical reference decoder (HRD) is defined as follows:

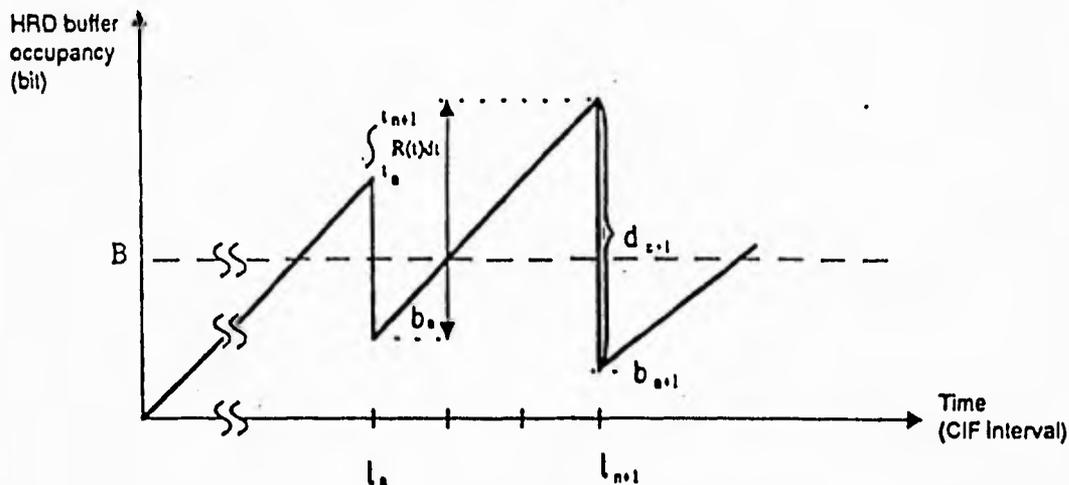
**B.1** The HRD and the encoder have the same clock frequency as well as the same CIF rate, and are operated synchronously.

**B.2** The HRD receiving buffer size is  $(B + 256 \cdot K \text{ bits})$ . The value of  $B$  is defined as follows:

$B = 4R_{\max}/29.97$  where  $R_{\max}$  is the maximum video bit rate to be used in the connection.

**B.3** The HRD buffer is initially empty.

**B.4** The HRD buffer is examined at CIF intervals ( $\approx 33 \text{ ms}$ ). If at least one complete coded picture is in the buffer then all the data for the earliest picture is instantaneously removed (e.g. at  $t_{n+1}$  in Figure B-1/H.261). Immediately after removing the above data the buffer occupancy must be less than  $B$ . This is a requirement on the coder output bitstream including coded picture data and MBA stuffing but not error correction framing bits, fill indicator (Fi), fill bits or error correction parity information described in § 5.4.



Note - Time  $(t_{n+1} - t_n)$  is an integer number of CIF picture periods  $(1/29.97, 2/29.97, 3/29.97, \dots)$ .

FIGURE B-1/H.261  
HRD buffer occupancy

$$d_{n+1} \geq b_n + \int_{t_n}^{t_{n+1}} R(t) dt - B$$

where:

$b_n$  is buffer occupancy just after the time  $t_n$ .

$t_n$  is the time the  $n$ th coded picture is removed from the HRD buffer,

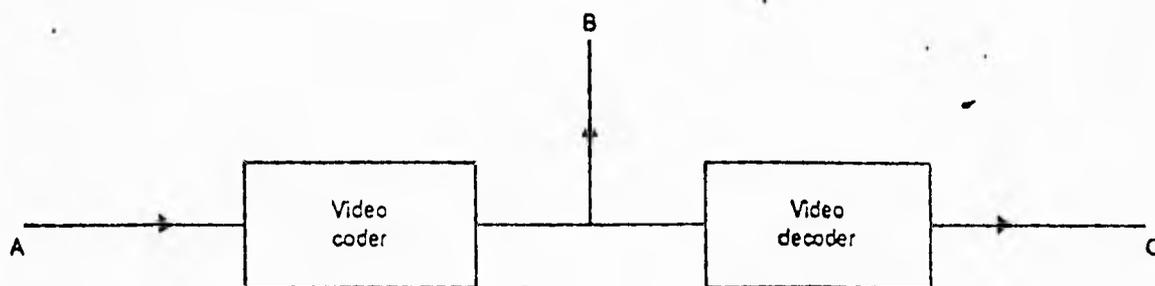
$R(t)$  is the video bit rate at the time  $t$ .

### ANNEX C

(to Recommendation H.261)

#### Codec delay measurement method

The video encoder and video decoder delays will vary depending on implementation. The delay will also depend on the picture format (QCIF, CIF) and data rate in use. This annex specifies the method by which the delay figures are established for a particular design. To allow correct audio delay compensation the overall video delay needs to be established from a user perception point of view under typical viewing conditions.



T1502480-90

FIGURE C-1/H.261

Measuring points

Point A is the video input to the video coder. Point B is the channel output from the video terminal (i.e. including any FEC, channel framing, etc.). Point C is the video output from the decoder.

A video sequence lasting more than 100 seconds is connected to the video coder input (point A) in Figure C-1/H.261 above. The video sequence should have the following characteristics:

- it should contain a typical moving scene consistent with the intended purpose of the video codec;
- it should produce a minimum coded picture rate of 7.5 Hz at the bit rate in use;
- it should contain a visible identification mark at intervals throughout the length of the sequence. The visible identification should change every 97 video input frames and be located within the picture area represented by the first GOB in the picture. For example, the first block in the picture could change from black to white at intervals of 97 video frame periods. The identification mark should be chosen so that it can be detected at point B and does not significantly contribute to the overall coding performance.

The codec and video sequence should be arranged so that the bitstream contains less than 10% stuffing (MBA stuffing + error correction fill bits).

The encoder delay is obtained by measuring the time from when the visible identification changes at point A to the time that the change is detected at point B. Similarly, the decoder delay is obtained by taking measurements at points B and C.

Several measurements should be made during the sequence length and the average period obtained. Several tests should be made to ensure that a consistent average figure can be obtained for both encoder and decoder delay times.

Average results should be obtained for each combination of picture format and bit rate within the capability of the particular codec design.

*Note* – Due to pre- and post-temporal processing it may be necessary to take a mid-level for establishing the transition of the identification mark at points B and C.

## SECTION 2

### PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF SOUND-PROGRAMME CIRCUITS

Recommendation J.21<sup>1)</sup>

#### PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF 15 kHz TYPE SOUND-PROGRAMME CIRCUITS<sup>2)</sup>

Circuits for high-quality monophonic  
and stereophonic transmissions

(Geneva, 1972; amended at Geneva, 1976 and 1980, and  
at Melbourne, 1988)

The CCITT,

*considering*

- (a) that it is necessary to set transmission standards for sound-programme circuits;
- (b) that quality requirements for the hypothetical reference circuit are established for analogue sound programmes;
- (c) that advantage should be taken of the technical evolution made possible by the introduction of digital techniques, particularly for mixed analogue and digital circuits,

*recommends*

that, with due regard to the application constraints, equipment for new circuits meet the requirements laid out below.

#### 1 Application

The Recommendation applies to homogeneous analogue or mixed analogue-and-digital circuits.

The requirements below apply to the hypothetical reference circuit (HRC) defined in Recommendation J.11.

For estimation of the performance of circuits shorter or longer than the HRC, see CCIR Recommendation 605.

*Note 1* – For all-digital circuits a separate Recommendation might be envisaged after further study.

*Note 2* – For further work, CCIR Report 496 may be consulted. This Report also draws attention to certain differences between CCIR and OIRT Recommendations.

<sup>1)</sup> This Recommendation corresponds to CCIR Recommendation 505.

<sup>2)</sup> For the definition of absolute power, relative power and noise levels, see CCIR Recommendation 574.

## 2 Interface characteristics

### 2.1 Test conditions

When circuit performance is to be measured, the system output shall be terminated by a balanced test load, nominally 600  $\Omega$  resistive.

### 2.2 Impedance

System input impedance 600  $\Omega$ , balanced<sup>3)</sup>  
System output impedance, provisionally Low, balanced

The open-circuit output level shall not decrease more than 0.3 dB within the nominal frequency range, if the output is terminated by the specified test load.

The reactive part of the source impedance must be restricted to 100  $\Omega$  max. (provisional value) within the nominal frequency range.

This clause alone would however not rule out a large difference in the reactive parts of the output impedances of a stereophonic pair, and this in turn could lead to difficulties in meeting § 3.2.2. This aspect needs further study.

### 2.3 Levels

Input maximum programme level +9 dBm<sub>0s</sub>  
Insertion gain (1 kHz at -12 dBm<sub>0</sub>) 0 dB  
Adjustment error, within  $\pm 0.5$  dB  
Variation over 24 hours not to exceed  $\pm 0.5$  dB  
Relative level (see Recommendation J.14) +6 dBrs

If the broadcast organizations wish to have closer tolerances, it is necessary for the receiving broadcasting organizations to insert additional trimming attenuators.

## 3 Overall performance

### 3.1 Common parameters

#### 3.1.1 Gain/frequency response

Reference frequency 1 kHz (nominal value)  
The response shall be measured at -12 dBm<sub>0s</sub>

The gain/frequency response is given in Table 1/J.21.

If broadcasting organizations wish to have closer tolerances, it is necessary for the receiving broadcasting organization to insert additional equalizers.

TABLE 1/J.21

Frequency (kHz)	Response (dB)
0.04 $< f <$ 0.125	+0.5 to -2.0
0.125 $< f <$ 10	+0.5 to -0.5
10 $< f <$ 14	+0.5 to -2.0
14 $< f <$ 15	+0.5 to -3.0

<sup>3)</sup> The tolerance, permitted reactance and degree of unbalance need further study.

### 3.1.2 **Group delay variation**

Difference  $\Delta\tau$ , between the value of group delay at certain frequencies and the minimum value is given in Table 2/J.21. Between the points defined in Table 2/J.21, the tolerance limit varies linearly on a linear-delay/logarithmic frequency diagram.

TABLE 2/J.21

kHz	$\Delta\tau$ (ms)
0.04	55
0.075	24
14	8
15	12

### 3.1.3 **Noise**

The measurement to be made with an instrument conforming to CCIR Recommendation 468.

For radio-relay systems the requirements of Table 3/J.21 shall be met for at least 80% of the total time of any 30-day period. For 1% of the time an additional impairment of 4 dB, and for 0.1% of the time an additional impairment of 12 dB is acceptable.

Programme-modulated noise can only occur on sound-programme circuits which are equipped with companders (for example types of circuits corresponding to Recommendation J.31).

This noise value may be measured with the aid of an auxiliary sinusoidal test signal +9 dBm0s/60 Hz which has to be suppressed by a high-pass filter ( $f_0 < 400$  Hz,  $a > 60$  dB/60 Hz) before the measuring set.

CCIR Report 493 indicates that if a compandor is used, an improved signal-to-noise ratio is necessary to avoid objectionable effects with some programme material<sup>4)</sup>.

*Note* – For digital systems appropriate values are under study. For further information see CCIR Report 647.

TABLE 3/J.21

Noise	Transmission system	
	Analogue	Digital (3 codecs cascaded)
Idle channel noise (dBq0ps), max	-42	-51
Programme-modulated noise (dBq0ps), max	-30	-39

### 3.1.4 **Single tone interference**

Level of any individual tone:

$$< (-73 + \psi) \text{ dBm0s}$$

where  $\psi$  is the weighting factor (positive or negative) as per CCIR Recommendation 468 at the particular frequency.

<sup>4)</sup> Agreements are being made to supply additional information on an appropriate basis.

For sound-programme transmissions over carrier systems, occurrence of carrier leaks can be expected. For this reason, stop filters may be provided in the carrier frequency path which can be switched in, if required, to suppress the tones otherwise audible in the upper frequency range from 8 to 15 kHz. For a hypothetical reference circuit, a 3 dB bandwidth of less than 3% for stop filters, referred to the mid-frequency, is recommended. The use of stop filters influencing frequencies below 8 kHz should be avoided.

### 3.1.5 Disturbing modulation by power supply

The level of the strongest unwanted side component due to modulation caused by low-order interference components from 50 Hz or 60 Hz mains shall be less than  $-45$  dBm0s with a test signal of 1 kHz at alignment level 0 dBm0s.

### 3.1.6 Non-linear distortion

#### 3.1.6.1 Harmonic distortion

The total harmonic distortion (THD) shall be measured with the input signal at  $+9$  dBm0s for frequencies up to 2 kHz at  $+6$  dBm0s for frequencies above 2 kHz up to 4 kHz.

The duration for which a single-tone is to be transmitted at these levels should be restricted in accordance with Recommendations N.21 and N.23.

The THD when measured with a true-RMS meter shall not be less than the following requirements shown in Table 4/5.21.

TABLE 4/J.21

Input frequency (kHz)	Total harmonic distortion	Second and third harmonic measured selectively
$0.04 < f < 0.125$	1% ( $-31$ dBm0s)	0.7% ( $-34$ dBm0s)
$0.125 < f < 2.0$	0.5% ( $-37$ dBm0s)	0.35% ( $-40$ dBm0s)
$2.0 < f < 4.0$	0.5% ( $-40$ dBm0s)	0.35% ( $-43$ dBm0s)

#### 3.1.6.2 Intermodulation

With input signals at 0.8 kHz and 1.42 kHz, each at a level of  $+3$  dBm0s, the third order difference tone at 0.18 kHz shall be less than 0.5% ( $-43$  dBm0s).

*Note* – Attention is drawn to the fact that in transmission systems using companders, a 3rd order difference-tone may occur which exceeds the specified limit of 0.5%. This may occur when the difference between the two fundamental frequencies is less than 200 Hz. Thus, the components due to 3rd order distortion will have frequencies which correspond to the difference between the two test frequencies. However, in these cases the subjective masking is such that a distortion up to 2% is acceptable.

For 15 kHz systems intended for baseband transmissions on physical circuits only, and on modulation equipment in local loops, assuming no pre-emphasis, the additional requirements of Table 5/J.21 apply.

TABLE 5/J.21

Input signals at $+3$ dBm0s each	Maximum difference-tone level at 1.6 kHz
5.6 kHz and 7.2 kHz	0.5% ( $-43$ dBm0s) (second order)
4.2 kHz and 6.8 kHz	0.5% ( $-43$ dBm0s) (third order)

### 3.1.6.3 Distortion products measured by shaped noise

Under study. See CCIR Report 640 (Kyoto, 1978).

### 3.1.7 Error in reconstituted frequency (applies only to FDM systems)

Not to be greater than 1 Hz.

*Note* – A maximum error of 1 Hz is in principle acceptable where there is only a single transmission path between the signal source and the listener.

Where the broadcast network can involve two or more parallel paths, e.g. the left and right channels of a stereo signal, commentary and separate sound channels, or radio broadcast from different transmitters on the same frequency, unacceptable beats may occur unless zero error can be assured. This is under study.

### 3.1.8 Intelligible cross-talk ratio

3.1.8.1 The intelligible near-end and far-end cross-talk ratios between sound-programme circuits, or from a telephone circuit (disturbing) into a sound-programme circuit (disturbed) shall be measured selectively in the disturbed circuit at the same frequencies as those of the sinusoidal test signal applied to the disturbing circuit, and shall not be less than the values of Table 6/J.21.

TABLE 6/J.21

Frequency (kHz)	Crosstalk attenuation (dB)
$f = 0.04$	50
$0.04 < f < 0.05$	Oblique straight-line segment on linear-decibel and logarithmic-frequency scales
$0.05 < f < 5$	74
$5 < f < 15$	Oblique straight-line segment on linear-decibel and logarithmic-frequency scales
$f = 15$	60

3.1.8.2 The near-end and far-end cross-talk attenuations between a sound-programme circuit (disturbing circuit) and a telephone circuit (disturbed circuit) shall be at least 65 dB.

*Note 1* – It is understood that this value is defined between the relative levels applicable to telephone circuits. (Administrations are invited to submit contributions on methods for measuring this parameter.)

*Note 2* – The attention of Administrations is drawn to the fact that it is in some cases difficult or impossible to meet these limits. This may occur when unscreened pairs are used for a long audio-frequency circuit (e.g. about 1000 km or longer), or in certain carrier systems on symmetric pair cables, or at low frequencies (e.g. below about 100 kHz) on certain coaxial cable carrier systems. If sub-standard performance is to be avoided, such systems or parts of systems, must not be used for setting up programme channels.

*Note 3* – When 4000 pW0p or more noise is continuously present in the telephone channel (this may be the case in satellite systems, for example), a reduced cross-talk ratio of 58 dB between a sound-programme circuit and a telephone circuit is acceptable.

*Note 4* – The attention of Administrations is drawn to the fact that, because of cross-talk which may occur in terminal modulating and line equipment, special precautions may have to be taken to meet the above cross-talk limits between two sound-programme circuits, simultaneously occupying the go and return channels respectively, of a carrier system (the most economical arrangement) because in those circumstances the cross-talk ratio is not the same as that between a sound-programme circuit and a telephone circuit.

*Note 5* – The value indicated is based on the assumption that sine wave test signals are used. The use of the test signal as described in Recommendation J.19 is under study.

*Note 6* – The effect of cross-talk from a sound-programme circuit into a telephone circuit is not a question of secrecy, but rather of subjective disturbance by an interfering signal whose character is noticeably different from random noise or babble.

The frequency offset adopted for some sound-programme equipment allows a reduction of cross-talk from a telephone circuit into a sound-programme circuit. However, in the reverse direction, this reduction of cross-talk remains only for speech material but is practically ineffective for music material.

### 3.1.9 *Amplitude linearity*

When a 1 kHz input signal is stepped from  $-6$  dBm0s to  $+6$  dBm0s, or vice versa, the output level shall change accordingly by  $12 \pm 0.5$  dB.

### 3.2 *Additional parameters for stereophonic programme transmission*

3.2.1 The difference in gain between A and B channels shall not exceed the values in Table 7/J.21.

TABLE 7/J.21

Frequency (kHz)	Gain difference (dB)
$0.04 < f < 0.125$	1.5
$0.125 < f < 10$	0.8
$10 < f < 14$	1.5
$14 < f < 15$	3.0

3.2.2 The phase difference between the A and B channels shall not exceed the values in Table 8/J.21.

TABLE 8/J.21

Frequency (kHz)	Phase difference (degrees)
$f = 0.04$ $0.04 < f < 0.2$	30 Oblique straight-line segment on linear-degree and logarithmic-frequency scales
$0.2 < f < 4$ $4 < f < 14$	15 Oblique straight-line segment on linear-degree and logarithmic-frequency scales
$f = 14$ $14 < f < 15$	30 Oblique straight-line segment on linear-degree and logarithmic-frequency scale
$f = 15$	40

3.2.3 The cross-talk ratio between the A and B channels shall not be less than the following limits:

3.2.3.1 Intelligible cross-talk ratio, measured with sinusoidal test signal 0.04 to 15 kHz: 50 dB.

3.2.3.2 Total cross-talk ratio predominantly caused by intermodulation: 60 dB.

This value is ascertained by loading one of the two channels with the sound-programme simulating signal defined in CCIR Recommendation 571. In the other channel, the noise contribution due to intermodulation shall not be higher than -51 dBq0ps.

This leads to an increase of noise depending on the idle channel noise value. The tolerable increase is given Table 9/J.21.

TABLE 9/J.21

Idle channel noise (dBq0ps)	-60	-57	-54	-51	-48	-45	-42
Tolerable increase of noise (dB)	9.5	7	4.8	3	1.8	1.0	0.5

3.3 *Additional requirements for digital systems*

3.3.1 If a test signal is harmonically related to the sampling frequency, measuring difficulties may arise. In that case the nominally 1 kHz test signal must be offset. Recommendation O.33 recommends 1020 Hz.

3.3.2 *Unbalance of the limitation level*

The difference between those levels which lead to a limitation of the positive or negative half-wave of the test signal shall not exceed 1 dB.

3.3.3 *Intermodulation with the sampling signal*

Intermodulation products ( $f_d$ ) caused by non-linearities may occur in the sound-channel when the sampling signal ( $f_s$ ) is combined with the inband audio signals ( $f_i$ ) or out-of-band interfering signals ( $f_a$ ).

3.3.3.1 *Inband intermodulation*

The following combination rule applies:  $f_d = f_s - n f_i$ .

Only values with  $n = 2$  or  $3$  are of importance.

The level difference between a 0 dBm0s signal ( $f_i$ ) and the intermodulation products ( $f_d$ ) shall not be less than 40 dB.

A restriction to the  $f_i/f_d$  values in Table 10/J.21 is sufficient.

TABLE 10/J.21

	$n = 2$		$n = 3$	
$f_i$ (kHz)	9	13	7	11
$f_d$ (kHz)	14	6	11	1

### 3.3.3.2 Out-of-band intermodulation

The following combination rule applies:  $f_d = nf_o \pm f_o$ .

Only values with  $n = 1$  or  $2$  are of importance.

The level difference between a 0 dBm0s signal ( $f_o$ ) and the intermodulation products ( $f_d$ ) shall not be less than 60 dB.

A restriction to the  $f_o/f_d$  values in Table 11/J.21 is sufficient.

TABLE 11/J.21

	$n = 1$		$n = 2$	
$f_o$ (kHz)	31	33	63	65
$f_d$ (kHz)	1			

### 3.3.4 Further parameters

Characteristics for bit errors, clicks, jitter, etc. are under study. (See Study Programme 18A/CMTT and CCIR Report 647.)

*Note* – The CCIR has issued Recommendation 572 which deals with the transmission of one sound-programme associated with an analogue television signal by means of time-division multiplex in the line synchronizing pulse. The system recommended is a digital one, using pulse code modulation. A sound-programme bandwidth of 14 kHz is provided.

### Bibliography

CCIR Document (1978-1982): CMTT/68 (OIRT).

### Recommendation J.22

#### PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF 10 kHz TYPE SOUND-PROGRAMME CIRCUITS

(The text of this Recommendation can be found in  
Fascicle III.4 of the *Red Book*, ITU, Geneva, 1985)