

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA



“Diseño, Operación y Gestión de una Red de Video IP”.

Trabajo de Titulación para optar al  
Título de Ingeniero en Electrónica

PROFESOR PATROCINANTE:  
Sr. Néstor Fierro M.

CARLOS EDUARDO CONTRERAS OYARZÚN

VALDIVIA 2006

Profesor Patrocinante

Néstor Fierro Morineaud

---

Profesores Informantes

Pedro Rey Clericus

---

Franklin Castro Rojas

---

## **Dedicatoria.**

*El presente trabajo de titulación esta dedicado a mi familia que con su esfuerzo a logrado entregarme el apoyo necesario para cumplir mis sueños y metas.*

*A mi padre Carlos, en especial, por ser la figura de una persona responsable, esforzada y constante.*

*A mi madre Silvia por la preocupación y dedicación.*

*A mis hermanas Pilar y Paula, a quienes les deseo los mejores éxitos en la finalización de su vida académica.*

*A mis abuelos Heriberto, Manuel (Q.E.P.D.), Silvia y Raquel, y a mis tíos Jorge, Sergio y Ignacio que han sido de gran apoyo durante este periodo.*

*A paulina y Martina, por los momentos bonitos y por las palabras de apoyo en los momentos difíciles.*

*A mis amigos de toda la vida, Danilo, Rodrigo, Renato, Braulio, Gonzalo, Jorge, Eduardo, Pedro, Johann, Claudio, Pablo, Cesar, Daniel y Carola.*

*A los profesores del Instituto por la paciencia y dedicación con sus alumnos, en especial a mi profesor patrocinante Sr. Néstor Fierro.*

## Resumen

Actualmente, los desarrollos tecnológicos tanto en hardware como en software han permitido que las redes de comunicación IP, y específicamente Internet, sirvan de soporte para incorporar nuevas tecnologías que requieran de una mayor capacidad como los sistemas de video. Las aplicaciones posibles que se pueden lograr juntando la interactividad del video y la expansión mundial de la red Internet ya se están haciendo visibles en un conjunto de aplicaciones que permiten facilitar los procesos productivos, seguridad, educación y comunicación entre las personas.

Por lo mencionado anteriormente, este trabajo de titulación pretende estudiar la composición de las redes video IP, destacando y sugiriendo puntos que faciliten la comprensión del tema y que permitan el diseño de nuevos sistemas a partir de un conocimiento adquirido. Para ello se abarcarán tres conceptos generales, estos son, el diseño, la operación, que viene dado principalmente por la calidad de servicio de los sistemas de video, y la gestión de estos.

## **Abstract**

At the moment, the technological developments as much in hardware as in software have allowed that the communications networks IP, and specifically Internet, serves as support to incorporate new technologies that they require of a greater capacity like the video systems. The possible applications that they are possible to be obtained already joining the interactivity of the video and the world-wide expansion of the network Internet are making visible in a set of applications that allow facilitating the productive processes, security, education and communication between the people.

By the mentioned thing previously, this paper of degree tries to study the composition of the networks video IP, emphasizing and suggesting points that facilitate the understanding of the subject and that they allow the design of new systems from an acquired knowledge. For it three general concepts were included, these are, the design, the operation, summarized by the quality mainly comes on watch from the video systems, and the management of these.

## **Objetivo General**

- Estudiar los parámetros que intervienen en una red de Video IP para establecer métodos y/o consideraciones que permitan facilitar el diseño, y optimizar la operación de éstas.

## **Objetivos Específicos**

- Estudiar el estado actual de los servicios de Video IP existentes en nuestro país.
- Estudiar y comparar las distintas formas que existen para la captación de imagen y compresión de video, y establecer requisitos para la elección en relación con el diseño de la red.
- Evaluar parámetros que inciden en la calidad de servicio, y los métodos existentes para la medición de estos en una red de Video IP.
- Estudiar las metodologías, consideraciones de diseño y avances en el desarrollo de software para la gestión de Video IP
- Analizar las distintas tecnologías empleadas, basadas en IP, para sacar máximo provecho a una red de Video.
- Proponer posibles aplicaciones futuras para as redes de Video IP.

## Introducción

En la actualidad las empresas requieren estar constantemente actualizando la tecnología en sus sistemas de comunicación, de tal forma que les permitan minimizar los costos de producción y mejorar a su vez la competitividad frente a la competencia. Los sistemas de video sobre IP, van tomando gran importancia con relación a lo mencionado anteriormente, reemplazando desde los métodos de comunicación entre personas (video conferencia), sistemas de seguridad y de monitoreo, hasta en un futuro próximo, los tradicionales sistemas de televisión. Todas las ventajas que presenta esta tecnología se deben principalmente a la cantidad de aplicaciones que se pueden obtener al trabajar con información de video en forma digital, y la capacidad de la red Internet.

Para aprovechar y obtener un buen rendimiento de los sistemas de Video IP, es necesario tener con claridad una serie de factores a la hora de diseñar una red, es por esto, que a través de este proyecto de tesis, se pretende obtener y estudiar la información de los parámetros que intervienen, desde la captura de la imagen, pasando por los sistemas de compresión, hasta la gestión de una red, con el fin de establecer ciertas condiciones y criterios que permitan facilitar el diseño, y optimizar el desempeño de una red de Video con los recursos existentes.

# Índice

<b>DEDICATORIA</b> -----	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b> -----	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> -----	<b>V</b>
<b>OBJETIVOS</b> -----	<b>VI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>VII</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE VIDEO IP</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS DEL CAPÍTULO	11
1.2 RESEÑA	12
1.3 RED IP	13
1.3.1 Conmutación de Circuitos	14
1.3.2 Conmutación de Paquetes	14
1.3.3 El nivel de transporte	18
1.3.4 TCP (protocolo de control de transmisión)	18
1.3.5 UDP (protocolo de datagrama de usuario)	19
1.4 STREAMING	20
1.4.1 Componentes de un sistema Streaming	22
1.5 PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL	23
1.5.1 Protocolo de control de sesión RTSP	24
1.6 VIDEO IP	25
1.7 DESCRIPCIÓN DE UNA RED DE VIDEO IP	26
1.7.1 Cámara IP	27
1.7.2 Servidores de video IP	28
1.7.3 Grabadores de video IP	30
1.8 CONCLUSIONES DEL CAPITULO	31
<b>CAPITULO II. TEORÍA DE LA GENERACIÓN DE IMAGEN</b>	<b>32</b>
2.1 OBJETIVOS DEL CAPITULO	32
2.2 BARRIDO ENTRELAZADO Y BARRIDO PROGRESIVO	33
2.2.1 Barrido progresivo	33
2.2.2 Barrido entrelazado	33
2.3 LAS SEÑALES DE COLOR	35
2.3.1 Señal de luminancia	36
2.3.2 Señal de crominancia	37
2.4 FORMATO YUV	39
2.5 RESOLUCIÓN	39

2.5.1 <i>Resoluciones NTSC y PAL</i>	40
2.5.2 <i>Resolución VGA</i>	41
2.5.3 <i>Resolución MPEG</i>	42
2.5.4 <i>Resolución Megapixel</i>	42
2.6 FUNDAMENTOS DEL VIDEO DIGITAL	43
2.6.1 <i>Digitalización</i>	43
2.6.2 <i>Muestreo</i>	45
2.6.3 <i>Cuantificación</i>	47
2.6.4 <i>Codificación</i>	51
2.7 CONCLUSIONES DEL CAPITULO	51
<b>CAPITULO III. CODEC Y COMPRESIÓN DE VIDEO</b>	<b>52</b>
3.1 OBJETIVOS DEL CAPITULO	52
3.2 COMPRESIÓN	53
3.2.1 <i>Métodos de compresión sin error</i>	53
3.2.2 <i>Métodos de compresión con error</i>	53
3.3 APLICACIONES DE LA COMPRESIÓN	54
3.4 TEORIA DE LA COMPRESIÓN DE VIDEO	55
3.4.1 <i>Codificación Bidireccional</i>	56
3.5 ESTANDARES DE COMPRESION	57
3.5.1 <i>MPEG</i>	58
3.5.2 <i>MPEG-1</i>	59
3.5.3 <i>MPEG-2</i>	64
3.5.4 <i>MPEG-4</i>	65
3.5.5 <i>MPEG-2 VS MPEG-4</i>	68
3.5.6 <i>H.261 Para la compresión de imágenes</i>	69
3.5.7 <i>Estándar H.263</i>	70
3.6 CONCLUSIONES DEL CAPITULO	72
<b>CAPITULO IV. CALIDAD DE SERVICIO EN VIDEO IP</b>	<b>73</b>
4.1 OBJETIVOS DEL CAPITULO	73
4.2 PARAMETROS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL VIDEO	74
4.3 PERDIDA DE PAQUETES	74
4.4 RETARDO	75
4.4.1 <i>Medidas Activas y Medidas Pasivas</i>	76
4.4.2 <i>Herramientas y Métodos para medición del retardo</i>	78
4.5 JITTER	82
4.6 CALIDAD DE SERVICIO PERCIBIDA PQOS	83
4.7 SIMULACIÓN DE COMPRESIÓN DE IMAGENES	84

4.7.1 <i>Codificación de píxel</i>	85
4.7.2 <i>Codificación Predictiva</i>	86
4.8 CONCLUSIONES DEL CAPITULO	89
<b>CAPITULO V. MECANISMOS DE GESTIÓN DE REDES DE VIDEO IP Y TECNOLOGIAS DE RED IP</b>	<b>90</b>
5.1 OBJETIVOS DEL CAPITULO	90
5.2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS	91
5.2.1 <i>Ancho de Banda</i>	91
5.2.2 <i>Almacenamiento</i>	91
5.2.3 <i>Redundancia</i>	92
5.3 GESTIÓN DE VIDEO: MONITORIZACIÓN Y GRABACIÓN	94
5.3.1 <i>Monitorización utilizando Web</i>	94
5.3.2 <i>Monitorización utilizando software de gestión</i>	95
5.4 GRABACIÓN DE VIDEO IP	97
5.5 TECNOLOGIAS DE RED IP	99
5.5.1 <i>Ethernet</i>	99
5.5.2 <i>Tecnología inalámbrica</i>	100
5.5.3 <i>Normas para LAN inalámbricas</i>	101
5.6 CONCLUSIONES DEL CAPITULO	102
<b>CAPITULO VI. VIDEO IP EN CHILE Y POSIBLES APLICACIONES FUTURAS</b>	<b>103</b>
6.1 OBJETIVOS DEL CAPITULO	103
6.2 VIDEOCONFERENCIA	104
6.3 TELEVISIÓN IP	106
6.3.1 <i>TVIP en Chile</i>	108
6.4 VIGILANCIA IP	108
6.4.1 <i>Compresión</i>	109
6.4.2 <i>Principales diferencias entre la compresión de imágenes estáticas y de vídeo.</i>	110
6.4.3 <i>Estándares de compresión para imágenes estáticas</i>	110
6.4.4 <i>Estándares de compresión para video</i>	111
6.4.5 <i>Consideración</i>	112
6.4.6 <i>Servicio en Chile</i>	112
6.5 APLICACIONES FUTURAS	113
6.6 CONCLUSIONES DEL CAPITULO	114
<b>CAPITULO VII. CONCLUSIONES</b>	<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>117</b>

# Capítulo I. Introducción a las redes de video IP

Las redes IP son de gran importancia en la sociedad actual, principalmente la Internet, que es el factor mas importante en el proceso de convergencia gracias a que el grupo de protocolos de Internet es utilizado por casi todos los servicios.

En este capitulo se presentaran los componentes necesarios para la transmisión de datos de video a través de las redes IP.

## 1.1 Objetivos del capítulo

- Estudiar los conceptos básicos y tipos de transmisión de la información sobre de las redes IP.
- Estudiar los protocolos que permiten y facilitan la transmisión de video sobre las redes IP
- Describir los componentes de una red de video IP, y señalar criterios para su elección.

## 1.2 Reseña

Los sistemas de video nacen como una tecnología aplicada directamente a los servicios de televisión para evitar que los programas sean transmitidos en directo, permitir su almacenaje, planificación de horarios y facilitar el trabajo de grabación.

A fines de los años 70 se producen situaciones históricas en la vida del video, ya que se retransmite por primera vez los juegos olímpicos en diferido. A partir de esto empresas conocidas como SONY comienzan trabajo en el diseño de cámaras portátiles mientras PHILIPS (1970), lanza al mercado el VCR, acercando los sistemas de video a las familias, permitiendo el registro de situaciones cotidianas, familiares y sociales.

Paralelo a esto, en aquellos años E.E.U.U. desarrolla a pasos agigantados y con fines militares una red de comunicación, hoy día la red de Internet.

Cuando esta red, años después, comienza a ser utilizada por universidades, centros de investigación, empresas, etc. Nacen consigo una serie de aplicaciones haciendo popular la red, y empresas de telecomunicaciones proveen a casas particulares con esta tecnología logrando una expansión a escala mundial.

Con la masificación de esta tecnología las empresas privadas comienzan a ocupar la red como medio de información publicitario y comunicacional. En este sentido, a través del protocolo Internet (IP), comienzan a transmitirse la información de voz y video en forma digital, facilitando la comunicación a largas distancias y con un costo mucho menor que los servicios tradicionales.

Con los avances producidos en métodos de compresión y captura de imágenes hoy día es posible acceder a información de video en forma casi instantánea abriendo al mercado, una gran cantidad de servicios, por ejemplo, en el monitoreo, sistemas de seguridad, video bajo demanda, video conferencia, etc.

## 1.3 Red IP

La moderna tecnología digital permite que diferentes sectores, como por ejemplo telecomunicaciones, datos, radio y televisión se fusionen en uno solo. Esta circunstancia, conocida comúnmente como convergencia, está ocurriendo a escala global y está cambiando drásticamente la forma en que se comunican tanto las personas como los dispositivos. En el centro de este proceso, formando la red troncal y haciendo posible la convergencia, están las redes IP.

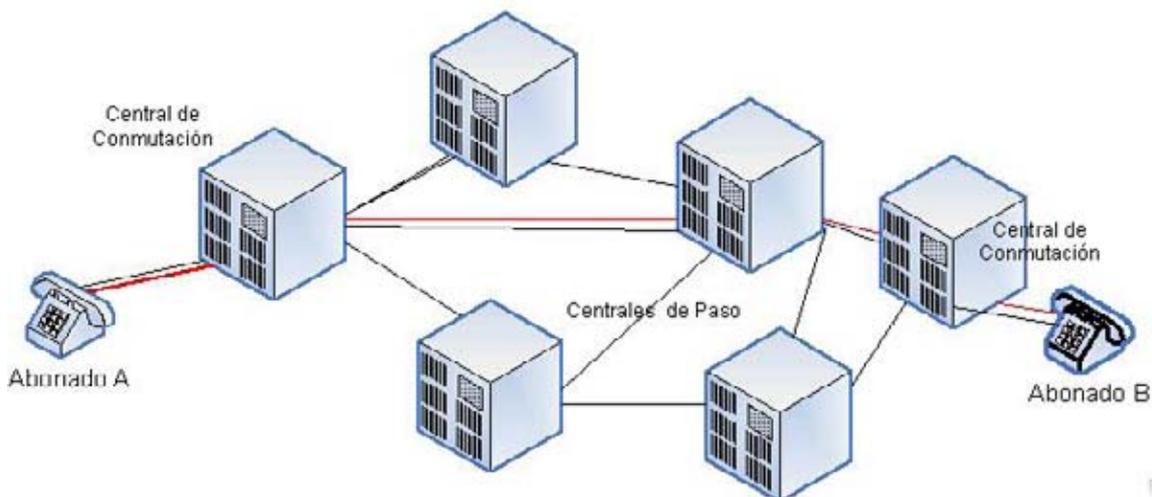
Internet se ha convertido en el factor más importante en este proceso de convergencias, esto se debe a que la configuración del protocolo Internet se está utilizando como estándar en la mayoría de los servicios. Se compone principalmente del protocolo Internet (IP) y de protocolo de transporte (TCP), consecuentemente TCP/IP se refiere a la familia completa del protocolo.

Si comenzamos a describir la constitución de las redes, debemos señalar que se compone de dos partes principales, los nodos y los enlaces, los nodos corresponden a cualquier tipo de dispositivo de red, estos se comunican entre ellos a través de los enlaces que puede ser por ejemplo un cable.

Los nodos como dijimos, se comunican entre ellos, para lograr esto existe dos técnicas de comunicarse, la conmutación de paquetes y la conmutación de circuitos, esta última es una técnica antigua utilizada principalmente en redes telefónica, mientras que la conmutación de paquetes se utiliza en las redes IP que son de nuestro interés, puesto que nos ayudara a entender como se transporta la información de video a través de una red.

### 1.3.1 Conmutación de Circuitos

La comunicación entre dos estaciones utilizando conmutación de circuitos implica la existencia de un camino dedicado entre ambas estaciones. Dicho camino está constituido por una serie de enlaces entre algunos de los nodos que conforman la red. En cada enlace físico entre nodos, se utiliza un canal lógico para cada conexión. Esto se denomina circuitos virtuales y en un escenario ideal los usuarios del circuito no perciben ninguna diferencia con respecto a un circuito físico y no tienen conocimiento del uso compartido de circuitos físicos.



*Figura 1, Diagrama conmutación de circuitos*

### 1.3.2 Conmutación de paquetes (packet switching)

En los sistemas basados en conmutación de paquetes, la información/datos a ser transmitida previamente es ensamblada en paquetes. Cada paquete es entonces transmitido individualmente y puede seguir diferentes rutas hacia su destino. Una vez que los paquetes llegan a su destino, los paquetes son otra vez reensamblados conformando la trama de información original.

Mientras que la conmutación de circuitos asigna un canal único para cada sesión, en los sistemas de conmutación de paquetes el canal es compartido por muchos

usuarios simultáneamente. La mayoría de los protocolos de WAN<sup>[1]</sup> tales como TCP/IP, X.25, Frame Relay, ATM, son basados en conmutación de paquetes.

*La conmutación de circuito si bien establece una conexión punto a punto en la transmisión de video, asegurando un determinado ancho de banda, limita la capacidad de los usuarios y las posibles aplicaciones de sistemas de video.*

La conmutación de paquetes es más eficiente y robusto para datos que pueden ser enviados con retardo en la transmisión (no en tiempo real), tales como el correo electrónico, paginas web, archivos, etc. En el caso de aplicaciones como voz, video o audio la conmutación de paquetes no es muy recomendable a menos que se garantice un ancho de banda adecuado para enviar la información. Pero el canal que se establece no garantiza esto, debido a que puede existir tráfico y nodos caídos durante el recorrido de los paquetes. Estos son factores que ocasionen que los paquetes tomen rutas distintas para llegar a su destino. Por eso se dice que la ruta que toman los paquetes es "probabilística", mientras que en la conmutación de circuitos, esta ruta es "determinística".

Para poder establecer el tipo de conmutación que se necesita establecer en una red existen criterios generales como los que se señalan a continuación:

➤ **Conmutación de circuitos:**

- Tráfico constante
- Retardos fijos
- Sensitivos a pérdidas de la conexión
- Orientados a voz u otras aplicaciones en tiempo real

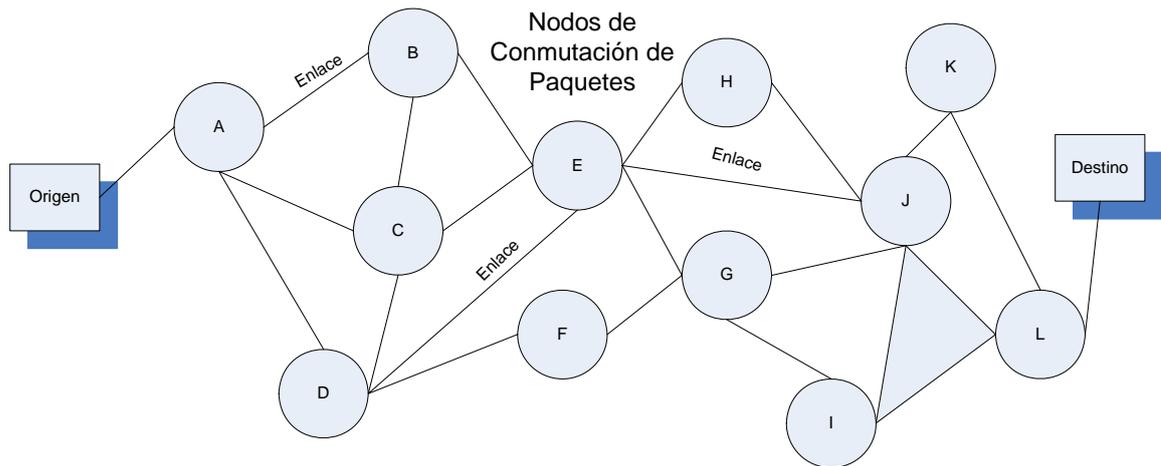
➤ **Conmutación de paquetes:**

- Tráfico en ráfagas
- Retardos variables
- Sensitivos a pérdida de datos
- Orientados a aplicaciones de datos

---

<sup>[1]</sup> WAN: Red de Área Extensa, un ejemplo claro de una red WAN es la misma Internet.

Como se menciona antes, las redes IP tienen una comunicación basada en la conmutación de paquetes, por lo que uno de los factores más importantes en la transmisión de video es asegurar un ancho de banda que permita asegurar el envío y recepción de paquetes.



*Figura 2, Diagrama conmutación de paquetes*

Para comprender como se establece la comunicación en una red IP necesitamos conocer como está configurada una trama de información, en la siguiente figura se puede observar como la información que se quiere enviar se va empaquetando dentro de tramas, definido por distintos protocolos, hasta llegar a conformar el paquete que viaja a través de la red (en la parte inferior de la figura). También se observa que aumenta el largo de la trama debido a los parámetros que establecen los distintos protocolos de comunicación como por ejemplo enrutamiento, control de errores, dirección de origen y destino, etc.

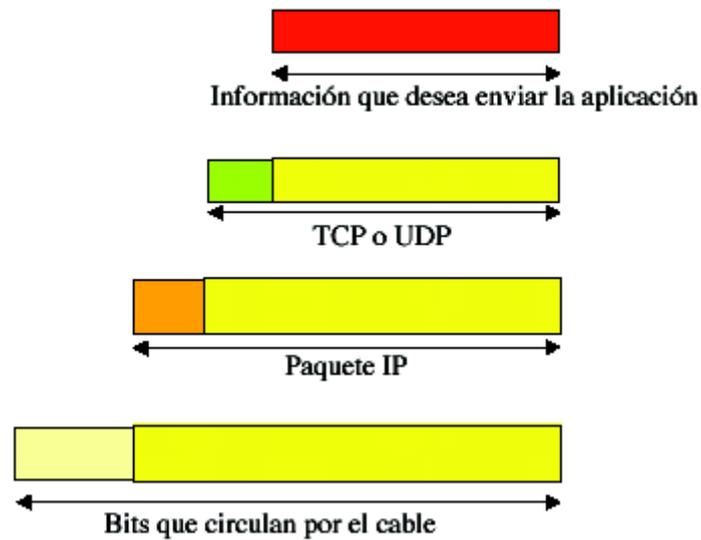


Figura 3, Diagrama representativo de empaque de datos

Esta figura representa como se va empaquetando la información con relación al modelo OSI<sup>[2]</sup> (ver figura 4), en donde las capas inferiores corresponden a enlace y física, mientras que la superior o de aplicación a la información que se desea transmitir.

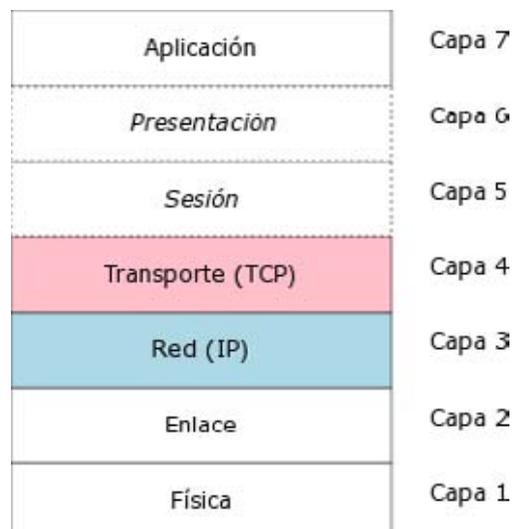


Figura 4, Modelo OSI

La figura anterior demarca donde podemos ubicar al modelo TCP/IP con relación al modelo OSI. La capa número cuatro, correspondiente a la de transporte, específica

<sup>[2]</sup> Open Systems Interconnection, es la propuesta que hizo la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), para estandarizar la interconexión de sistemas abiertos

todas las referencias para la implementación de los protocolos de control de conexión extremo a extremo, construcción de paquetes, control del flujo, asignación de datos a las sesiones correctas. Normalmente, los tres niveles superiores del modelo OSI (Aplicación, Presentación y Sesión) son considerados simplemente como el nivel de aplicación en el conjunto TCP/IP. Como TCP/IP no tiene un nivel de sesión unificado sobre el que los niveles superiores se sostengan, estas funciones son típicamente desempeñadas (o ignoradas) por las aplicaciones de usuario.

### 1.3.3 El nivel de Transporte

Los protocolos del nivel de transporte pueden solucionar problemas como la fiabilidad (Verificar si los paquetes llegan a su destino) y la seguridad de que los datos llegan en el orden correcto. En el conjunto de protocolos TCP/IP, los protocolos de transporte también determinan a que aplicación esta destinados los datos.

### 1.3.4 TCP (*Protocolo de Control de Transmisión*)

Es un mecanismo de transporte fiable y orientado a conexión, que proporciona un flujo fiable de bytes, que asegura que los datos llegan completos, sin daños y en orden. TCP realiza continuamente medidas sobre el estado de la red para evitar sobrecargarla con demasiado tráfico. Además, TCP trata de enviar todos los datos correctamente en la secuencia especificada. Esta es una de las principales diferencias con UDP, y puede convertirse en una desventaja en flujos en tiempo real (muy sensibles a la variación del retardo) o aplicaciones de enrutamiento con porcentajes altos de pérdida en el nivel de interred. Sus características principales son:

- Permite que las aplicaciones envíen mensajes individuales entre si
- Garantiza la entrega de paquetes
- Garantiza el orden de entrega de los paquetes
- No permite la difusión Multicast

### 1.3.5 UDP (*Protocolo de datagrama de usuario*)

Es un protocolo (También asignado dentro de la capa de transporte del modelo OSI) de data gramas sin conexión. Es un protocolo no fiable (*esfuerzo razonable*, al igual que IP), no porque sea particularmente malo, sino porque no verifica que los paquetes lleguen a su destino, y no da garantías de que lleguen en orden. Si una aplicación requiere estas características, debe llevarlas a cabo por sí misma o usar TCP.

UDP es usado normalmente para aplicaciones de streaming (audio, video, etc.) donde la llegada a tiempo de los paquetes es más importante que la fiabilidad, o para aplicaciones simples de tipo petición/respuesta como el servicio DNS, donde la sobrecarga de las cabeceras que aportan la fiabilidad es desproporcionada para el tamaño de los paquetes. Sus Principales características se pueden resumir de la siguiente manera:

- Permite que las aplicaciones envíen entre si mensajes individuales
- No garantiza la entrega
- No garantiza en orden de entrega
- Es efectivo en redes no saturadas
- Bajo nivel de sobrecarga de control
- Permite la difusión multicast

La importancia que se le ha dado a la capa de transporte y los protocolos que mencionamos se debe a que para algunas aplicaciones de video sobre IP, principalmente transmisiones en vivo, se requiere mostrar las imágenes en el destinatario en forma inmediata, para ello, protocolos como UDP según las características mostradas, optimizan el proceso, ya que no verificar la entrega de un paquete, se traduce en que la perdida de uno de ellos no será percibida por el usuario final.

## 1.4 Streaming

Se llama streaming a la capacidad de distribuir contenidos multimedia a través de una red digital, con la característica especial de permitir el acceso a estos contenidos según se requiera, sin necesidad de descargarlos previamente. Las aplicaciones basadas en streaming pueden clasificarse en aquellas relacionadas con la interacción entre dos o más usuarios (como videoconferencia y transmisión de voz IP), y aquellas que principalmente se dedican a distribuir contenidos multimedia generalmente a múltiples destinos, tanto en la modalidad de distribución en directo como en la modalidad de distribución bajo demanda.

La transmisión de video streaming puede ser de tres formas:

- **Transmisión Unicast:** Se envían distintos flujos de stream a diversos usuarios por igual, dividiendo el ancho de banda entre ellos
- **Transmisión Multicast:** Se envía la información de stream por la red a un grupo de usuarios que deseen tomarla.
- **Transmisión Broadcast:** Es la transmisión por igual a todos los usuarios que pertenezcan a la red y que deseen tomarla

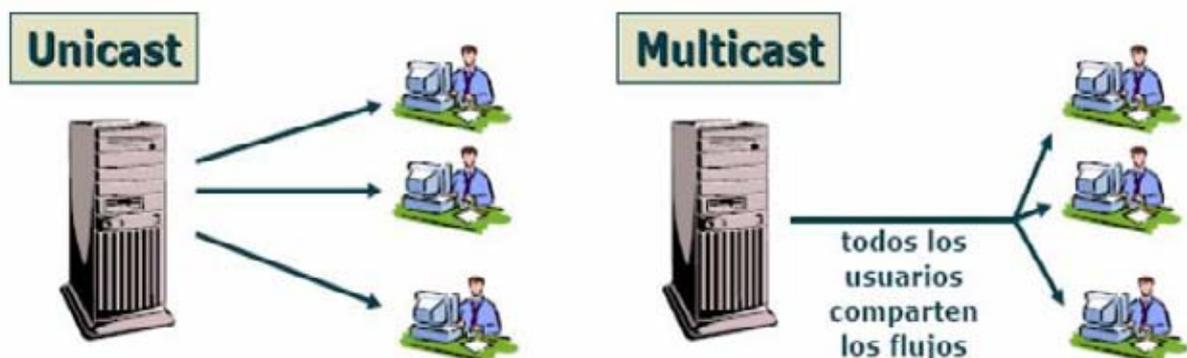


Figura 5, Clasificación según tipo de transmisión

Actualmente, existen tres compañías desarrollando productos streaming. Microsoft con el "Windows Media Video", Real con su "Real Video" y Apple con el "Quicktime"

Para poder ajustar el flujo de datos de transmisión del vídeo a las características de mi conexión se necesita que el servidor donde está alojado el vídeo tenga capacidades de servidor de vídeo y tener instalado un software que gestione esa descarga. Los archivos han de ser codificados con un codec específico. La forma de actuar de este codec es la de grabar dentro del mismo fichero el vídeo en varias resoluciones (que son definidas por el usuario mediante elecciones en menús). Para poder acceder a el en streaming es necesario tener instalado el codec en el ordenador (que suelen ser gratuitos).

El Windows Media Video ha tenido mucha aceptación por que funciona con el reproductor Windows media player desde la versión 6.2 incluida en windows 2000. Utiliza las extensiones ".asf" y "wmv" para "wma" para el audio y tanto el reproductor como el codificador se pueden descargar gratis. El adobe premier y el vegas pueden exportar el proyecto en este formato.

Real Video necesita un reproductor especial "el real player" o el más reciente "real one". El servidor debe tener instalado el del Real Server de la cual podemos descargarnos una versión gratuita (y limitada). Para codificar los archivos necesitamos el "Real Producer" o exportarlo desde "premiere" o "el vegas video". Utiliza las extensiones "rm" y "ra" para vídeo y audio respectivamente.

Apple tiene dos alternativas de servidores Web, El Darwin Streaming Server y el Quicktime Server ambos para plataformas mac. Los archivos tienen que ser reproducidos con quicktime, del cual que existen dos versiones (tanto para Mac, windows y linux), la gratuita es el reproductor (viene incluida en los sistemas operativos de Mac), la de pago además nos ofrece la posibilidad de codificar y hacer algunos ajustes de edición.

### 1.4.1 Componentes de un sistema Streaming

Se componen de tres partes principales o básicos, el servidor, la red y el cliente o usuario. A continuación se describen cada uno de ellos:

#### **a) Servidor de Streaming:**

Es el equipo encargado de gestionar la información al cliente, por ello almacena la información a transmitir garantizando una calidad de servicio adecuada, se subdivide en tres partes, estas son:

- **Subsistema de control:** El subsistema de control es el encargado de recibir las peticiones de los usuarios y tomar las acciones necesarias para atenderlas, decidiendo si es posible enviar la información sin que ello implique el deterioro de las comunicaciones ya establecidas. Otra característica de este subsistema es que gestiona las estadísticas de utilización del sistema, referido a la facturación y contabilidad, además de realizar tareas de optimización del sistema.
- **Subsistema de almacenamiento:** Es la etapa encargada de almacenar y recuperar la información multimedia desde los dispositivos de almacenamiento, su complejidad radica en gestionar grandes cantidades de información para ser entregadas de acuerdo a los requisitos de calidad de servicio de la aplicación.
- **Subsistema de entrega de comunicación:** Es el encargado de planificar inserción de los contenidos multimedia en la red de transmisión. Además se encarga de gestionar las políticas de servicio que permiten optimizar los recursos de ancho de banda de la red y el servidor.

#### **b) La red de comunicación:**

Las redes de comunicación deben satisfacer al menos dos requisitos: Disponer de mecanismos de transporte para enviar las peticiones y datos, y permitir que la información sea transmitida respetando niveles mínimos de rendimiento. En el caso de las redes de video streaming, características esenciales son las de soportar gran

cantidad de información (un buen ancho de banda) y grandes velocidades de transmisión.

### **c) Clientes**

El segmento correspondiente a los usuarios debe ser capaz de soportar la recepción y visualización sin cortes de los contenidos multimedia.

## **1.5 Protocolos de transmisión en tiempo real**

UDP es el protocolo mas utilizado en aplicaciones de streaming, como UDP no asegura la entrega, el receptor deberá confiar en la capa superior (RTP) para detectar las pérdidas de paquetes.

RTP es un protocolo estándar para Internet que provee transporte de punta a punta soportando aplicaciones de tiempo real. RTCP es el protocolo compañía diseñado para proveer realimentación sobre la QoS a los participantes de la sesión RTP.

RTP es un protocolo de transferencia de datos mientras que RTCP es un protocolo de control. Es importante señalar que estos protocolos están sobre los protocolos de transporte TCP y UDP con relación al modelo OSI.

Las funciones que provee RTP son:

- **Marcado-temporal:** Las marcas temporales permiten sincronizar diferentes flujos de medios.
- **Numeración de secuencias:** Dado que UDP no envía los paquetes en secuencia, RTP los numera para que puedan ser ordenados a su llegada.
- **Identificación del tipo de carga:** Se identifica el tipo de carga útil en el paquete con un campo de cabezal RTP
- **Identificación de fuente:** Cada paquete RTP se identifica con un cabezal llamado SSRC<sup>[3]</sup> que actúa como identificador de la fuente.

---

<sup>[3]</sup> Synchronization SouRCe identifier

RTCP es un protocolo de control diseñado para trabajar junto con RTP y provee los siguientes servicios:

- Realimentación de QoS: Es la función principal del RTCP. La información se envía a través de Reportes de remitente y Reportes de Receptor. Estos reportes contienen la información de (1) Fracción de paquetes RTP perdidos desde el último reporte, (2) número de paquetes perdidos acumulado desde el comienzo de la recepción, (3) jitter de paquetes y (4) demora desde la recepción del último reporte de remitente.
- Identificación del participante: La fuente puede ser identificada por el campo SSRC en el cabezal RTP. RTCP provee mecanismo amigable para este servicio. RTCP SDES<sup>[4]</sup> son paquetes que contienen información de los participantes de la sesión incluyendo nombre de usuario, teléfono, e-mail y otros.
- Escalado de control de paquetes: Para escalar según el número de participantes se mantiene el número total de paquetes a un 5 % de ancho de banda total de la sesión. A su vez, dentro de los paquetes de control, un 25 % se utiliza para reportes de envío y un 75 % para reportes de recepción.
- Sincronización entre medios.
- Información de control de sesión mínima: Transporta información de la sesión.

### 1.5.1 Protocolo de control de sesión RTSP

RTSP (Real Time Streaming Protocol) es un protocolo de control de sesión para la realización de sistemas streaming de video sobre Internet. Una de las principales aplicaciones del protocolo RTSP es el soporte de comandos de tipo VCR como por ejemplo, la parada, pausa, resumir, avance rápido, etc. También RTSP permite la elección de los canales de envío (por ejemplo UDP, y multidifusión UDP o TCP) y los

---

<sup>[4]</sup> RTCP Source Description

mecanismos de envío basados en RTP, RTSP funcionan tanto en difusión punto a punto como en multidifusión.

RTSP también provee:

- Recuperación de medios a solicitud del cliente.
- Invitación de un servidor de medios a una conferencia.
- Adición de medios a una sesión existente.

RTSP debe proveer los mismos servicios para audio y video como lo hace HTTP para texto y gráficos. En RTSP cada trama se identifica con un RTSP URL<sup>[5]</sup>. Las propiedades de la presentación están incluidas en un archivo de descripción que puede obtenerse vía HTTP, correo electrónico u otros medios.

## 1.6 Video IP

Anteriormente veíamos como el protocolo Internet ensambla datos para ser transmitidos en una red. Cuando estos datos corresponden a video digitalizado, estamos hablando de video IP que también abarca las fuentes referentes a audio en el sistema.

Esta tecnología de video nos presenta una amplia variedad de aplicaciones, recordemos que por el hecho de pertenecer a una red mundial podemos acceder a la información en forma remota y casi instantáneamente con facilidad de ser almacenada.

Las principales aplicaciones en las que podemos ver aplicada esta tecnología hoy en día se refieren a sistemas de seguridad, video conferencia y la transmisión de Televisión IP.

---

[5] Uniform Resource Locator, es decir, localizador uniforme de recurso.

## 1.7 Descripción de una red de Video IP

Los elementos que hacen posible la transmisión de video sobre el protocolo IP son principalmente las cámaras IP, cámaras analógicas (las cuales necesariamente tienen que adaptarse con un transmisor a la red IP), grabadores de video en red (Servidor) y un equipo remoto para visualizar el video en directo o grabado. Este equipo de video debe contar con un software gestor de video.

En general existen también redes sencillas, por ejemplo, las de videoconferencia que requieren de menos elementos. Sin embargo, la necesidad de establecer parámetros para el diseño de redes de video nace cuando se desea configurar, por ejemplo, redes de video para seguridad, en donde necesitamos incorporar una mayor cantidad de cámaras y un software adecuado para su administración. Por lo tanto es necesario saber la cantidad de elementos a incorporar a una red para calcular el ancho de banda necesario para obtener la imagen deseada.



Figura 6, Configuración de una red de video IP de Vigilancia o monitoreo.

Comencemos por describir uno de los componentes mas importantes de una red de video IP para luego introducirnos con mayor detalle en el tema, sin olvidar que este trabajo se enfoca en un concepto genérico de un sistema de video IP, es decir, que la configuración de la red varia de acuerdo a la aplicación.

### 1.7.1 Las Cámaras IP

Una cámara IP es una combinación de una cámara con un ordenador, la cual transmite directamente la imagen capturada a una red IP pudiendo ser almacenada, visualizada y gestionada su información en forma local o remota. Cada cámara IP cuenta con una dirección IP con la cual puede ser identificada o vista por los demás en una red.

Una cámara IP lleva incorporado un servidor Web, servidor o cliente FTP<sup>[6]</sup>, cliente de correo electrónico, gestión de alarmas, capacidad de programación y mucho más. Una cámara IP no necesita estar conectada a un PC, funciona independientemente y puede colocarse en cualquier lugar donde haya una conexión de red IP. Por otra parte, una cámara Web es algo totalmente diferente, ya que necesita estar conectada a un PC a través de un puerto de conexión USB<sup>[7]</sup> o IEEE1394<sup>[8]</sup> y un PC para funcionar.

El componente cámara de la cámara de red captura la imagen, que puede ser descrita como luz de diferentes longitudes de onda, y la transforma en señales eléctricas. Estas señales son entonces convertidas del formato analógico al digital y son transferidas al componente ordenador donde la imagen se comprime y se envía a través de la red.

---

<sup>[6]</sup> File Transfer Protocol, Protocolo de transferencia de archivos, utilizado para descargar archivos públicos de una computadora remota a un local

<sup>[7]</sup> Universal Serial Bus - Bus Serie Universal

<sup>[8]</sup> Un protocolo en serie que se ejecuta en las velocidades que se extienden a partir del 100 a 400 Megabites por segundo

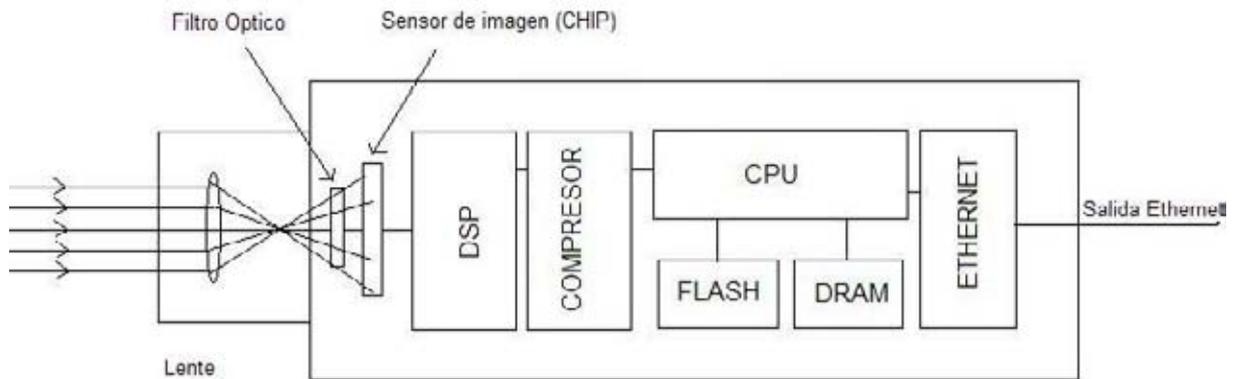


Figura 7, Diagrama de cámara IP

La lente de la cámara enfoca la imagen en el sensor de imagen. Antes de llegar al sensor la imagen pasa por el filtro óptico que elimina cualquier luz infrarroja de forma que se muestren los colores correctos. El sensor de imagen convierte la imagen, que está compuesta por información lumínica, en señales eléctricas. Estas señales eléctricas se encuentran ya en un formato que puede ser comprimido y transferido a través de redes.

Las funciones de cámara gestionan la exposición (el nivel de luz de la imagen), el equilibrio de blancos (el ajuste de los niveles de color), la nitidez de la imagen y otros aspectos de la calidad de la imagen. Estas funciones las llevan a cabo el controlador de cámara y el chip de compresión de vídeo. La imagen digital se comprime en una imagen que contiene menos datos para permitir una transferencia más eficiente a través de la red.

La conexión Ethernet de la cámara la proporciona un circuito integrado, una solución optimizada para la conexión de periféricos a la red. En general posee una variedad de interfaces de entrada y salida. La CPU, y la memoria flash y DRAM<sup>[9]</sup> representan los “cerebros” o funciones de ordenador de la cámara y están específicamente diseñados para su aplicación en redes.

Según importantes empresas de investigación de mercado como IMS Research, Frost and Sullivan, J.P. Freeman and Co., y otras han llegado a la conclusión que

<sup>[9]</sup> Dynamic random access memory. Memoria de acceso dinámico, que necesita refresco. Encapsulado

el punto de inflexión donde las ventas de las cámaras IP será superiores a las analógicas se producirá antes del 2009 en los países que desarrollan estas tecnologías. Por eso es importante tener en cuenta los siguientes puntos para la elección de una cámara IP.

1. Calidad de imagen
2. Ser parte de una extensa gama de productos
3. Compatibilidad de aplicaciones y facilidad de integración
4. Compresión totalmente compatible con estándares JPEG y MPEG-4
5. Herramientas para administrar grandes instalaciones
6. Múltiples opciones de funcionalidad y seguridad en Red
7. Sensor de barrido progresivo
8. Alimentación mediante Ethernet
9. Inteligencia distribuida
10. Historial y prioridades del fabricante.

### 1.7.2 Servidores de video IP

Se utilizan principalmente cuando existen sistemas analógicos de circuitos cerrados de televisión, los servidores IP cumplen la función de digitalizar las señales analógicas entregadas por estas cámaras y luego transmitir las por una red IP.

Los servidores de video IP contienen entradas y salidas digitales, las entradas, por ejemplo, permiten activar las imágenes desde el servidor. Las salidas permiten, por ejemplo, abrir remotamente una puerta o activar una luz.

Los servidores que poseen memoria para imágenes pueden, además guardar y enviar las imágenes grabadas inmediatamente antes y después de la activación de una alarma.

Un servidor de video para red también se puede conectar a una amplia variedad de cámaras especiales, tales como una cámara súper sensible en blanco y negro, una cámara miniatura o una cámara microscópica.

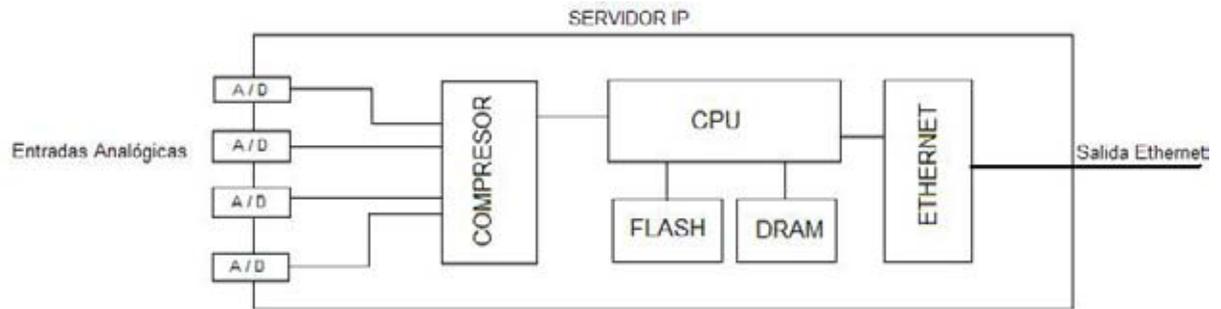


Figura 8, Diagrama de un servidor de video IP

### 1.7.3 Los grabadores de vídeo IP

Tienen una doble funcionalidad, pudiendo incluirlos tanto en el grupo de los transmisores como en el de los receptores. Por un lado su función es la de almacenar el vídeo codificado procedente de los transmisores, sin decodificarlo, pero por otro lado, los grabadores se convierten en fuentes al transmitir el vídeo almacenado para su reproducción desde los receptores. Por tanto, los grabadores de red deben ser tenidos en cuenta a la hora de realizar el diseño y optimización de de la red.

Por ultimo podemos considerar **La infraestructura de la red IP** que la componen los equipos que permiten la interconexión de los transmisores y receptores, principalmente conmutadores o switches en el entorno de red local LAN, y routers en el entorno de red pública WAN.

## 1.8 Consideraciones y Conclusiones del Capítulo

La existencia de protocolos de comunicación destinados específicamente para la transmisión de datos de aplicaciones en tiempo real, incide directamente en la calidad de servicio final del sistema, de ahí la necesidad de conocer los últimos avances en el desarrollo de estos para optimizar los sistemas de video IP a diseñar. Por lo tanto se recomienda utilizar estos protocolos RTP/RTCP, a través de los cuales los receptores son capaces de procesar secuencialmente los paquetes, sincronizar la información de audio y video, y realizar funciones de control de congestión.

En la actualidad existe una gran variedad de equipos destinados para los sistemas de video IP como las cámaras IP y los servidores IP. Estas tecnologías permiten además de flexibilizar un sistema de video, adaptarse a los actuales equipos utilizados, por ejemplo, en el monitoreo a través de circuitos cerrados. Por lo tanto, en el momento de implementar una red será importante determinar aspectos como:

1. La adaptabilidad de los sistemas existentes con los nuevos
2. El ancho de banda disponible para las aplicaciones
3. La configuración de los equipos IP, definiendo por ejemplo, la cantidad de imágenes por segundo. Ya que puede ser determinante en el momento de determinar el ancho de banda del sistema completo.
4. La elección correcta de los equipos a utilizar, es decir, de acuerdo a las necesidades del sistema a fin de lograr un equilibrio costo/eficiencia.

La mejor forma de optimizar ancho de banda de las redes es emplear técnicas de multicast, de forma que se transmita un único flujo de vídeo, y sea la red quien se encargue de distribuirlo en cada segmento donde se encuentren los receptores. Para transmitir en IP multicast, los codificadores han de soportar el estándar IGMP versión 2, que entre algunas mejoras respecto a la primera versión del protocolo, ofrece la posibilidad a cada receptor de abandonar la sesión de forma individual.

# Capítulo II. Teoría de la generación de la imagen

La generación de la imagen es uno aspecto fundamental en cualquier sistema de video, de él dependerá significativamente la calidad del video que percibe finalmente un usuario.

A través de este capítulo se presentan los conceptos teóricos del proceso de generación de la imagen

## 2.1 Objetivo del Capítulo

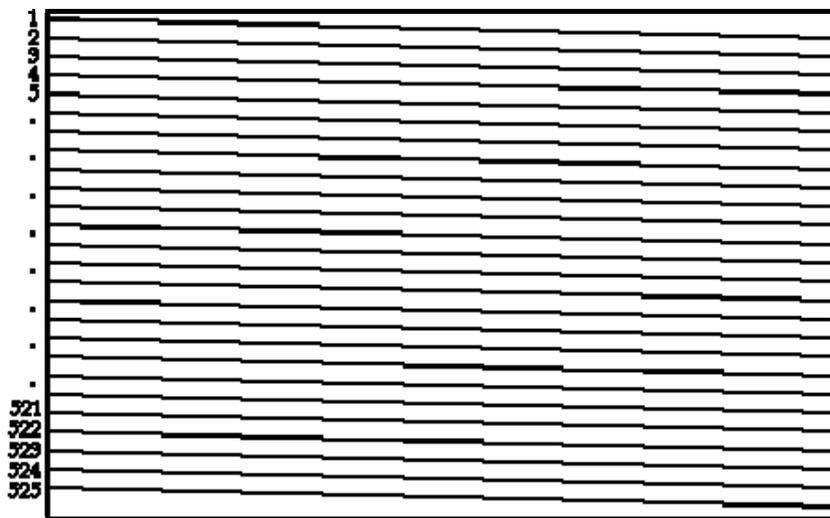
- Entregar los conocimientos necesarios para comprender el proceso de generación de la imagen a partir de una cámara.
- Estudiar la composición de colores de las imágenes
- Conocer las características de los formatos de resolución de video utilizados actualmente.
- Señalar las resoluciones en que puede ser representada la imagen final en la pantalla.

## 2.2 Barrido Entrelazado y Barrido progresivo

Existen dos formas o métodos para escanear el video, el barrido entrelazado y el progresivo. La elección de cual es la que se debe utilizar dependerá del tipo de aplicación para la que se este utilizando.

### 2.2.1 Barrido Progresivo

El Barrido progresivo consiste en generar la imagen en la pantalla línea tras línea, es decir, en un perfecto orden que se podría representar con los números 1,2,3,4, etc. Este método tiene la ventaja de no presentar un efecto de “parpadeo” en la pantalla, y dependiendo cual sea el objetivo de la red de video a implementar, presenta diferencias al momento de visualizar detalles de imágenes en movimiento por ejemplo en un sistema de seguridad. Por otra parte este método requiere de un monitor de alta calidad para sacarle máximo provecho.

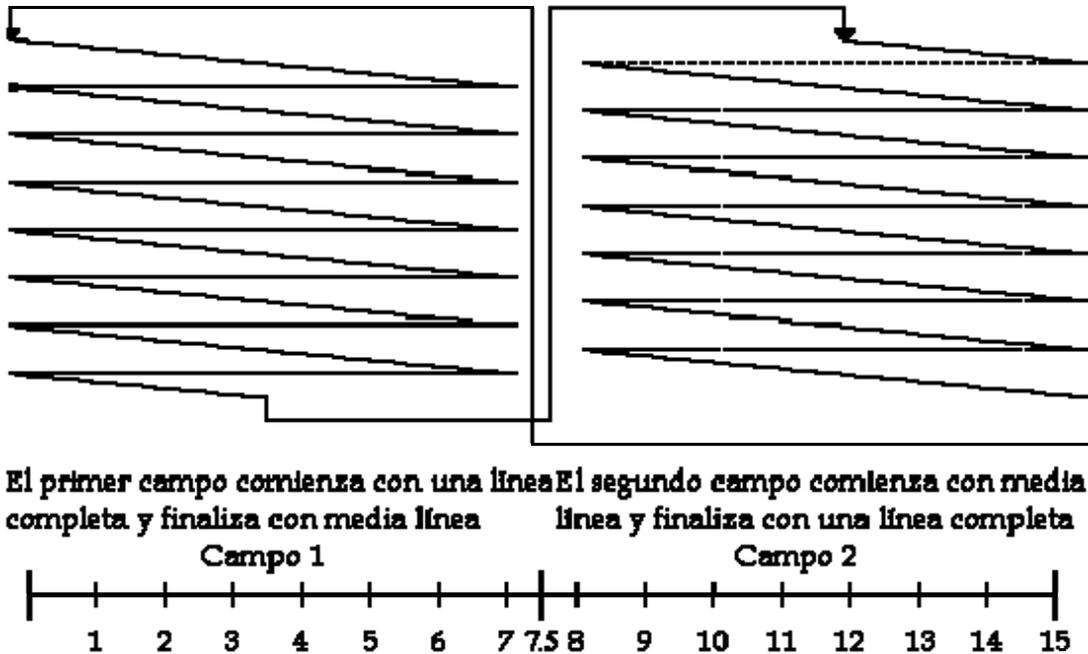


*Figura 9, representación barrido progresivo.*

### 2.2.2 Barrido Entrelazado

Consiste en captar la en escanear la imagen dividiéndola en dos campos, uno de las líneas pares y otro de las impares, técnicamente esto permite duplicar la frecuencia

de refresco en la pantalla, sin aumentar el ancho de banda para un número dado de líneas.



*Figura 10, Representación barrido entrelazado*

Para el barrido entrelazado se requiere de un número impar de líneas para formar un cuadro, por ejemplo 625 líneas.

La importancia de utilizar cualquiera de estas dos tecnologías mencionadas se puede apreciar con más claridad al momento de aplicarlas en un sistema.

### **Ejemplo**

Las siguientes figuras muestran la imagen (JPG) de un objeto en movimiento obtenida por una cámara de video, en donde la nitidez depende directamente de la tecnología utilizada. La imagen de la izquierda corresponde a la de barrido progresivo y la de la derecha al barrido entrelazado.



Fig.11, Barrido Progresivo



Fig.12, Barrido Entrelazado

*Nota: En estos ejemplos, las cámaras utilizaron el mismo objetivo. El coche iba a una velocidad de 20 km/h.*

De las figuras anteriores se puede apreciar que las dos muestran fondos con la misma nitidez, esto es por que representan un segmento de imagen fijo, sin embargo el barrido progresivo es el único que permite identificar mayormente a la unidad.

## 2.3 Las señales de color

Los sistemas de televisión a color son los mismos que los de la televisión en blanco y negro solo que se suma la información de color en función de tres de ellos, estos son el rojo, el verde y el azul debido al funcionamiento del ojo humano. Las cámaras generan la información de una imagen en base a la información de los tres colores antes mencionado, sin embargo, para efectos de televisión tradicional, la información de estos tres colores son combinados generando dos señales equivalentes, una correspondiente al brillo (Luminancia<sup>[10]</sup>) y otra al color (crominancia<sup>[11]</sup>).

<sup>[10]</sup> intensidad de luz proveniente de un objeto o punto determinado

<sup>[11]</sup> Parte de la señal de vídeo que contiene las informaciones relativas al color

### 2.3.1 Señal de Luminancia:

Contiene solo las variaciones de brillo de la información de la imagen, incluyendo los detalles finos, tal como en una señal monocromática. La señal de luminancia se utiliza para generar la imagen en blanco y negro o monocromática y se forma combinando un 30% de la señal de color roja, un 59% de la señal de video verde y un 11% de la señal de video azul, por lo que su expresión es:

$$Y = 0.3 (R) + 0.59 (G) + 0.11 (B)$$

En consecuencia, para una señal en blanco y negro, la señal Y tiene el mismo brillo que la información original. La señal Y tiene la máxima amplitud relativa de unidad, es decir, cuando es 100% blanca, para los máximos valores de R, G y B. Se expresa de la siguiente forma:

$$Y = 0.3 (1V) + 0.59 (1V) + 0.11 (1V) = 1 \text{ Lumen}$$

Los valores de luminancia para "Y" que se muestran en la siguiente figura, son los valores relativos que corresponden a cada color.

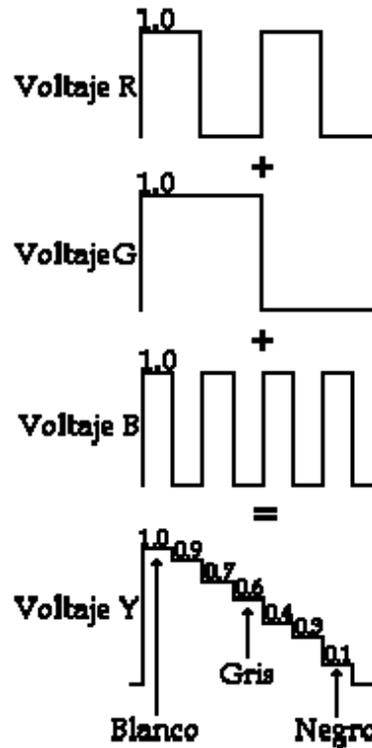


Figura 13, Obtención de la señal Y

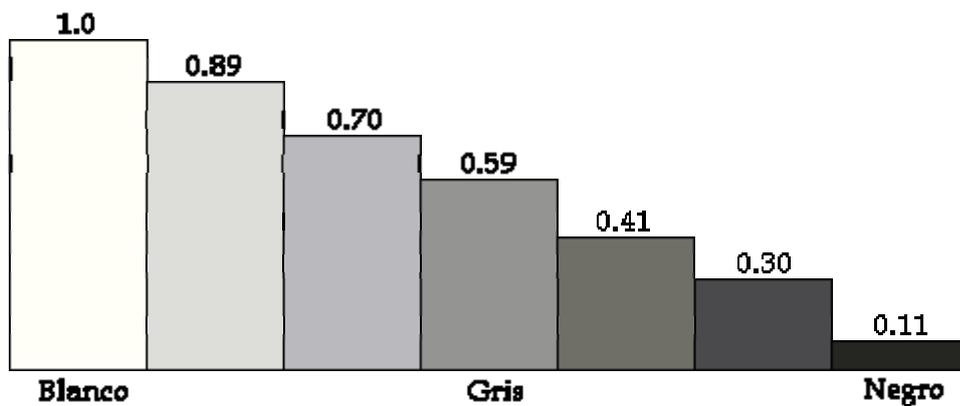


figura 14, Valores de luminancia relativa

### 2.3.2 Señal de Crominancia

Es una combinación de las señales I y Q, la señal I o señal de color en fase se genera combinando un 60% de la señal roja, un 28% de la señal de video verde y un 32% de la señal de video azul, por lo que se expresa de la siguiente forma:

$$I = 0.6(R) + 0.28(G) + 0.32(B)$$

La señal Q o señal de color en cuadratura se genera combinando un 21% de la señal de video roja, un 52% de la señal de video verde y un 31% de la señal de video azul. Queda expresado de la siguiente forma:

$$Q = 0.21(R) + 0.52(G) + 0.31(B)$$

Las señales I y Q se combinan para generar la señal de color C, y debido a que I y Q están en cuadratura, la señal C es la suma vectorial de estas:

$$C = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

$$\tan^{-1} \frac{Q}{I}$$

Las amplitudes de la señal I y Q son proporcionales a las señales R, G y B, la siguiente figura muestra la rueda de colores para la radiodifusión de televisión.

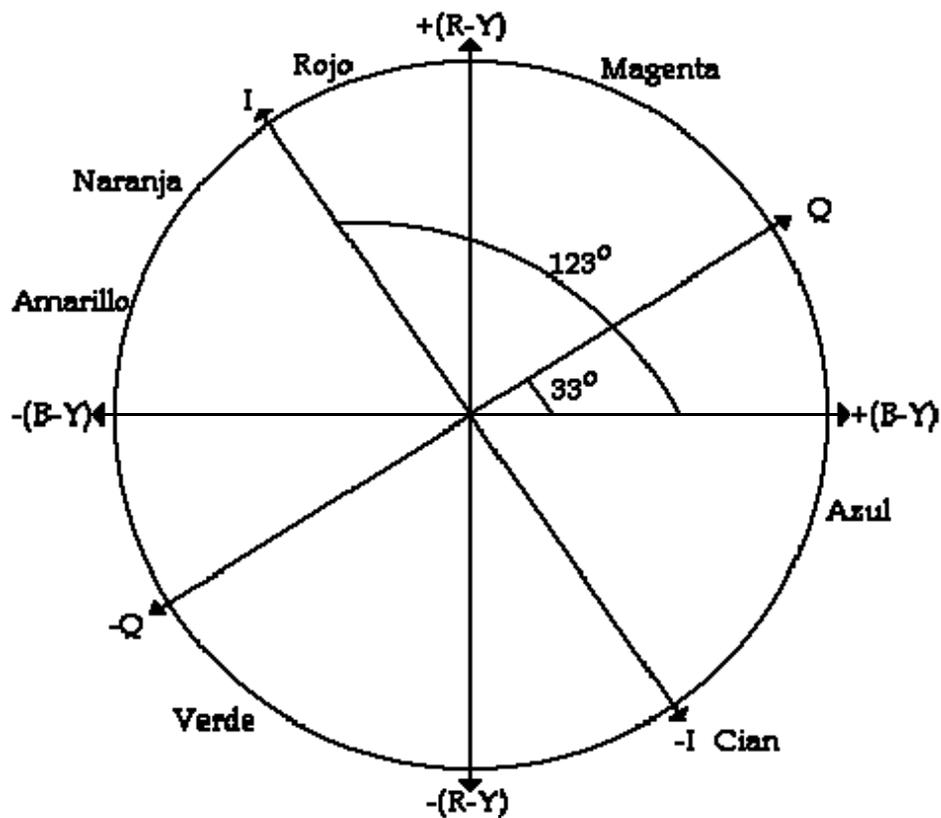


Figura 15, Rueda de colores

## 2.4 Formato YUV

Dados los grandes requerimientos que exige el formato RGB comentado en el apartado anterior surgió la idea de transformar por combinación lineal las tres componentes RGB en otras tres señales equivalentes Y, CB, CR (Y, U, V). Este conjunto de señales YUV es el punto común de todos los sistemas digitales más recientes.

Este formato puede ser considerado un sistema de compresión, ya que básicamente consisten transformar la señal RGB comprimiendo el color y preservando la luminosidad (el ojo humano es más sensible a ésta última).

A menudo este sistema de compresión viene por defecto en las tarjetas capturadoras de vídeo con lo que no es necesario instalar ningún Codec. También cabe mencionar que muchos codecs emplean este mismo sistema para dar lugar a compresiones aún mayores.

La técnica de reducción de color preservando la luminosidad es conocida como Subsampling y viene dada por una serie de parámetros que pueden tomar los siguientes valores:

- **4:4:4** mantiene tanto los datos relativos al color como aquellos relativos a la luminosidad
- **4:2:2** reduce la información relativa al color en un 50%
- **4:1:1** reduce la información relativa al color en un 75%
- **4:2:0** elimina uno de los valores de color y reduce el otro valor en la mitad. (JPG y MPEG emplean 4:1:1 y 4:2:0)

## 2.5 Resolución

La resolución en un mundo digital o analógico es parecida, pero existen algunas diferencias importantes sobre su definición. En el vídeo analógico, la imagen

consiste en líneas, o líneas de TV, ya que la tecnología del vídeo analógico procede de la industria de la televisión. En un sistema digital, la imagen está formada por píxeles.

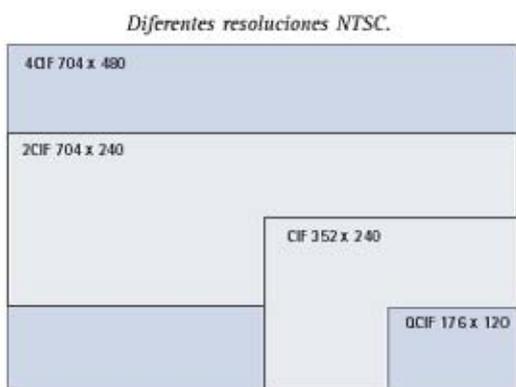
### 2.5.1 Resoluciones NTSC y PAL

En América del Norte y Japón, el estándar NTSC (Comité Nacional de Sistemas de Televisión) es el estándar de vídeo analógico predominante, mientras que en Europa se usa el estándar PAL (Línea de Alternancia de Fase). Ambos estándares proceden de la industria de la televisión. NTSC tiene una resolución de 480 líneas horizontales y una velocidad de imagen de 30 ips. PAL tiene una resolución superior con 576 líneas horizontales, pero una velocidad de imagen inferior de 25 ips. La cantidad total de información por segundo es la misma en ambos estándares.

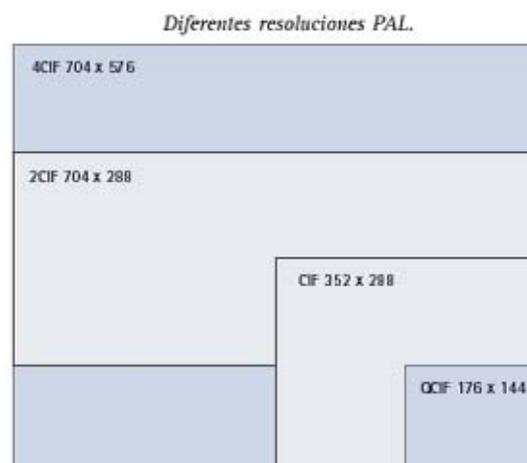
Cuando el vídeo analógico se digitaliza, la cantidad máxima de píxeles que pueden crearse se basará en el número de líneas de TV disponibles para ser digitalizadas. En NTSC, el tamaño máximo de imágenes digitalizadas es de 704x480 píxeles. En PAL, el tamaño es de 704x576 píxeles. En la mayoría de las aplicaciones analógicas de seguridad, sólo se utiliza una cuarta parte de la imagen analógica, basándose en quads que hacen que 4 cámaras compartan la resolución máxima. Esta cuarta parte del tamaño total de la imagen se conoce en la industria de la vigilancia en vídeo como CIF (*Formato Intermedio Común*). En NTSC, el CIF equivale a 352x240 píxeles y en PAL, a 352x288 píxeles.

La resolución 2CIF es de 704x240 (NTSC) o de 704x288 (PAL) píxeles, lo que significa dividir el número de líneas horizontales por 2. En la mayoría de los casos, cada línea horizontal se muestra dos veces, conocido como “doblaje de líneas”, cuando se muestra en un monitor a fin de mantener los ratios correctos en la imagen. Esta es una forma de hacer frente a la distorsión de movimiento en un escaneado entrelazado.

En algunas ocasiones se utiliza una cuarta parte de la imagen CIF, que se conoce por la abreviatura QCIF (Quarter CIF: Cuarta parte de CIF).



*Figura 16 Resoluciones NTSC*



*Figura 17, Resoluciones PAL*

## 2.5.2 Resolución VGA

Con la introducción de las cámaras IP, pueden diseñarse sistemas 100% digitales. Esto provoca que las limitaciones de NTSC y PAL carezcan de importancia. Se han introducido algunas resoluciones nuevas procedentes de la industria informática, que proporcionan una mejor flexibilidad y, además, constituyen estándares universales.

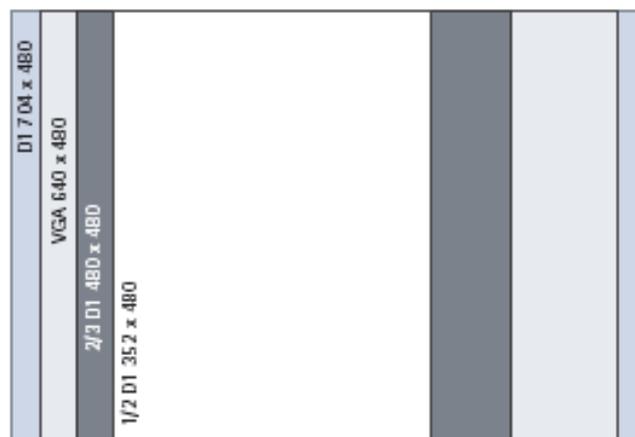
VGA es la abreviatura de Video Graphics Array (*Tabla de Gráficos de Vídeo*), un sistema de exposición gráficos para PC desarrollado originalmente por IBM. La resolución se define a 640x480 píxeles, un tamaño muy parecido a NTSC y PAL. La resolución VGA es normalmente más adecuada para las cámaras IP, ya que el vídeo en la mayoría de los casos se mostrará en pantallas de ordenador, con resoluciones en VGA o múltiplos de VGA. Quarter VGA (QVGA), con una resolución de 320x240 píxeles, también es un formato utilizado habitualmente con un tamaño muy similar a CIF. QVGA en ocasiones se llama SIF (Formato de Intercambio Estándar), que fácilmente se confunde con CIF. Otras resoluciones basadas en VGA son XVGA (1.024x768 píxeles) y de 1.280x960 píxeles, 4 veces VGA, que ofrecen una resolución megapíxel.

### 2.5.3 Resolución MPEG

La resolución MPEG normalmente significa una de las resoluciones siguientes:

- 704x576 pixels (TV PAL)
- 704x480 pixels (TV NTSC)
- 720x576 pixels (DVD-Video PAL)
- 720x480 pixels (DVD-Video NTSC)

*Diferentes resoluciones empleadas en MPEG.*



*Figura 18, Resoluciones PAL*

### 2.5.4 Resolución Megapíxel

Cuanto más alta es la resolución, más detalles pueden observarse en una imagen. Esto es una consideración muy importante en las aplicaciones de vigilancia por vídeo, donde una imagen de alta resolución puede permitir la identificación de un delincuente. La resolución máxima en NTSC y PAL, después de que la señal de vídeo se haya digitalizado en un DVR o en un servidor de vídeo, es de 400.000 píxeles ( $704 \times 576 = 405.504$ ). 400.000 equivale a 0,4 megapíxeles. Usando el formato CIF, es decir, una cuarta parte de la imagen, la resolución disminuye a sólo 0,1 megapíxeles.

A pesar de que la industria de vigilancia por vídeo ha logrado siempre vivir con estas limitaciones, la nueva tecnología de cámaras IP hace posible hoy en día una resolución mayor. Un formato megapíxeles común es 1.280x1.024, que ofrece una resolución de 1,3 megapíxeles, 13 veces más que una imagen CIF. Las cámaras con 2 megapíxeles y 3 megapíxeles también se encuentran disponibles, e incluso se esperan resoluciones superiores en el futuro.

Las cámaras IP megapíxel también aportan el beneficio de diferentes ratios de aspecto. En un televisor estándar se usa una proporción de 4:3, mientras que en las películas y en los televisores panorámicos se usa una de 16:9. La ventaja de este ratio de aspecto es que, en la mayoría de imágenes, la parte superior y la parte inferior de la imagen no son de interés, y además usan píxeles valiosos y, en consecuencia, espacio de almacenamiento y ancho de banda. En una cámara de red puede utilizarse cualquier proporción.

Además, se puede realizar movimiento vertical/horizontal/zoom, donde el usuario selecciona qué parte de las imágenes megapíxel deberían mostrarse. Esto no implica ningún movimiento mecánico de la cámara. Asegura mayor fiabilidad y posibilita que diversos usuarios puedan obtener una visión panorámica e inclinada de diferentes zonas de la imagen de forma simultánea.

## **2.6 Fundamentos del Video Digital**

### **2.6.1 Digitalización**

El proceso de digitalización de las señales de video es de vital importancia para sacarle provecho a los recursos existentes ya que se puede tratar con más facilidad la información facilitando el almacenamiento y la aplicación de métodos de compresión.

La información a digitalizar será la de las imágenes. Cada cuadro de la imagen es muestreado en unidades de píxeles, con lo que los datos a almacenar serán los correspondientes al color de cada píxel.

Tres componentes son necesarias y suficientes para representar el color y para ser interpretado por el ojo humano. El sistema de codificación de color usado es el RGB (Red, Green, Blue).

Para digitalizar una señal de vídeo analógico es necesario muestrear todas las líneas de vídeo activo. La información de brillo y color son tratadas de forma diferente por el sistema visual humano, ya que es más sensible al brillo que al color. Con lo que se usa un componente especial para representar la información del brillo, la luminancia, una para el color y la saturación, la crominancia.

Cada punto en las imágenes tiene asignado un determinado número de bits que representarán el color de dicho punto. Si la imagen es en blanco y negro, bastará un bit para representarlo, mientras que para 256 colores serán necesarios 8 bits. De esta forma tendremos la imagen digitalizada, pero almacenar esta información dependerá del número de píxeles que utilicemos por imagen. Por ejemplo una imagen de 640 x 480 puntos con 256 colores ocupa 300 Kbytes, y si tenemos una secuencia de vídeo a 25 fotogramas por segundo significaría una tasa de más de 61 Mbps. Y todo esto sin contar el audio.

La información de vídeo compuesta de esta manera posee una cantidad tremenda de información; por lo que, para transmisión o almacenamiento, se requiere de la compresión de la imagen. La compresión del vídeo generalmente implica una pérdida de información y una consecuente disminución de calidad. Pero esto es aceptable porque los algoritmos de codificación están diseñados para descartar la información redundante o que no es perceptible por el ojo humano. Aunque sabemos que la calidad del vídeo es inversamente proporcional al factor de compresión. La compresión es un arma de doble filo, ya que el vídeo comprimido es más sensible a los errores. Un error en vídeo comprimido puede hacer ilegible la imagen, con lo que se añade redundancia para recuperar esa información.

Pero la transmisión digital de vídeo tiene también alguna desventaja respecto a la analógica, por ejemplo, en una videoconferencia, cuando distintos usuarios envían

sonido al mismo tiempo, si el proceso fuera analógico las distintas ondas se sumarían y podríamos escuchar el conjunto de todas ellas. Al ser digital, los datos llegan en paquetes entremezclados, lo que dificulta la compresión.

Para obtener una señal digital son necesarios tres pasos, en primer lugar el muestreo, después la cuantificación, y por último, la codificación y compresión.

## 2.6.2 Muestreo

El muestreo consiste en convertir una señal continua en discreta en el tiempo, esto se realiza tomando mediciones de la señal continua en ciertos instantes de tiempo.

En la figura siguiente se muestra como una señal  $e(t)$  es muestreada cada  $15^\circ$  por una señal  $u(t)$ , esto a través de la multiplicación de las dos señales.

El número de muestras por segundo recibe el nombre en inglés de bit-rate.

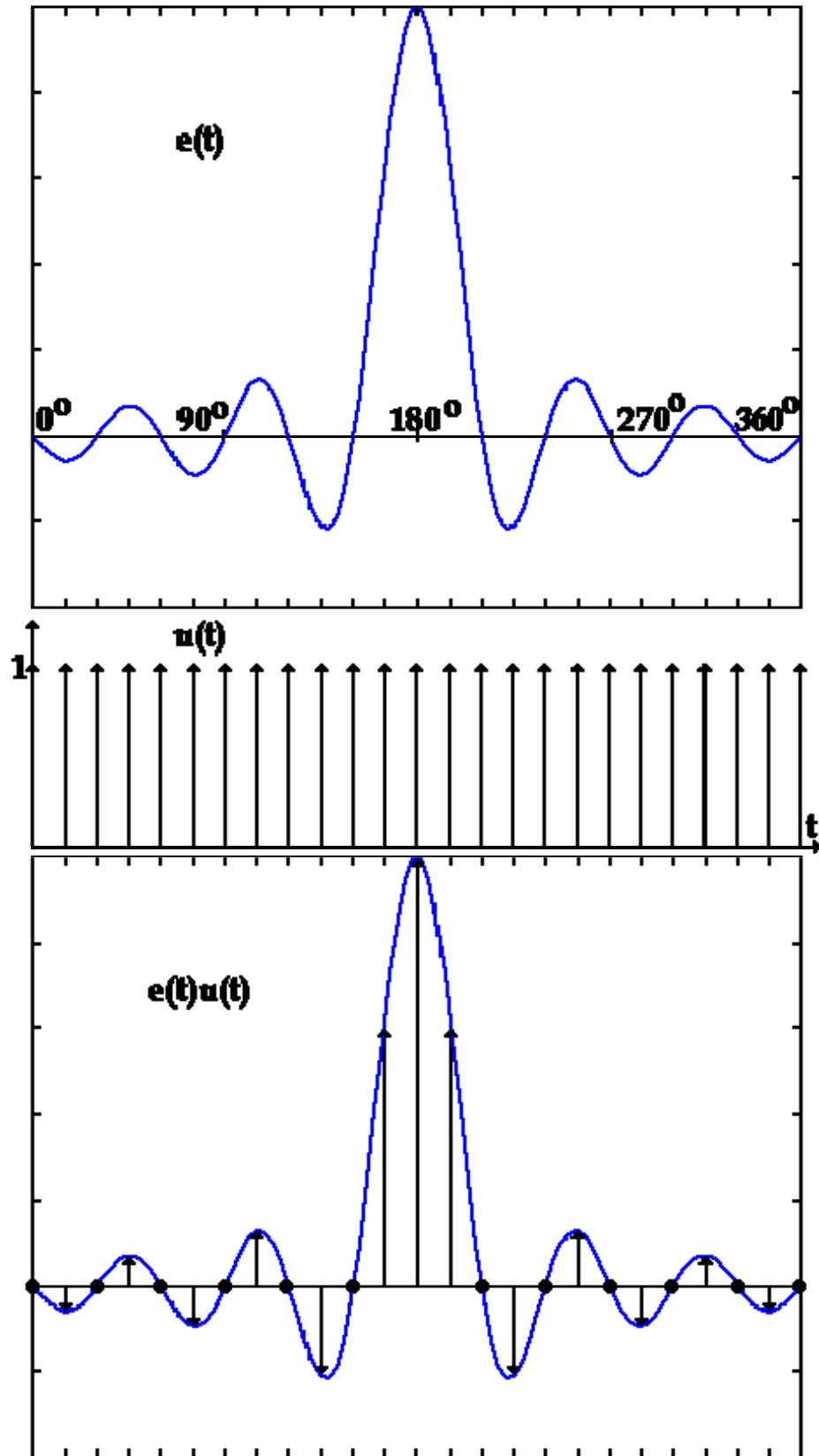


Figura 19, Modulación PAM

El resultado  $e(t)u(t)$  es una serie de impulsos que siguen a la señal original en amplitud y recibe el nombre de PAM (Modulación por Amplitud de Pulsos).

### 2.6.3 Cuantificación

La cuantificación es el proceso en el cual se asigna a cada muestra un dentro de un rango determinado. El valor asignado se representa a través de números que son convertidos a unos y ceros, mientras que el número de niveles es una potencia de dos con el fin de facilitar los cálculos. El impulso con modulación PAM toma el valor superior o inferior dependiendo si sobrepasa la mitad del nivel y produce un error como el que se muestra en la siguiente figura.

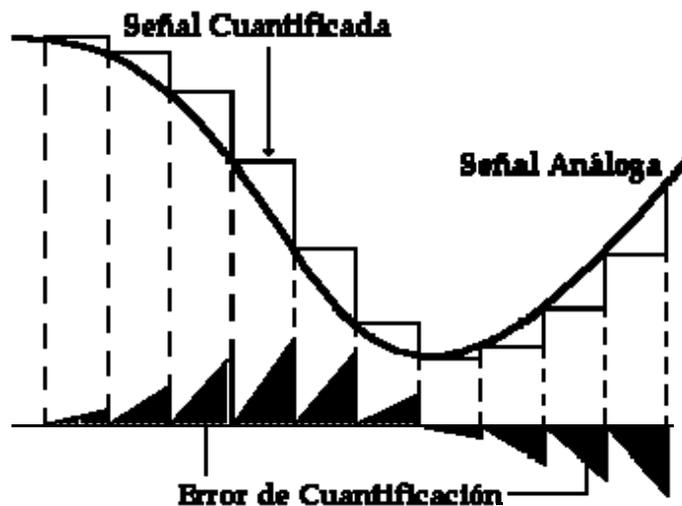


Figura 20, cuantificación y error en PAM

El error que señalamos aparece en el momento de la decodificación, es decir, cuando convertimos la señal de Digital a análoga y recibe el nombre de “Ruido de cuantificación” que se expresa de la siguiente forma.

$$\frac{S}{C} = (20 \log N + 10.8) \text{ dB}$$

De la ecuación observamos que el ruido de cuantificación depende directamente del número de niveles  $N$  que se emplean en el proceso de modulación, mientras mas niveles existan menor será el error que se produce en la cuantificación. También se observa que existe número constante (10.8), este tiene su origen en la relación señal a ruido de la televisión.

**Ejemplo.**

Usando una codificación binaria resulta que  $N=2^m$ , y si optamos por una codificación de 8 Bit, el ruido de cuantificación es de 58.8db.

El objetivo principal a la hora de cuantificar una señal es que presente la menor cantidad de error posible para esto existe varios tipos de cuantificación los cuales se describen a continuación:

➤ **Cuantificación uniforme:**

En la cuantificación uniforme o lineal la distancia entre los niveles de reconstrucción de la señal es uniforme sin importar su naturaleza, por esto mismo el error en este tipo de cuantificación es mayor pero con una menor dificultad y costo de fabricación.

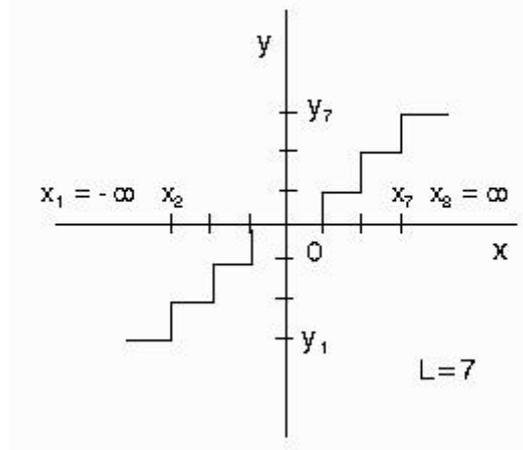


Figura 21, Cuantificación Uniforme

➤ **Cuantificación no uniforme**

Es similar a la cuantificación uniforme salvo que la distancia entre los niveles de reconstrucción es mayor para señales de amplitud mayor. La desventaja que presenta este tipo de cuantificación es que al ser mas distantes algunos segmentos,

aumenta el error para dichas señales. Por lo que hay que ajustar los niveles de acuerdo a la naturaleza de la señal con el fin de minimizar los errores.

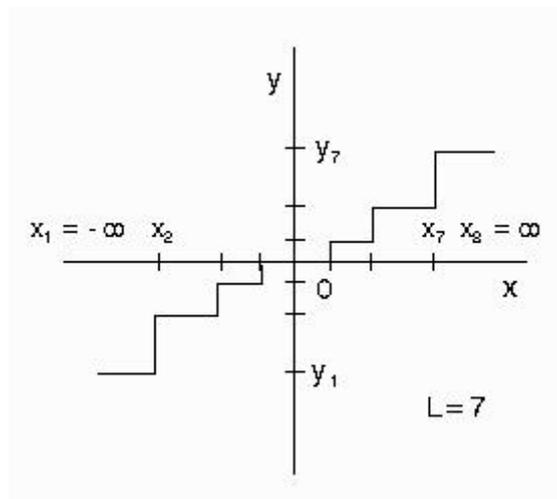


Figura 22, cuantificación no uniforme.

### ➤ Cuantificación Logarítmica

En la cuantificación logarítmica interesa que la resolución del cuantificador sea mayor en las partes de la señal de menor amplitud que en las de mayor amplitud. Por tanto, en la cuantificación lineal se desperdician niveles de reconstrucción y, consecuentemente, ancho de banda. Esto se puede mejorar incrementando la distancia entre los niveles de reconstrucción conforme aumenta la amplitud de la señal.

La siguiente figura muestra la gráfica de la ley- $\mu$  para distintos valores de  $\mu$ :

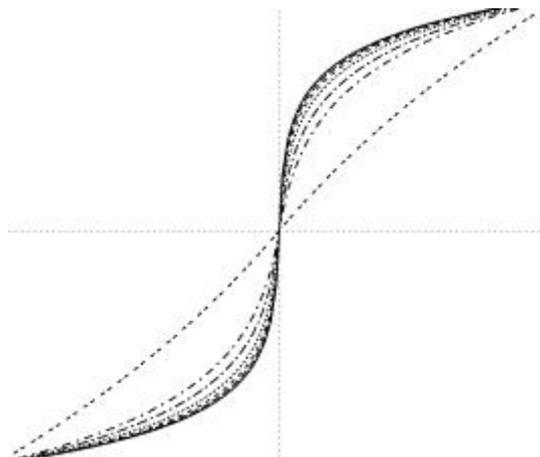


Figura 23, cuantificación logarítmica

### ➤ Cuantificación Vectorial

En los métodos anteriores, cada muestra se cuantificaba independientemente a las muestras vecinas. Sin embargo, la teoría demuestra que ésta no es la mejor forma de cuantificar los datos de entrada. Resulta más eficiente cuantificar los datos en bloques de  $N$  muestras. El proceso es sencillamente una extensión de los anteriores métodos escalares descritos anteriormente. En este tipo de cuantificación, el bloque de  $N$  muestras se trata como un vector  $N$ -dimensional

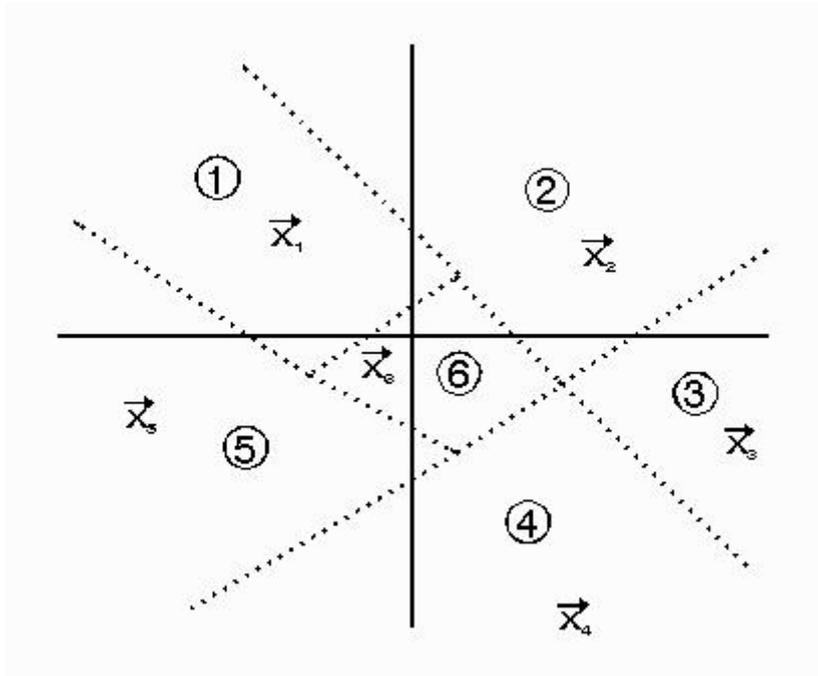


Figura 24, cuantificación vectorial.

El plano  $XY$  está dividido en seis regiones distintas. El vector de entrada (con dos componentes) se reemplaza por el centroide  $i$  (representa todos los vectores de una determinada región  $i$ ) de la región a la que pertenece.

La cuantificación vectorial ofrece mejores resultados que la cuantificación escalar, sin embargo, es más sensible a los errores de transmisión y lleva consigo una mayor complejidad computacional.

## 2.6.4 Codificación

La codificación de las palabras binarias consiste en aplicarles un método que permita representarlas en pulsos que por su naturaleza y propiedades, no ofrezca mayores inconvenientes a la transmisión de los mismos.

En esta etapa, se asocia a cada intervalo una palabra binaria de “n” bits que sean capaces de representar a los “n” intervalos obtenidos en la etapa anterior.

## 2.7 Consideraciones y Conclusiones del Capítulo

En este capítulo se presentó la teoría de la generación de imagen. Un aspecto importante a destacar es que dependiendo la tecnología utilizada en la generación de imagen, barrido entrelazado o progresivo, se podrá obtener mejores resultados dependiendo de la aplicación.

Solo las cámaras IP ofrecen el barrido progresivo, con el no existe efecto de parpadeo, ni bordes irregulares en la imagen, que para aplicaciones en sistemas de seguridad donde se necesita captar detalles de imágenes en movimiento, resulta de gran utilidad su uso.

La etapa de digitalización de la imagen es determinante en establecer una buena calidad, mientras más muestras se tomen de cada píxel mejor será esta pero se requerirá mas ancho de banda para transmitir mayor numero de bits.

Para la codificación de datos existen varios métodos, los mas complejos permiten obtener un mejor resultado pero son matemáticamente mas complicados para diseñar sus algoritmos, lo que se traduce en un aumento en los costos de implementación.

# Capítulo III. Codec y Compresión de video

La compresión de información permite acceder a transmisiones de mayor cantidad de datos para un canal con una ancho de banda fijo. Esto se traduce en mejoras de la calidad de servicio y ahorro en los costos de líneas físicas de transmisión.

Los sistemas de video, en su mayoría, transmiten la información en forma codificada y comprimida, por lo que es relevante conocer cuales son las características que diferencian a cada uno de los Codec existentes.

## 3.1 Objetivos del capítulo

- Estudiar el proceso de compresión de video
- Señalar las aplicaciones de los codificadores de video
- Estudiar los formatos de codificación utilizados en las aplicaciones actuales de video IP.
- Conocer la teoría de compresión de imágenes y video, para establecer como afecta en la calidad de servicio de un sistema de video IP

## 3.2 Compresión.

El proceso de compresión es de total importancia para optimizar los recursos a la hora de realizar transmisiones y almacenamiento de video, y en general cualquier tipo de datos. En la compresión se pretende reducir el número de bit del dato original proceso en cual se introduce error o no, por lo que se puede establecer una primera clasificación en métodos **sin error** y métodos **con error**.

### 3.2.1 Métodos de compresión sin error:

La principal característica de estos métodos es que los factores de compresión, es decir, la relación entre el número de bit que ocupa la imagen antes de ser comprimida respecto a la imagen comprimida, no son muy elevados, por lo que la mayoría de los métodos no garantiza compresión.

Un formato de compresión sin pérdida de datos muy conocido es GIF. Como la relación de compresión es tan limitada, estos formatos resultan inadecuados para usar en soluciones de vídeo IP donde deben almacenarse y transmitirse grandes cantidades de imágenes. Por tanto, se han desarrollado varios métodos y estándares de compresión con pérdida de datos. La idea básica es reducir aquellas cosas que el ojo humano no puede percibir y al hacer esto es posible aumentar la relación de compresión de forma espectacular.

### 3.2.2 Métodos de compresión con error

La diferencia con los métodos del grupo anterior es que el proceso de compresión no es reversible, es decir, no se puede recuperar la imagen original. Sin embargo, se pueden obtener factores de compresión elevados, y es posible que no exista pérdida apreciable (subjetiva) de calidad en la imagen descomprimida.

En el caso del Video o transmisión de imagen la necesidad de utilizar compresión es más relevante que en la voz, ya que el volumen de información es mayor.

### **Ejemplo**

Una decencia de imágenes en blanco y negro con calidad de TV convencional requiere un tamaño de 512 x 512 pixeles, 8bit/píxel y 50 imágenes por segundo.

Entonces, la taza de bit es:

$$Vt = 512 \times 512 \times 8 \times 50 = 105 \text{ Mbits/segundo}$$

Como esta cantidad de información es enorme se hace necesaria la aplicación de los algoritmos de compresión.

## **3.3 Aplicaciones de la Compresión**

Se dividen en dos grandes grupos:

- **Aplicaciones relacionadas con la transmisión de imagen:** Son los casos en que se requiere enviar información en forma de imágenes de un emisor a un receptor ocupando el mínimo de ancho de banda posible o minimizando el tiempo de transmisión, por ejemplo.

*Comunicaciones Interpersonales:* entre ellas podemos mencionar la video conferencia o el fax. En la videoconferencia interesa ajustar el ancho de banda disponible, mientras que en el segundo caso ocupar el mínimo de tiempo posible la línea telefónica.

*Imágenes vía Internet:* para reducir el tiempo de espera en la recepción, las imágenes están soportadas en formatos gráficos que incorporan compresión, como, por ejemplo, GIF, JPEG, etc.

- **Aplicaciones relacionadas con el almacenamiento:**

Muchas veces guardamos información como imágenes de planos, fotos, etc. El almacenamiento de esta información puede ir principalmente a discos duros o CD- ROM, pero las capacidades de almacenamiento son limitadas por lo que se hace indispensable comprimir la información. Esto, se hace más notorio en el caso del video.

### 3.4 Teoría de Compresión de Video

Cuando hablamos de video, nos referimos en el fondo a una secuencia de imágenes, por lo que existe una directa relación para la compresión de ellas. La compresión de imágenes en forma individual, sin tener una referencia de otra imagen previa se denomina codificación intra ( intra = dentro) o codificación espacial. En este tipo de codificación el eje del tiempo no entra en el proceso.

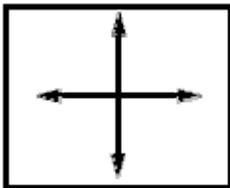


Figura 25, Codificación intra o espacial, explora la redundancia dentro de la imagen.

A medida que la codificación espacial trata cada imagen independientemente, esta puede emplear ciertas técnicas de compresión desarrolladas para imágenes fijas.

Por otra parte, se pueden obtener grandes factores compresión teniendo en cuenta la redundancia entre imágenes sucesivas, esto involucra al eje del tiempo y recibe la denominación de compresión inter (inter = entre) o codificación temporal.

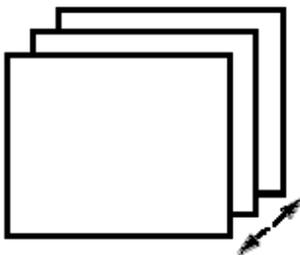


Figura 26, Codificación inter o temporal, explora redundancia entre imágenes.

Si una imagen previa es quitada, entonces los datos de diferencia pueden ser insuficientes para crear la siguiente imagen, esto se debe a que cada imagen se genera o existe en términos de la diferencia entre imágenes previas. Esto se puede apreciar mediante la siguiente figura, en ella la imagen I o “intra” es enviada entre imágenes y requiere de una gran cantidad de información



*Figura 27, Envío de imágenes I y D.*

### 3.4.1 Codificación bidireccional

Se basa en el hecho de que cuando un objeto superpone a otro en una imagen y el objeto oculto se va mostrando lentamente esto implica la transmisión de nueva información constantemente en el proceso de revelado del objeto. Esto lo aprovecha la codificación bidireccional que hace posible tener en cuenta imágenes previas o posteriores.

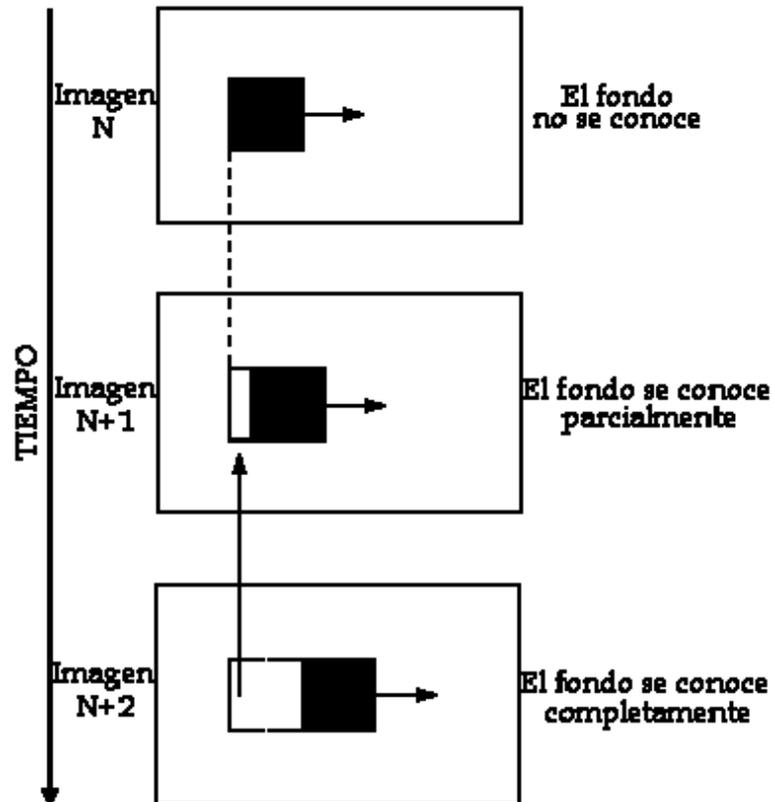


Figura 28, codificación bidireccional

Las imágenes a comprimir previamente son segmentadas o divididas ya que la información para representar una de estas no cabe en un paquete o datagrama, por otra parte facilita la compresión al tratar segmentos más pequeños de imagen.

Cada imagen, cuadro o frame se subdivide en cuadrados de 8x8 píxeles llamados bloques, el conjunto de bloques recibe el nombre de macro bloque, el conjunto de macro bloques se denomina rebanada (slice), y finalmente, juntando todas las rebanadas, se conforma una imagen.

### 3.5 Estándares de Compresión de Video

La compresión de imágenes se aplica sobre una imagen individual haciendo uso de las similitudes entre píxeles próximos en la imagen y de las limitaciones del sistema de visión humana. JPEG es un ejemplo de una técnica de compresión de imágenes. La compresión de vídeo se aplica sobre series consecutivas de imágenes en una

secuencia de vídeo, haciendo uso de las similitudes entre imágenes próximas. Un ejemplo de este tipo de técnicas es MPEG.

La efectividad de una técnica de compresión de imágenes viene dada por el ratio de compresión, calculado como el tamaño del fichero de la imagen original (sin comprimir) dividido por el tamaño del fichero de imagen resultante (comprimida). A mayor ratio de compresión se consume menos ancho de banda manteniendo un número de imágenes por segundo determinado. O si el ancho de banda se mantiene constante se aumenta el número de imágenes por segundo. Al mismo tiempo, un mayor nivel de compresión implica menor nivel de calidad de imagen para cada imagen individual.

Cuanto más sofisticada sea la técnica de compresión utilizada, más complejo y caro resultará el sistema. **Lo que ahorre en ancho de banda y almacenamiento encarecerá los costes de latencia, codificación y complejidad del sistema.** Otro factor adicional a considerar son los costes de las licencias y los honorarios asociados a un número de estándares de compresión.

Estos factores generalmente hacen que la compresión sofisticada resulte restrictiva para mantener robusto el sistema a la vez que se consiguen o mantienen bajos los costes del mismo.

### 3.5.1 MPEG

Las siglas MPEG significan **Moving Picture Experts Group** y es el grupo de trabajo del subcomité del ISO/IEC (International Organization for Standardization / Internacional Electrotechnical Commission) encargado del desarrollo de las normas internacionales para la compresión, descompresión, procesado y codificación de imágenes animadas, audio o la combinación de ambas.

El MPEG define la sintaxis de las señales digitales correspondientes a audio y vídeo tanto de origen natural como sintetizado, describe su estructura y contenido, y regula el funcionamiento de decodificadores estandarizados. El MPEG no define los

algoritmos de codificación. Esto permite una mejora continuada de los codificadores y su adaptación a aplicaciones específicas dentro de la norma. Además de la codificación de audio y vídeo, el MPEG también define sistemas para multiplexar la información de audio y vídeo en una única señal digital, describe los métodos para verificar que las señales y los decodificadores se ajustan a la norma y publica informes técnicos con ejemplos de funcionamiento de codificadores y decodificadores.

Los estándares MPEG fueron desarrollados para ser independientes de la red específica para proporcionar un punto de interoperabilidad en entornos de red heterogéneos y su operación además de aprovechar la redundancia espacial intrínseca de una imagen fija utilizada en la codificación JPEG, aprovecha la redundancia temporal que aparece en la codificación de imágenes animadas, permitiendo encontrar similitud entre imágenes sucesivas de video.

Debido a que la compresión de video en el estándar MPEG-1 era de baja calidad y no servía para otras aplicaciones, se creó la norma ISO/IEC 13818, más conocida como MPEG-2. Esta norma permite un flujo de transmisión de hasta 20Mbit/s, transportando tanto imagen como sonido, necesario para la transmisión de televisión de alta definición.

Para describir el estándar MPEG-1 resulta interesante mencionar también otros estándares en codificación de imágenes que influyeron en el trabajo del comité MPEG como JPEG y H.261, (más información puede encontrar en el capítulo 6)

### 3.5.2 MPEG-1

El estándar MPEG-1 se compone de tres partes (video, audio y sistema), tiene como objetivo alcanzar una velocidad de 1.5Mbit/s de flujo constante de información que corresponde a la velocidad de flujo de un CD-ROM. De los 1.5Mbit/s, 1.15Mbit/s son para video y 350Kbit/s para audio más datos auxiliares.

### 3.5.2.1 Descripción general.

El algoritmo de compresión de vídeo de MPEG utiliza dos técnicas fundamentales: Compensación del movimiento basada en bloques para la reducción de la redundancia temporal, y Codificación (DCT–Discrete cosine Transform) para la reducción de la redundancia espacial. La técnica de compensación de movimiento se aplica en ambas direcciones: hacia adelante o causal (forward) y hacia atrás o no causal (backward). La señal restante es codificada utilizando las técnicas basadas en transformaciones. Los predictores de movimiento, denominados vectores de movimiento, son transmitidos junto con la información espacial.

### 3.5.2.2 Formato del Video de entrada

El estándar MPEG-1 se considera como un video solamente progresivo (no entrelazado). Los componentes de luminancia y crominancia son representados por 8 bit/píxel, los siguientes parámetros específicos ayudan a la generación del hardware (valores máximos):

Nº Pixeles por línea:	720
Nº líneas/imagen:	576
Nº imágenes/segundo:	30
Nº Macrobloques/imagen:	396
Nº Macrobloques/segundo:	9900
Bitrate:	1.86Mbit/s
Tamaño del Buffer del decodificador:	376832bit

*Tabla 1, resumen de parámetros en valores máximos*

### 3.5.2.3 Tipos de imágenes MPEG

MPEG define tres tipos de imágenes que se encadenan como lo muestra la siguiente figura, los cuales son el soporte para la codificación diferencial y bidireccional, minimizando la propagación de errores.

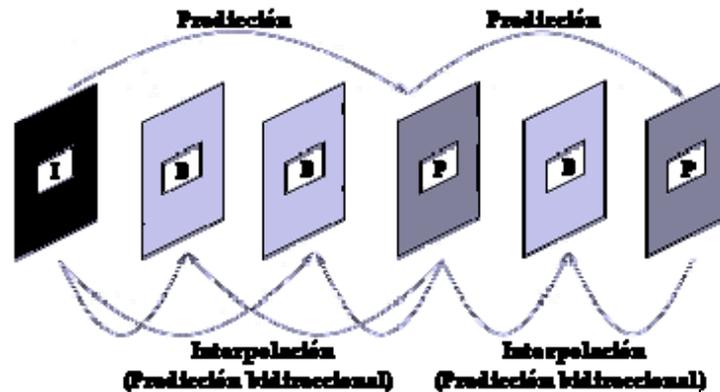


Figura 29, Imágenes MPEG

**a) Imágenes I (intra):** estas imágenes no requieren de información adicional para su codificación, es decir, no requieren de imágenes previas. Un ejemplo de este tipo de imágenes son las JPEG, contienen toda la información necesaria para su reconstrucción en el decodificador y su tasa de compresión es pequeña.

**b) Imágenes P (previstas):** son imágenes codificadas en referencia a imágenes I o P anteriores, gracias a las técnicas de compresión con compensación de movimiento. Como la compensación de movimiento no es perfecta, no se pueden reproducir indefinidamente el número de imágenes I, ya que como se utiliza para codificar imágenes P o B se amplificaría cualquier error en la codificación.

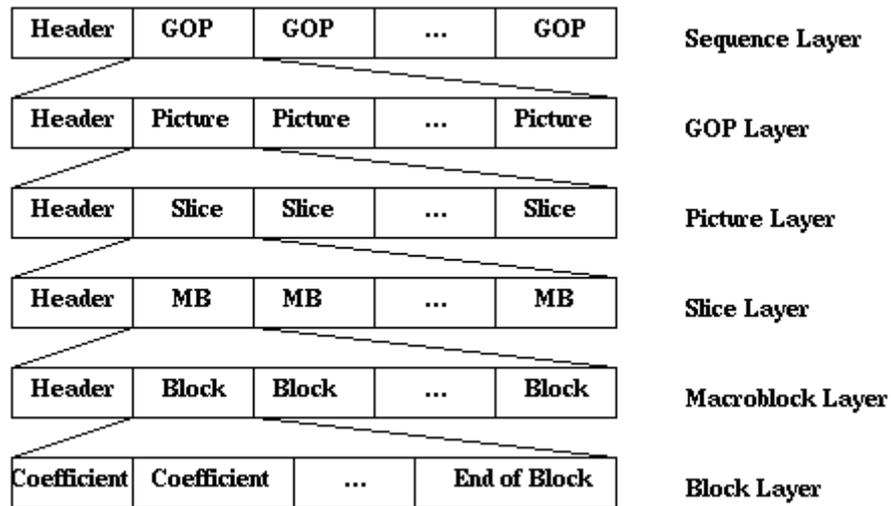
Las imágenes P requieren aproximadamente la mitad de la información de las imágenes I.

**c) Imágenes B (Bidireccionales):** Se codifican por la interpolación de las imágenes I y P, por lo que tienen una mayor tasa de compresión.

Existe otro tipo de imágenes llamadas imágenes *intraframe* de baja resolución (o **imágenes D**) que son de las mismas características que las I pero con menos resolución. Se usan en aplicaciones que no necesitan gran calidad, como el avance rápido.

Las imágenes desde una imagen I hasta la siguiente forman un grupo de imágenes (GOP). Los componentes de un GOP están dibujados en la siguiente figura en donde la primera secuencial muestra un conjunto de "GOP" compuestas

por imágenes I, P o B. Las capas inferiores representan como se configura un cada una de estas imágenes.



*Figura 30, Configuración de un grupo de imágenes*

Dependiendo de la complejidad del codificador utilizado, se podrán codificar solo las imágenes I, las imágenes I y P o las imágenes I, P y B; sin duda, con resultados absolutamente diferentes a nivel del factor de compresión y en cuanto a las posibilidades de acceso aleatorio, así como del tiempo de codificación y de la calidad percibida.

Los dos parámetros M y N definen la manera en que las imágenes I, P y B se encadenan:

- **M** es la distancia (en número de imágenes) entre dos imágenes P (previstas) sucesivas (Figura 31).
- **N** es la distancia entre dos imágenes I (intra) sucesivas (Figura 31).

Para alcanzar un flujo de vídeo de 1.15 Mbits/s con una calidad satisfactoria, al tiempo que se mantiene una resolución de acceso aleatorio aceptable (< 0.5 segundos), los parámetros comúnmente utilizados son M=3 y N= 12 como se muestra en la figura:

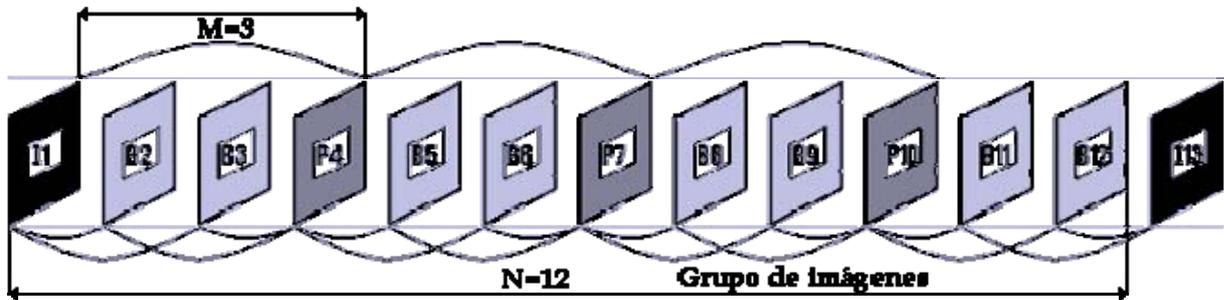


Figura 31, Ejemplo grupo de imágenes,  $M=3$ ,  $N=12$ .

En este caso, una secuencia de vídeo se compone de  $1/12$  (8.33%) de imágenes I,  $1/4$  (25%) de imágenes P y de  $2/3$  (66.66%) de imágenes B. El factor de compresión global se ve favorecida por el hecho de que son las imágenes más frecuentes las que tienen un factor de compresión más alto.

#### 3.5.2.4 Reducción de la Redundancia Temporal.

Para soportar el acceso aleatorio al vídeo almacenado, se definen tres tipos fundamentales de imágenes o cuadros (antes definidos): codificados internamente (I), predictivos (P) e interpolados bidireccionalmente (B).

La **predicción para la compensación del movimiento** supone que la imagen actual puede ser modelada como una traslación de las imágenes precedentes. En el estándar MPEG, cada imagen es dividida en bloques de  $16 \times 16$  píxeles denominados macrobloques. Cada macrobloque es predicho a partir del frame anterior o del siguiente estimando la cantidad de movimiento en el macrobloque durante el intervalo entre frames. La sintaxis de MPEG especifica cómo representar la información de movimiento para cada macrobloque, utilizando para ello vectores de movimiento.

Sin embargo no especifica cómo van a ser calculados estos vectores (*ver mas en 3.5.7.1*)

#### 3.5.3.5 Reducción de la Redundancia Espacial.

Para la reducción de la redundancia espacial en cada frame I o en la predicción de errores en frames P o B, el estándar MPEG utiliza técnicas de codificación basadas en DCT.

La figura siguiente muestra una curva de calidad constante donde la tasa de bits cambia con el tiempo de codificación. A la izquierda, solamente se utilizan imágenes I o codificación espacial, mientras que a la derecha solo se utilizan imágenes sucesivas IBBP. Esto significa que hay una codificación bidireccional de imágenes entre imágenes de codificación espacial (I) e imágenes previstas (P).

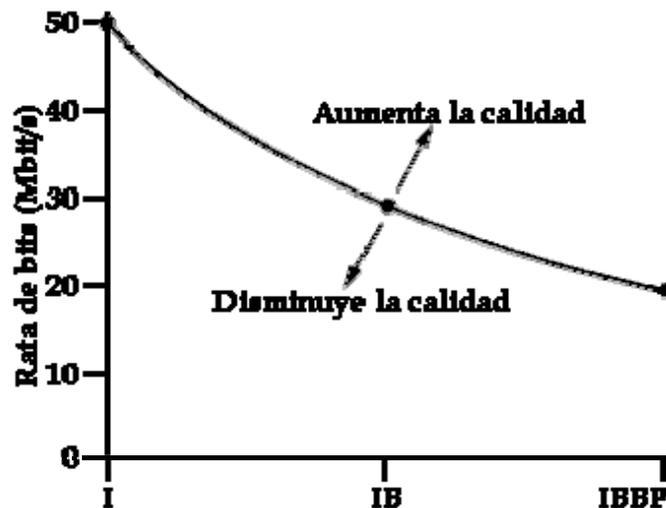


Figura 32, Curva de calidad

### 3.5.3 MPEG-2

Los distribuidores querían economizar la transmisión digital, pero dado que MPEG-1 no era adecuado para el satélite y MPEG-2 estaba todavía en desarrollo, se creó una modalidad de MPEG llamada MPEG-1.5, que no siendo un estándar oficial, se usa todavía en algunas redes de satélite (p.ej. CNN Airport). MPEG-1.5 usa un gran ancho de banda multiplexando varios streams MPEG-1, lo cual permite cubrir la deficiencia de MPEG-1 de no poder transmitir varios programas de video a la vez sobre el enlace satélite.

La segunda fase de MPEG, llamada MPEG-2 se acabó convirtiendo en el estándar de facto en el mundo de la televisión digital ya que arregla muchos de los problemas inherentes a MPEG-1, tales como la resolución, escalabilidad y manejo de vídeo entrelazado. MPEG-2 permite imágenes de mucha más calidad (hasta niveles de

HDTV) y permite que muchos canales de diferentes tasas de bit se multiplexen dentro de un mismo flujo de datos.

MPEG-2 también consta de tres capas (o estándares), cubiertas por la: ISO/IEC 13818-1 Sistemas MPEG-2 (ITU-T Rec. H.222.0), ISO/IEC 13818-2 Vídeo MPEG-2 (ITU-T Rec. H.262) y ISO/IEC 13818-3 Audio MPEG-2, aprobadas finalmente como estándar la ISO/IEC en Noviembre de 1994.

	<b>MPEG-1</b>	<b>MPEG-2</b>
Año	1992	1994
Aplicación	Vídeo digital en CD -ROM	TV digital y HDTV
Resolución Espacial	CIF	4CIF y 16CIF
Resolución Temporal	25 – 30 imágenes/s	50 – 60 y 100 – 120 campos/s
Tasa de bits	1,5 Mb/s	4 – 20 Mb/s
Calidad	VHS	TV (NTSC o PAL)
Tasa de Compresión	20 – 30	30 – 40

*Tabla 2, Comparativa entre MPEG-1 y MPEG-2*

### 3.5.4 MPEG-4

Al principio, el estándar MPEG-4 se creó como un intento para mejorar la calidad del vídeo codificado de bajas velocidades a través de la estandarización de nuevas técnicas mejoradas de compresión, orientado inicialmente a las videoconferencias e Internet. Más adelante, su progresión recondujo este estándar al mundo de la TV interactiva, la computación y las telecomunicaciones.

El objetivo es crear un contexto audiovisual en el cual existen unas primitivas llamadas AVO (objetos audiovisuales). Se definen métodos para codificar estas primitivas que podrían clasificarse en texto y gráficos.

Las nuevas características ofrecidas por este estándar se pueden resumir en:

- Las escenas se descomponen en 2 componentes básicas: audio y vídeo. Estos dos objetos son codificados de forma independiente.
- Los objetos pueden ser tanto vídeo natural (p.ej. generado por una cámara) como imágenes sintéticas (generadas por un ordenador).
- Ofrece soporte para manipulación de las imágenes sintéticas (soporte para animación, utilización de imágenes estáticas 2D-3D como logos etc).
- Permite interacción de los usuarios sobre la escena que se está reproduciendo.
- Se ha mejorado la base del algoritmo MPEG para incrementar la robustez para el trato de errores.

La comunicación con los datos de cada primitiva se realiza mediante uno o varios "elementary streams" o flujos de datos, cuya característica principal es la calidad de servicio requerida para la transmisión.

Ha sido especialmente diseñado para distribuir videos con elevados ratios de compresión, sobre redes con bajo ancho de banda manteniendo una excelente calidad para usuarios con buen ancho de banda.

#### **3.5.4.1 Codificación**

MPEG-4 guarda muchas similitudes con el MPEG-1 y el MPEG-2, tal como la compresión basada en la DCT (Discreet Cosine Transformation) con frames I, P y B, todos dentro del GOPs. También tiene una serie de mejoras, especialmente para bajos flujos de datos. Esto incluye mejor estimación de movimiento y filtraje de desbloqueo. Su calidad y flujo de datos (20Kbps hasta 1000Kbps) es enormemente mejor que en el MPEG-1 y, generalmente, más competitivo que otras soluciones Web.

En efecto, el MPEG-4 ofrece mejores características a bajos flujos de datos, típicos de la Web. A diferencia de otros codecs para la Web, el MPEG-4 soporta contenido entrelazado, resoluciones de hasta 4096 x 4096 y un flujo de datos entre 5Kbps y 10Mbps.

Teóricamente, el MPEG-4 permite desde un ancho de banda muy bajo (telefonía móvil) hasta la televisión en alta definición (HDTV). Por supuesto, los dispositivos actuales no soportan la reproducción de todo el rango de especificaciones pero, con el tiempo, se presentarán nuevos equipos en el mercado.

El codec de vídeo MPEG-4 soporta, nativamente, canal alfa<sup>[12]</sup>, así se pueden hacer composiciones de vídeo sobre un fondo en tiempo real. Esto puede ser usado para una segmentación, ya que es posible separar internamente el fondo de la imagen sobre una escena. Esto es debido a la propia concepción del codec MPEG, que extrae la imagen en movimiento (principal) de la fija (secundaria) para realizar la compresión.

Para comprender la segmentación, imaginemos un vídeo donde un señor está leyendo, mientras camina por una sala. Con un codec convencional, cada vez que el señor va al principio de la sala y regresa, se está comprimiendo (transmitiendo) toda esa información.

Con la segmentación, el codec puede recordar la “imagen” de la sala una sola vez (fondo o background), y comprimir (transmitir) el resto de la información, en este caso, el señor que se pasea leyendo.

---

<sup>[12]</sup> Un canal de 8 bits que algunos programas de tratamiento de imágenes reservan para el enmascarado o la información adicional sobre el color

### 3.5.5 MPEG-2 VS. MPEG-4

El video es problemático en términos de almacenamiento y transmisión debido al extenso tamaño de los archivos. Un video no comprimido, de pantalla completa significa la necesidad de 30 archivos de imagen de 1MB, cada uno, por segundo, sin incluir las señales de sonido.

El estándar de compresión de video MPEG-2, a través de comparaciones entre una trama de video y las sucesivas, nos permite que se almacene o envíe solo la información de los cambios entre las tramas, el resto será repetida de la primera trama, de esta forma mucha de la data original puede ser dejada de transmitir, reduciendo el ancho de banda necesario. El único problema es que el mínimo denominador común de una trama simple sigue siendo comparativamente largo.

Para ahorrar espacio, MPEG-4 reconoce objetos individualmente dentro de la trama. Manipulando cada objeto en forma individual, MPEG-4 es capaz de desechar una mayor cantidad de información, obteniendo órdenes de compresión que van de 8 a 12 veces menos que los obtenidos en MPEG-2. Con MPEG-4 puede comprimirse la información de un DVD de 8 GB en un CD de 700MB.

En particular, para comunicaciones multimedia audiovisuales interactivas sobre redes móviles o PSTN<sup>[13]</sup>, ofrecer una buena calidad de video con bajas velocidades de transmisión es una funcionalidad importante del estándar MPEG-4. Los servicios ofrecidos comprenden la transmisión de video-teléfono, aplicaciones de videoconferencia, acceso a servidores de video para aplicaciones multimedia, o vigilancia remota, por nombrar algunas posibilidades.

---

<sup>[13]</sup> Public Switched Telephony Network - Se refiere a la red de telefonía pública, la cual es usada principalmente para transportar señales analógicas de voz.

### 3.5.6 H.261 para compresión de imágenes.

Es estándar H.261 es parte del grupo de estándares H.320 para comunicaciones audiovisuales. Fue diseñado para una tasa de datos múltiplo de 64 Kbit/s. Lo cual coincide con las tasas de datos ofrecidas por los servicios ISDN. Se pueden usar entre 1 y 30 canales ISDN<sup>[14]</sup> (64 Kbit/s a 1920 Kbit/s). Aplicaciones que motivaron el diseño de este tipo de estándar son: videoconferencia, vigilancia y monitoreo, telemedicina, y otros servicios audiovisuales.

El estándar esta dispuesto en una estructura jerárquica de cuatro capas:

- Imagen
- Grupo de bloques (GOB)
- Macrobloques (MB)
- Bloques

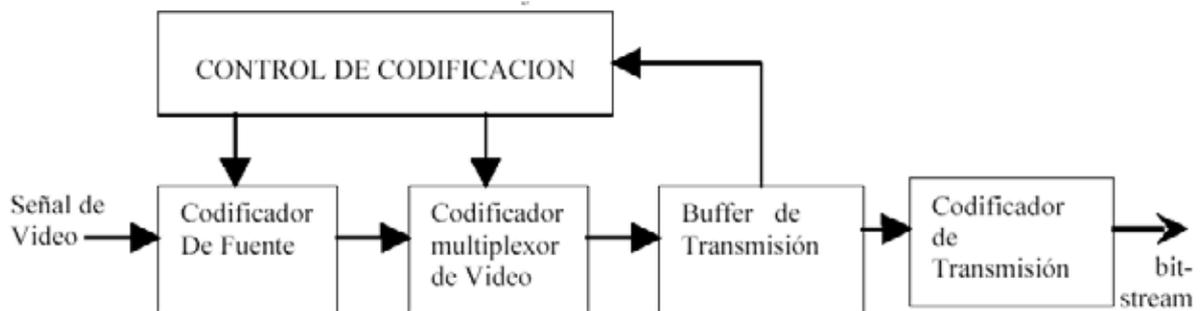


Figura 33, Diagrama en bloques, codificador de video

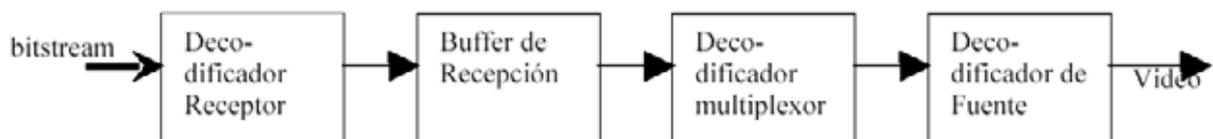


Figura 34, Diagrama en bloques, decodificador de video

<sup>[14]</sup> (Integrated Services Digital Network) Red Digital de Servicios Integrados. En español se abrevia RDSI. En el servicio de ISDN las líneas telefónicas transportan señales digitales en lugar de señales analógicas, lo que aumenta considerablemente la velocidad de transferencia de datos a la computadora

## Formato de las imágenes

El estándar H.261 trabaja sobre imágenes no entrelazadas (a diferencia de la TV convencional, en la cual cada imagen se descompone en dos imágenes entrelazadas, llamados campos). De esta forma se reduce notablemente la sensación de parpadeo de las imágenes. El tamaño de las imágenes que soporta es QCIF y opcionalmente CIF como lo muestra la siguiente tabla.

Formato	Píxel luminancia	Soportado por H.261	Soportado por H.263	Tasa de bits sin compresión Mb/s			
				10 imágenes/s		30 imágenes/s	
				B/N	Color	B/N	Color
SQCIF	128x96	NO	SÍ	1	1,5	3	4,4
QCIF	176x144	SÍ	SÍ	2	3	6,1	9,1
CIF	352x288	Opcional	Opcional	8,1	12,2	24,3	36,5
4CIF	704x576	NO	Opcional	32,4	48,7	97,3	146
16 CIF	1408x1152	NO	Opcional	129,8	194,6	389,3	583,9

Tabla3, Formatos de imagen

### 3.5.7 Estándar H.263

El algoritmo H.263 es similar al H.261. Poseen el mismo esquema codificador, sin embargo, incorpora algunas mejoras y no presenta la restricción de tasa de bits múltiplos de 64 Kb/s.

El objetivo para H.263 era proporcionar mejor calidad de imagen que el algoritmo de compresión de vídeo de ITU-T existente, H.261. Por motivos de tiempo, el H.263 esta basado en tecnología ya existente.

Aún existe un método más novedoso, el H263/L (algoritmo *long-term*) que mejora considerablemente la calidad de imagen del H.263 y la silencianción de los errores.

El H.263, además de utilizar nuevas técnicas de codificación, emplea técnicas conocidas como la transformada coseno discreta y la compensación de movimiento.

### **3.5.7.1 Compensación de movimiento**

Esta técnica tiene como objetivo principal eliminar la redundancia temporal entre las imágenes que componen una secuencia con el fin de aumentar la compresión. Para eliminar dicha redundancia, la idea inicial que puede ocurrírseos es transmitir la diferencia entre un píxel en una posición de un fotograma (imagen) y el píxel situado en la misma posición pero en el fotograma siguiente. Esto sirve cuando las imágenes son estáticas. Pero lo normal es tener imágenes dinámicas y por tanto no podemos implementar lo anterior tal cual, sino que previamente habrá que estimar el movimiento que ha sufrido un píxel de un objeto de un fotograma al siguiente. Habrá que calcular el vector de movimiento asociado a cada píxel de la imagen.

Al decodificador se transmitirá la diferencia y los vectores de movimiento calculados. Si los vectores están bien calculados la diferencia entre una imagen y la siguiente compensada será muy pequeña, ya que la escena no cambia bruscamente en un corto intervalo de tiempo. Se ha ganado entonces en compresión.

### **3.5.7.2 Transformada Discreta del Coseno**

La energía de vídeo de la imagen tiene una frecuencia espacial bastante baja, que varía lentamente con el tiempo. Por tanto una transformada puede concentrar la energía en muy pocos coeficientes. Para esta transformada la imagen actual se divide en bloques para decrementar la complejidad. Todos los bloques (8x8) son transformados de acuerdo con una Transformada Discreta del Coseno (DCT) de dos dimensiones que puede ser considerada como una DCT unidimensional en las columnas y otra en las filas. A cada coeficiente se le asocia una función específica de frecuencias horizontales y verticales, y su valor (después de la transformación) indica la contribución de estas frecuencias al bloque de la imagen. Sin embargo, la DCT no reduce el número de bits que se requieren para la representación del bloque. Esta reducción se hace después de comprobar que la distribución de los

coeficientes no sea uniforme. La transformada concentra la mayor parte de la energía de vídeo en las bajas frecuencias provocando que la mayoría de los coeficientes sean cero o casi cero. Se consigue la compresión saltándose todos los coeficientes que están cerca de cero y cuantificando los restantes (se cuantifican los coeficientes con un número finito de bits pudiendo producirse pérdidas de compresión).

Las ventajas de la DCT son la gran compactación de coeficientes (el resultado es normalmente un número reducido de coeficientes), que se utilizan algoritmos de cálculo rápido y que es una transformada real. Las desventajas son la introducción de un ruido granular (al cuantificar los coeficientes), la pérdida de resolución y el efecto bloque (al aplicar la DCT sobre bloques y no sobre la imagen global se pueden independizar los bloques entre sí y se observa la separación que existe entre ellos).

### **3.6 Conclusiones del Capítulo**

Existe un gran número de CODEC, sin embargo, los más utilizados para aplicaciones de video son los MPEG-X y los H.26X. La correcta elección de estos en un sistema de video, dependerá de la aplicación para la que es diseñado y las características de la red y será determinante en la calidad de servicio final al usuario como se estudiara en un próximo capítulo.

Los algoritmos de codificación son complejos, estos permiten generar imágenes de acuerdo a: la información previa, al movimiento de la secuencia de imágenes, a la repetición de la información, etc. A través de todas estas técnicas de codificación espacial y temporal se han llegado a reducir enormemente la cantidad de información a transmitir por una red, sin embargo, la complejidad hace que la información sea altamente sensible a interferencias propias de una red IP lo cual es notorio para el usuario del sistema.

# Capítulo IV. Calidad de Servicio en video IP

Cuando un diseño de red es llevado a la práctica se requiere que la operación de ésta tenga las condiciones más favorables de acuerdo con el objetivo que deben cumplir, es decir, que entreguen el mejor servicio posible. En nuestro caso de estudio la importancia radica en obtener una buena imagen, sin retardos y con buena nitidez, para ello se utiliza el concepto de calidad de servicio, a través del cual se pretende garantizar una calidad de imagen.

Entonces podemos definir calidad de servicio (QoS) como el valor de un grupo de parámetros que garantizan un nivel de calidad aceptable del servicio. La calidad de servicio se refiere principalmente a aspectos técnicos pero como a la mayoría de los usuarios no le interesan estos aspectos, o no los entienden, entra el concepto de calidad de servicio percibida (PQoS) del cual ya existen metodologías de percepción para establecer una medición.

## 4.1 Objetivos del capítulo

- Estudiar los principales parámetros que afectan la calidad de servicio de las redes IP y cuáles son sus efectos en la calidad del video.
- Simular mediante un software imágenes con distintas configuraciones de los parámetros de compresión, para representar la degradación que presentan las imágenes en el proceso de codificación.
- Conocer herramientas que permitan conocer el estado de las redes IP útiles para el diseño y gestión de sistemas de video IP

## 4.2 Parámetros que afectan la calidad del video

La calidad del servicio de video que se transmite por Internet es afectada básicamente por los parámetros de la red y por el tipo de codificación implementada. Es claro por ejemplo que el efecto de la pérdida de paquetes depende fuertemente del tipo de codificación utilizada; este factor resulta crítico en aplicaciones de video de alta calidad en donde, con la finalidad de disminuir el ancho de banda consumido, se implementan codificaciones que hacen uso de cuadros predictivos (MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4) cuya pérdida resulta en falta de información para decodificar los cuadros siguientes.

Otros factores importantes que afectan la calidad percibida están directamente relacionados con la fuente de video, encontrando en este grupo la resolución del cuadro, la luminancia (niveles de gris) y la profundidad del color (nº de bits por pixel) y la tasa de generación de cuadros. La sincronización entre el audio y el video influye también sobre la opinión de la calidad, si bien no hay una relación directa entre ellos en lo que respecta al transporte (se transmiten por distintos canales y con distinta codificación).

Como se vera más adelante los efectos de la variación del retardo entre paquetes es el otro factor de crítico en la calidad percibida, aunque en este caso no es tan evidente a priori el porque de esta fuerte influencia.

## 4.3 Pérdida de paquetes

Es la principal causa de degradación en una transmisión de video, si bien esto es atenuado por protocolos de transmisión que no verifican la entrega de paquetes haciendo fluida la comunicación, la pérdida de paquetes con imágenes "I" que contienen la información necesaria para decodificarla afectan directamente a las imágenes posteriores ("B" y "P") que se generan a partir de ella. Por lo tanto, es

necesario concluir que **no importa solo la cantidad de paquetes perdidos sino que la distribución de estas perdidas.**



*figura 35, Efectos de la pérdida de paquetes según codificación*

La figura anterior muestra el efecto de la codificación de acuerdo a un estudio realizado acerca de la calidad de servicio percibida en servicios de voz y video sobre IP [11], en la imagen de la izquierda se puede observar el efecto que tiene la pérdida de paquetes con codificación MPEG-1 y en la derecha con MPEG-4, en ambas imágenes se percibe pérdida de Macro Bloques (MB) provocada por la pérdida de paquetes. En codificación MPEG-1 el envío de imágenes “I” es fija, y la actualización de MB periódica, por lo que los errores en las imágenes serán corregidas con la llegada de otro MB “I”. En el caso de MPEG-4, los MB son de tamaño variable, y el uso de MB de tipo I es más concentrado en aquellas regiones de mayor movimiento. De esta forma la pérdida de un MB afectará principalmente las regiones de baja cantidad de movimiento. Esto se ve claramente en el fondo de la imagen que presenta poco refresco de imagen.

#### **4.4 Retardo**

Es el tiempo transcurrido entre que la primera parte (ej. El primer bit) o un objeto (ej. Un paquete) pasa por un punto de observación (ej. Donde el interfaz de tarjeta de red del ordenador se conecta al cable) y el tiempo en que la última parte (ej. El último bit) u objeto relacionado (ej. Un paquete de respuesta) pasa por un segundo (puede ser el mismo) punto de observación.

#### 4.4.1 Medidas Activas y Medidas Pasivas

Muchas herramientas de monitorización han sido desarrolladas para medir las prestaciones de la red. En general, los esquemas convencionales de monitorización para medir la QoS y las prestaciones de la red, se clasifican en dos tipos: monitorización activa y monitorización pasiva.

##### 4.4.1.1 Medidas Activas

La monitorización activa consiste en probar directamente las propiedades de la red generando el tráfico necesario para realizar la medida. Esto permite utilizar métodos de análisis mucho más directos, pero también presenta el problema de que el tráfico introducido puede tener un impacto negativo en las prestaciones recibidas por otros tipos de tráfico.

Hay varios métodos activos para medir prestaciones de red tales como el ancho de banda disponible, el retardo, las pérdidas y para estimar las características enlace por enlace. Monitorizar la QoS del flujo de paquetes es una prueba para determinar la QoS de los usuarios indirectamente. **Esto implica que asumimos implícitamente que la QoS de un usuario es la misma que los valores medidos con los paquetes de prueba.**

##### Desventajas

Si usamos un flujo de paquetes de prueba que simula el tráfico actual del usuario:

- El flujo de paquetes de prueba produce una no despreciable cantidad de tráfico extra en la red y esto afecta a la QoS/prestaciones del tráfico de usuarios.
- La QoS/prestaciones obtenidas de los paquetes de pruebas no es igual a la obtenida sin la influencia del flujo de paquetes de prueba.

Si se usan paquetes pequeños de prueba y los enviamos en ciertos intervalos, como ping:

- El tráfico extra puede ser despreciable, pero la QoS/prestaciones obtenidas desde el paquete de prueba no es igual a las experimentadas por los usuarios, en general.
- Puede ser catalogado como tráfico hostil o intento de ataque. Por ejemplo, algunos routers rechazan tráfico ICMP o limitan su tasa, por si se trata de un intento de spoofing<sup>[15]</sup>, etc.

#### 4.4.1.2 Medidas Pasivas

Las medidas pasivas dependen completamente de la presencia del tráfico apropiado en la red bajo estudio, y tiene la considerable ventaja de que pueden ser realizadas sin afectar al tráfico que lleva la red durante el período de medida. Sin embargo, puede ser mucho más difícil, o imposible, extraer alguna de la información deseada desde los datos disponibles.

La monitorización pasiva se puede clasificar en dos tipos: monitorización en dos puntos y monitorización en un punto.

La **monitorización en dos puntos** requiere dos dispositivos de medida desplegados en los puntos de acceso y salida de la red. Estos dispositivos, toman paquetes de datos de forma secuencial y los parámetros de prestaciones de la red como el retardo o las pérdidas pueden ser calculados comparando los datos de los correspondientes paquetes tomados en cada punto. Si aplicamos la monitorización de dos puntos como medida de QoS/prestaciones:

- Todos los dispositivos deberían estar sincronizados en el tiempo.
- Requiere identificar cada paquete en los dos dispositivos por su cabecera y/o contenido. Este proceso de identificación puede ser tremendamente difícil cuando el volumen de paquetes es enorme, como en redes de gran escala, y este tipo de monitorización no es escalable.
- Para identificar los paquetes monitorizados, debemos recoger todos los paquetes de datos. Este proceso requiere un no despreciable ancho de banda.

---

<sup>[15]</sup> Es la imitación de la dirección del remitente o incluso hacerse pasar por un usuario autorizado en un intento por obtener la entrada ilegal a un sistema seguro

La **monitorización de un punto** usa el mecanismo de asentimiento de TCP. Cuando se recibe un segmento TCP desde una fuente, se transmite un paquete de asentimiento para ese segmento. Entonces, monitorizando este par de paquetes en un punto de la red, podemos medir el retardo Round Trip Time<sup>[16]</sup> entre ambos puntos. Los paquetes perdidos también pueden ser detectados de esta forma. Sin embargo, si aplicamos este tipo de monitorización, las medidas están restringidas a flujos TCP.

Si conseguimos extraer la información de interés de las medidas realizadas, entonces esa información es "libre", en el sentido de que no hemos necesitado introducir ningún tipo de tráfico para conseguirla, siendo además, más cercanas a las prestaciones que el usuario realmente recibe de la red, pues se trata de tráfico real.

## 4.4.2 Herramientas y Métodos para medición del retardo

En esta sección del capítulo se presentaran algunas herramientas que nos permiten medir el retardo en redes IP.

### 4.4.2.1 El Ping

Se trata de una utilidad que comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos, por medio de los paquetes de solicitud de eco y de respuesta de eco (definidos en el protocolo de red ICMP<sup>[17]</sup>) para determinar si un sistema IP específico es accesible en una red. Es útil para diagnosticar los errores en redes o enrutadores IP.

---

<sup>[16]</sup> Se refiere al tiempo en que se demora un la información en llegar desde la fuente al destino mas el tiempo en responder desde el destino a la fuente.

<sup>[17]</sup> Un protocolo utilizado para transmitir mensajes de error, por ejemplo que una pagina web no ha sido posible mostrar. También se utiliza para otros mensajes como "echo reply" que esta utilizado por el programa "ping" para saber el tiempo de un paquete para ser recibido en un ordenador.

Muchas veces se utiliza para medir la latencia o tiempo que tardan en comunicarse dos puntos remotos, y por ello, se utiliza entre los aficionados a los juegos en red el término PING para referirse al lag<sup>[18]</sup> o latencia de su conexión

La palabra ping, que puede usarse como nombre o como verbo (en inglés), procede de la operación de sónar empleada para localizar un objeto submarino. También es un acrónimo de “*Packet InterNet Groper*”.

#### 4.4.2.2 Traceroute

Traceroute es una herramienta que combina muy inteligentemente, dos características de los protocolos que hacen posible Internet: TTL o expiración de los paquetes e ICMP.

Para proteger a Internet del efecto de paquetes atrapados en ciclos de enrutamiento, los diseñadores de TCP/IP dotaron a cada datagrama IP de un contador al que llamaron TTL por las siglas de “Time To Live”. Esto es un número que limita cuántos saltos puede dar un datagrama, antes de ser descartado por la red. Cuando se introduce un datagrama IP a la red, el campo TTL es poblado con el número máximo de saltos que define la vida de ese datagrama. Cada enrutador por el que ese datagrama transita, resta uno a ese número. Cuando éste llega a cero, el datagrama es descartado.

Los paquetes ICMP sirven para muchas cosas: avisar que un enlace o que un dispositivo están congestionados, que se escogió un camino sub-óptimo para enviar un paquete, que no se puede acceder a un sitio en particular, etc. Uno de esos avisos es particularmente útil para traceroute: el aviso de que se excedió la vida útil del paquete.

Combinando estas dos herramientas, traceroute permite construir un mapa de la red de acuerdo como es vista desde un nodo en particular.

---

<sup>[18]</sup> El Lag es el período de tiempo que transcurre desde que un usuario introduce una orden en su ordenador hasta que el servidor la asimila y la ejecuta.

#### 4.4.2.3 Netperf

Netperf es una herramienta que puede ser usada para medir varios aspectos de las prestaciones de las redes. Realiza tests para obtener el throughput<sup>[19]</sup> unidireccional y la latencia extremo a extremo.

Netperf consiste en dos partes ejecutables: *netserver* es la parte servidora que puede actuar manualmente o vía *inetd*, y *netperf* es la parte cliente. Ejecutando netperf, una conexión TCP de control es establecida entre los dos host para negociar los parámetros de configuración del test. Durante el test, el canal de control está activo, pero no se usa. La medida de prestaciones del flujo suele ser determinar la máxima tasa de transferencia de un flujo TCP o UDP dados. Esta medida puede ser fácilmente calculada dividiendo los bytes transmitidos con el tiempo transcurrido. La prestación de la transacción está de cierta manera relacionada con la medida de la latencia. Durante este test, los paquetes de usuario con carga útil (1 byte por defecto) son transmitidos dentro de la red y una respuesta es generada por el receptor. La tasa de transacción se expresa entonces como el cociente entre el número de transacciones entre el tiempo transcurrido.

#### 4.4.2.4 SNMP

Es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Es parte de la suite de protocolos TCP/IP. SNMP permite a los administradores supervisar el desempeño de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento.

El funcionamiento de SNMP es sencillo, como dice el protocolo, aunque su implementación es tremendamente compleja. SNMP utiliza la capa de transporte de TCP/IP mediante el envío de datagramas UPD, sin embargo, el hecho de usar UDP hace que el protocolo no sea fiable (en UDP no se garantiza la recepción de los paquetes enviados, como en TCP).

Con SNMP se puede monitorizar el estado de un enlace punto a punto para detectar cuando está congestionado y tomar así medidas oportunas, se puede hacer que una impresora alerte al administrador cuando se ha quedado sin papel, o que un servidor

---

<sup>[19]</sup>Una medida de la cantidad de datos transferidos en una cantidad de tiempo específica, expresada generalmente como bit por segundo

envíe una alerta cuando la carga de su sistema incrementa significativamente. SNMP también permite la modificación remota de la configuración de dispositivos, de forma que se podría modificar las direcciones IP de un ordenador a través de su agente SNMP, u obligar a la ejecución de comandos (si el agente ofrece las funcionalidades necesarias).

#### **4.4.2.5 Netflow**

Netflow tecnología desarrollada por CISCO Systems en 1996, permite mejorar la capacidad de encaminamiento de sus routers. Siguiendo la filosofía “encaminar una vez, conmutar muchas veces”, identifica los flujos establecidos entre máquinas con el fin de agilizar el encaminamiento de futuros paquetes IP.

Para un router, un flujo de datos está constituido por un conjunto de paquetes IP con una misma combinación de atributos (direcciones y puertos origen y destino, tipo de protocolo de transporte, tipo de servicio e interfaz de entrada) en un intervalo de tiempo. Cuando se detecta un nuevo flujo, Netflow guarda en la memoria interna la correspondencia entre el flujo y su interfaz de salida, de forma que para posteriores paquetes a consultas en sus tablas de encaminamiento, ahorrando de este modo, valiosos ciclos de CPU.

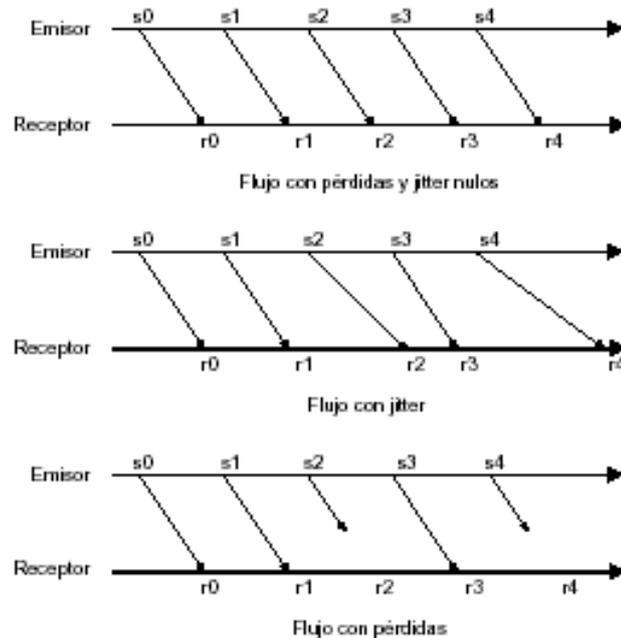
Precisamente, esta capacidad de los dispositivos de encaminamiento de obtener información referente a los flujos cursados puede ser aprovechada para medir y caracterizar el tráfico que atraviesa el router prácticamente en tiempo real, y ello de una manera convenientemente agregada facilita el análisis de la calidad de servicio.

#### **4.4.2.6 IPMP**

Actualmente, no hay un camino apropiado para realizar medidas en Internet que dividan el retardo en las componentes referidas a las diferentes partes de la red y sus usuarios. Se ha propuesto un nuevo protocolo (“*IP Measurement Protocol*”, IPMP) que permite a los dispositivos de Internet insertar marcas de tiempo en los datos según pasan por la red, creando una “auditoria” para los datos de Internet. Este seguimiento es medido en milésimas de segundo y debe ser creado a una velocidad que permita a los cientos de millones de paquetes que circulan por la red ser procesados cada segundo.

## 4.5 Jitter

El jitter corresponde a la variación de latencia entre paquetes de datos recibidos, en donde la latencia se define como el lapso necesario para que un paquete de información viaje desde la fuente hasta su destino.



*Figura 36, Efecto de las pérdidas y el jitter*

Un importante uso de la variación del retardo es el dimensionado de buffers para aplicaciones que requieren de la entrega regular de paquetes (por ejemplo voz o video). Lo que normalmente es importante en este caso es el jitter máximo, que es usado para calcular el tamaño del buffer de tales aplicaciones.

El efecto del Jitter en el video provoca que la imagen no sea decodificada en el momento exacto por lo que un exceso en estos tiempos puede considerarse como una pérdida del paquete y en la práctica se observara una imagen congelada hasta el próximo cuadro. Para el usuario de un sistema de video los efectos del jitter y de la pérdida de paquetes serán similares.

En aplicaciones de conferencia, la necesidad de interacciones aparentemente instantáneas entre los participantes hace necesario que los retardos extremo a extremo no sean mayores de 150ms, para evitar problemas en la percepción

humana de la conversación, mientras que en la reproducción de video almacenado, para asegurar que el sistema responda adecuadamente a ordenes como Pausa y Parada, la latencia máxima debería ser entorno a 500ms.

## 4.6 Calidad de servicio percibida PQoS

PQoS nace de la necesidad de medir la calidad de servicio por parte del usuario común (No experta en QoS) no interesado en saber la probabilidad de perdida de paquetes ni el jitter. Después de todo, calidad de servicio será para una persona lo que pueda percibir del mismo, independientemente del estado de la red que lo transporte.

Estimar la calidad de servicio percibida es un requisito fundamental en los sistemas de comunicación modernos por razones técnicas, legales y comerciales. Las medidas de calidad percibida pueden realizarse usando métodos objetivos o subjetivos.

Los Métodos subjetivos consisten en evaluar la opinión de un grupo de personas a los cuales se les presentan una serie de secuencias de video las cuales deben ser evaluadas por un rango establecido. El problema que presenta este método es el tiempo necesario para realizarlo, su costo y que no sirven para monitorear un sistema por periodos prolongados.

*Los distintos métodos subjetivos están normalizados por la ITU en las recomendaciones ITU BT.500 para video*

Los métodos objetivos pueden ser *intrusivos* o *no intrusivos*. Con los métodos intrusivos se inyecta una señal extra para compararla con las originales, si bien es un método mas preciso, su desventaja radica en el hecho de inyectar mas señales.

Los métodos *no intrusivos* no requieren de la inyección de señales y dependiendo del tipo de entrada al método se clasifican como, basados en señales (la entrada es

la señal transmitida por la red) o basados en parámetros (por ejemplo la tasa de bits). A diferencia de los métodos objetivos *intrusivos* este no requiere interrumpir el servicio para aplicarlos.

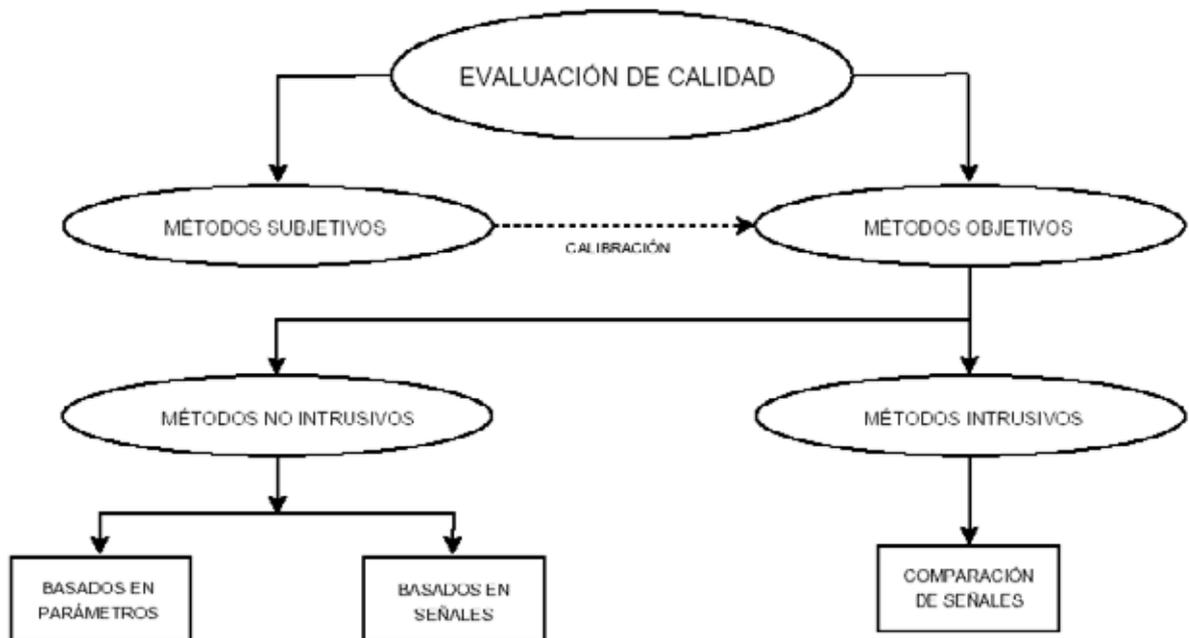


Figura 37, Clasificación de los métodos de asignación de calidad

## 4.7 Simulación de compresión de imágenes

En esta sección se simulará mediante el software Vcdemo la compresión de imágenes, configurando en diferentes estados los parámetros que permiten ser modificados, así se podrá observar en forma práctica la degradación de la calidad de imagen en el proceso de compresión y que posteriormente se ve reflejado en una pérdida de calidad de servicio para el usuario final.

VCdemo fue creado en la universidad tecnológica de Delft para el aprendizaje y experimentación práctica de compresión de video e imagen, por lo que es de libre uso.

### 4.7.1 Codificación de píxel

Consiste en procesar cada píxel por separado, ignorando las redundancias existentes entre píxeles cercanos. Por lo tanto se trata de un método sin memoria.

#### 4.7.1.1 PCM

Consiste en muestrear, cuantificar y codificar la señal de video, obteniendo una señal digitalizada. Mientras menos píxeles se tomen, menor será el tamaño de memoria ocupado y mas difícil será apreciar los detalles de la imagen.



Figura 38, Imagen original



Figura 39, Imagen PCM

A la izquierda se observa la imagen original, a la derecha la imagen codificada con el método PCM con un bitrate de 3bpp. Se observa una clara degradación de la imagen que tiene una relación señal a ruido de 13,8 y una relación señal a ruido pick (PSRN) de 28,5db.

#### 4.7.1.2 Errores

Cuando los datos llegan a ser cada vez más comprimidos, los pedacitos se convierten cada vez más vulnerable a los errores de canal. El VcDemo® permite la inyección de los errores al azar, ver imagen de la derecha.



Figura 40, Imagen Original



Figura 41, Imagen con error

Esta imagen fue codificada con un bit rate de 7bpp para asemejarla a la original y se pueda observar el efecto de los los errores de codificación que en este caso es de un 5%, una relación señal a ruido de 13db y una PSNR de 27,8db

#### 4.7.2 Codificación Predictiva

Las imágenes habituales suelen presentar una evolución suave entre píxeles consecutivos. Únicamente en el caso de los contornos existen variaciones bruscas. Por lo tanto, es posible conseguir compresiones mayores mediante métodos que eliminan la redundancia existente entre píxeles consecutivos y codifiquen únicamente la información nueva.

Uno de los principales métodos es DPCM (Differential Pulse Code Modulation) el cual forma una predicción del píxel a codificar en función de los píxeles ya codificados, y guarda el error de la predicción (la parte no predecible es la información nueva) cuantificado.

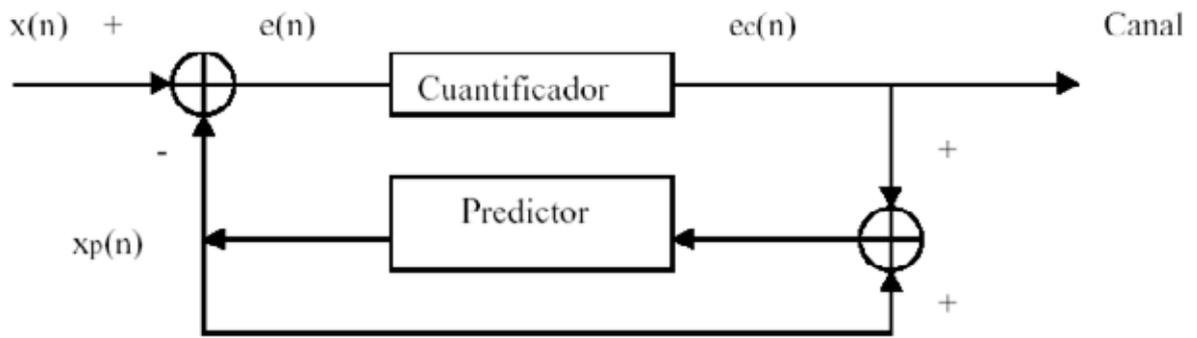


Figura 42, Esquema codificador

donde :

$x(n)$  es la señal original;

$e(n)$  es el error de predicción

$e_c(n)$  es el error de predicción cuantificado

$x_p(n)$  es la predicción de la señal de entrada

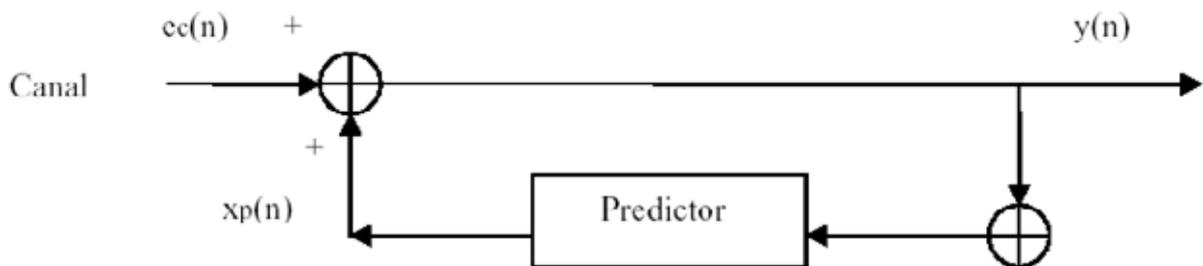


Figura 43, Esquema decodificador

La figura de la izquierda es la imagen original a codificar, la imagen del medio representa la predicción de error de la imagen de la derecha. Esta presenta una relación señal a ruido de 36,7db y una PSNR de 50,4db.



Figura 44, Imagen Original, Error y DPCM

Los valores cero se exhiben como gris, mientras que los valores positivos y negativos se exhiben como más brillante o más oscuro que el valor gris total.

A parte de los parámetros mencionados que afectan la calidad de la imagen dentro del proceso de compresión existen muchos mas, la importancia de ver como influyen estos en una imagen toma importancia cuando estos se suman, ya que la degradación de la imagen afecta en un sistema de video directamente a las imágenes que la siguen, además, estas deficiencias se suman a las propias de una red de video estudiadas anteriormente.

## 4.8 Consideraciones y conclusiones del Capítulo

En un sistema de video IP existen dos categorías principales focos que afectan a la calidad de servicio, sin olvidar que toda parte del sistema va a incorporar un error en los datos. El primero de estos se refiere a los algoritmos de codificación y decodificación de imagen, como los que se simularon anteriormente, y el otro a los que afectan a los datos tratados como paquetes o datagramas, como por ejemplo la pérdida o el retardo de ellos. Si bien estos dos se podría pensar en minimizarlos en forma separada, en algunos casos, dependiendo de la codificación la una falla que afecte a un paquete de datos afectara también a la decodificación de estos, no en forma parcial, sino temporal, lo que aumentara el posible error producido solo por la pérdida de este. Esto se debe a que los algoritmos procesan la información de video con relación a imágenes previas y/o posteriores por lo que una pérdida o retardo de un paquete no solo afecta a esa imagen sino a un grupo de ellas.

De acuerdo a los fundamentos de compresión de imagen estudiados en el capítulo anterior, aparece la variación espacial entre imágenes, por lo que podemos concluir que serán menos afectados por pérdida de paquetes y jitter aquellas imágenes que presenten mayor variación entre cuadros, y por el contrario, las imágenes que presenten menor variación entre cuadros serán mas sensibles.

Siguiendo con la misma idea, no tan solo importa la cantidad de paquetes perdidos en una transmisión de video sobre IP, más importante es que información que ella contiene. así una pérdida de información de una imagen I, puede afectar mas que la pérdida de mas información pero de imágenes B o P.

Existen métodos normados para determinar la calidad de servicio, uno de los avances importantes en calidad de servicio es saber cual es el grado de satisfacción que siente el usuario que esta utilizando una determinada tecnología, en este sentido, el estudio de la calidad de servicio percibida es un gran aporte para las empresas del rubro de las telecomunicaciones.

# **Capítulo V. Mecanismos de Gestión de redes de video IP y Tecnologías de Red IP**

La gestión de un sistema es muy importante cuando se trata video, a través de ella es posible administrar varios canales de información en forma eficiente ya sea mediante recursos de software como de hardware. En este capítulo se entregará las consideraciones necesarias y correspondientes para la gestión de video IP, y las posibles tecnologías que permitan flexibilizar dichos sistemas.

## **5.1 Objetivos del capítulo**

- El objetivo de este capítulo es conocer la etapa de gestión de un sistema de video IP, los parámetros que intervienen y las tecnologías que hacen posible la comunicación entre las distintas etapas de un sistema.
- Estudiar formas posibles para el almacenamiento o respaldo de la información de video.

## 5.2 Consideraciones para el diseño de sistemas

### 5.2.1 Ancho de banda

El ancho de banda necesario para un sistema de video IP depende de la complejidad de la red, por ejemplo la cantidad de cámaras que se requieren, y por cada una de ellas intervienen factores como:

- El tamaño de la imagen
- La compresión
- La frecuencia de imagen por segundo (ips)
- La complejidad de la imagen

### 5.2.2 Almacenamiento:

Es posible que la información que circula por una red de video IP sea almacenada, todo dependerá del objetivo para el cual fue diseñada. Para determinar la capacidad de disco duro necesario para el almacenamiento es necesario considerar lo siguiente:

- El número de cámaras.
- El número de horas por día en que la cámara estará grabando.
- Durante cuánto tiempo deberán guardarse los datos.
- Detección de movimiento (Evento) únicamente o grabación continua.
- Otros parámetros tales como velocidad de imagen, compresión, calidad de la imagen y complejidad.

➤ **Ejemplo de un calculo de ancho de banda de una cámara con MPEG-4**

En MPEG-4, las imágenes se reciben en una transmisión continua de datos y no en archivos individuales. Es la tasa de bits (que mide la cantidad de datos de vídeo transmitidos) la que determina los correspondientes requisitos de almacenamiento. La tasa de bits es el resultado de una velocidad de imagen, resolución y compresión específicas, así como del nivel de movimiento en la escena.

Cálculo:

*Tasa de bits / 8 (bits en un byte) x 3.600 seg. = KB por hora / 1.000 = MB por hora*

*MB por hora x horas de funcionamiento diarias / 1.000 = GB por día*

*GB por día x periodo de almacenamiento solicitado = Necesidades de almacenamiento*

Cámara	Resolución	Bit Rate(kBit/s)	Imagen por segundo	MB por hora	Horas de funcionamiento	Gb por día
No 1	CIF	170	5	76,5	8	0,6
No 2	CIF	400	15	180	8	1,4
No 3	4CIF	880	15	396	12	5

*Tabla 4, ejemplo de calculo para dimensionar el almacenamiento*

*Capacidad total para las 3 cámaras y 30 días de almacenamiento = 204 GB*

### 5.2.3 Redundancia

- **El disco duro RAID** (Matriz redundante de discos independientes) es básicamente un método para extender los datos sobre múltiples unidades de disco duro con suficientes datos redundantes en todos los discos a fin de que puedan recuperarse de los discos restantes en caso de avería de la unidad.

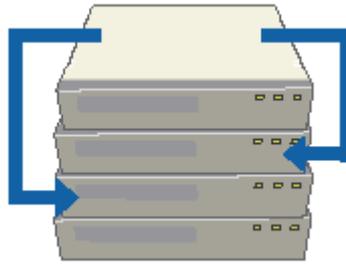


Figura 45

- **La replicación de los datos** es una característica común de muchos sistemas operativos de la red: los servidores de archivos en la red están configurados para replicar datos entre sí.

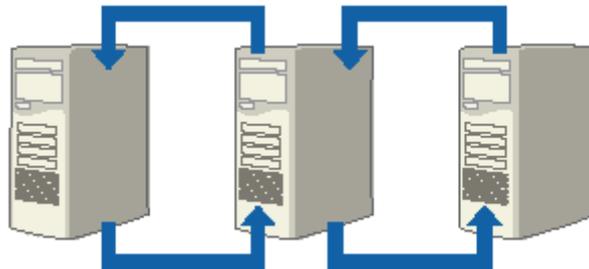


Figura 46

- **Copias de seguridad** en cinta es un método alternativo o complementario. Existen diversos equipos de hardware y software disponibles en el mercado y las políticas de copia de seguridad normalmente incluyen sacar las cintas del lugar habitual como medida preventiva en caso de incendio o robo.
- **Agrupamientos de los servidores:** Existen muchos métodos de agrupamiento de los servidores. Uno de los más habituales en los servidores de bases de datos y de correo electrónico es cuando dos servidores funcionan con el mismo dispositivo de almacenamiento, normalmente un dispositivo RAID. Cuando un servidor sufre una avería, el otro (que está idénticamente configurado) se hace cargo de la aplicación (normalmente, estos servidores incluso, comparten la misma dirección IP), haciendo que la llamada conmutación por error se convierta en totalmente transparente para el usuario.

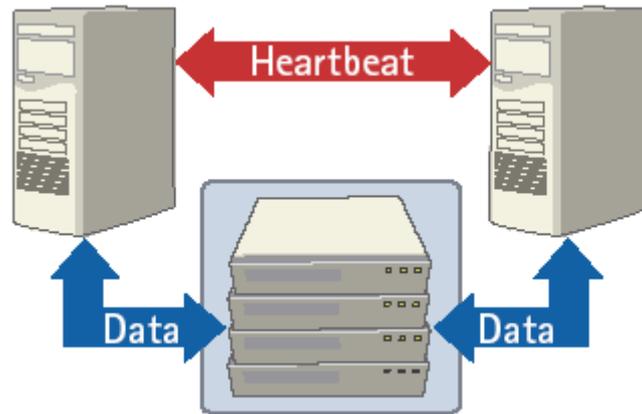


Figura 47,

- **Múltiples destinatarios de vídeo:** Un método habitual para garantizar una recuperación de desastres y un almacenamiento fuera de la instalación habitual en el vídeo IP es el envío simultáneo del vídeo a dos servidores distintos que se encuentran en emplazamientos diferentes. Evidentemente, estos servidores pueden a su vez estar equipados con RAID, funcionar en agrupamientos o replicar sus datos con servidores que incluso se encuentren mucho más lejos.

## 5.3 Gestión de vídeo: Monitorización y grabación

La gestión del vídeo de un sistema de vídeo IP incluye la monitorización por vídeo, que puede realizarse desde un navegador Web o un software de aplicación de vídeo determinado, y la grabación por vídeo, que puede realizarse desde un software de aplicación de vídeo instalado en un PC o usando un Grabador de vídeo en red (NVR), que es una caja de hardware con el software de gestión de vídeo preinstalado.

### 5.3.1 Monitorización utilizando Web

Un sistema de vídeo IP puede ser visualizado desde cualquier punto de la red siempre cuando este cuente con un navegador Web. Como se menciona en la

descripción de una cámara IP, esta cuenta con un servidor Web integrado y con una dirección IP, por lo tanto para visualizar la imagen es necesario desde un navegador Web direccionar la IP de la cámara en el campo Dirección/Localización.

Cuando se ha establecido la comunicación, la página de inicio de la cámara Web se muestra en pantalla (sobre el navegador) y emite las imágenes en vivo junto con algunas propiedades para configurar la cámara

### 5.3.2 Monitorización utilizando software de gestión

Los sistemas de gestión de video IP consisten en un software los cuales ofrecen mayor flexibilidad para un usuario u operador, actualmente el mercado ofrece una gran cantidad de diseños de software a través de los cuales se accede en forma remota a varias capturas de video, por otra parte también permiten y facilitan el almacenamiento del video.

Usando Visual Basic se puede crear también aplicaciones pequeñas, que almacenen imágenes y las muestre de forma sencilla.



Figura 48, software de gestión de seguridad con detección de movimiento

➤ **Programación en HTML, Java, Visual Basic o C++**

Dada la cantidad de información disponible sobre HTML y Java, resulta bastante sencillo crear páginas Web únicas con una variedad de funciones diferentes. Por ejemplo, mostrar imágenes de varias cámaras o crear control y acceso multicitente. Usando programación en Visual Basic y C++, se puede desarrollar software de aplicación cliente más sofisticado. (Una aplicación cliente es un programa o conjunto de programas que instalado en ejecución en un ordenador puede mostrar imágenes de vídeo). Estas aplicaciones cliente comunican con el mismo nivel básico con el navegador Web, usando CGI<sup>[20]</sup>.

Algunos criterios necesarios a la hora de adquirir un software de gestión de video IP, principalmente para aplicaciones complejas, son:

- El software de aplicación debe ser independiente del hardware. Este deberá poder conectarse fácilmente con múltiples dispositivos de distintos proveedores a través del mismo sistema.
- El software de aplicación debe ser independiente de la red. Puede conectarse fácilmente con todos los principales protocolos de red incluido TCP/IP.
- El software de aplicación debe ser independiente del dispositivo periférico. Puede conectarse fácilmente con video cámaras digitales, sensores, control de accesos, UPS's<sup>[21]</sup>, impresoras de tarjetas, scanners, etc, de diferentes vendedores.
- El software de aplicación debe ser independiente de la base de datos.
- Arquitectura abierta para permitir la fácil integración con la infraestructura existente.

---

<sup>[20]</sup> Common Gateway Interface (en inglés «Pasarela de Interfaz Común», abreviado CGI) es una importante tecnología de la World Wide Web que permite a un cliente (explorador web) solicitar datos de un programa ejecutado en un servidor web. CGI especifica un estándar para transferir datos entre el cliente y el programa

<sup>[21]</sup> Sistema de alimentación ininterrumpida

- Escalabilidad la cual permite el crecimiento del sistema sin la degradación del funcionamiento del mismo.
- Uso de estándares industriales en la tecnología de las bases de datos, redes, y sistemas operativos para facilitar la integración con la infraestructura corporativa.

## 5.4 Grabación de Video IP

La grabación de video IP puede realizarse de varias formas dependiendo su uso, por ejemplo, si se desea almacenar pequeñas cantidades como imágenes o video la cámara IP incluye esta funcionalidad, posteriormente esta información es enviada a un servidor FTP o al disco duro de un computador.

Es importante distinguir entre los grabadores de vídeo digitales (DVR) y los grabadores de vídeo en red (NVR), ya que a menudo se denomina a ambos “digitales”. Un DVR comprime digitalmente las señales de vídeo analógicas y las almacena en un disco duro. El término digital se refiere en este caso a la tecnología de compresión y almacenamiento, no a las imágenes de vídeo transmitidas. Por lo tanto, el DVR debe colocarse cerca de las señales analógicas. Por otro lado, un NVR almacena las imágenes digitales directamente desde la red IP.

Por consiguiente, la diferencia más evidente entre un DVR y un NVR es que el DVR graba secuencias analógicas de cámaras analógicas, mientras que un NVR graba secuencias de vídeo que han sido previamente codificadas por las cámaras. Así, en un NVR no existe ninguna conexión de vídeo. Sus entradas y salidas son datos IP, que se componen de vídeo comprimido y codificado. Los NVR pueden estar basados en software informático o ser unidades autónomas dedicadas.

La mayor ventaja de una arquitectura basada en grabadores NVR es que éstos se pueden colocar en cualquier lugar de la red: en el centro de control, cerca de grupos de cámaras, al margen de la red o agrupados en un entorno protegido. Cuando

están en uso, los operarios no necesitan conocer su ubicación. Cualquier operario puede visionar desde cualquier punto de la red las secuencias de vídeo grabadas.

Los NVR graban y muestran imágenes a la vez, y varios operarios pueden visionar simultáneamente las grabaciones de cualquier máquina desde diferentes puntos de la red de manera independiente y sin afectar a los demás operarios.

La independencia de la ubicación física es un factor fundamental. Si se calcula el tráfico de red necesario y los NVR se colocan estratégicamente en consecuencia, se puede reducir al mínimo el impacto que tiene la transmisión del vídeo sobre el uso del ancho de banda. Normalmente el NVR se colocaría cerca de un grupo de cámaras (en términos de red, pero no necesariamente cerca desde el punto de vista físico) para que la red LAN local soportara la carga, al ser dicha red capaz de asimilarla fácilmente. Así, se ahorraría capacidad en otras partes de la red que quizás sean más limitadas.

Actualmente se utilizan con frecuencia las técnicas de reflejado para hacer copias de las secuencias grabadas en NVR adicionales colocados en diferentes partes de la red. Esto proporciona un gran nivel de protección frente a un fallo de la red ya que, si se estropea una parte, siempre habrá otra de reserva.

*Es posible tener tantos NVR a lo largo de la red como se desee, ya que no se necesita ningún cableado de vídeo adicional.*

Las pruebas de cualquier NVR se pueden exportar en el formato MPEG-4 estándar y se pueden visionar con cualquier visor de otro fabricante como QuickTime o Windows Media Player. Sin embargo, el vídeo exportado incluye cifrado y marcas de agua para permitir la detección infalible de manipulaciones como la eliminación, reorganización o modificación de fotogramas.

## 5.5 Tecnologías de Red IP

En esta sección se ofrece una visión amplia de las distintas tecnologías, basadas en IP, para optimizar los sistemas de video IP, especialmente aquellas que requieren del uso de varias cámaras como los sistemas de seguridad y/o monitoreo.

### 5.5.1 Ethernet

Es la tecnología mas utilizada, se puede encontrar en las casas, empresas, universidades, etc. Ethernet ofrece una red rápida a un precio razonable. La mayoría de ordenadores modernos se suministran con una interfaz Ethernet integrada o permiten alojar fácilmente una tarjeta de conexión Ethernet. Los tipos de Ethernet más comunes son:

#### ➤ **Ethernet 10 Mbit/s (10 Mbps)**

Este estándar raramente se usa en las actuales redes de producción debido a su baja capacidad, y ha sido sustituido por Ethernet 100 Mbits desde finales de la década de los 90. La topología más habitual para Ethernet 10 Mbits es 10BaseT, y utiliza 4 cables (dos pares trenzados) en un cable cat 3 ó cat 5. Un hub o switch se encuentra en el centro y posee un puerto para cada nodo. Se emplea la misma configuración para Fast Ethernet y para Gigabit Ethernet.

#### ➤ **Fast Ethernet (100 Mbit/s)**

Con tasas de transferencia de datos de hasta 100 Mbit/s, Fast Ethernet es el tipo de Ethernet más habitualmente utilizado en las redes informáticas actuales. El estándar principal se llama 100BaseT. Aunque es más actual y rápido que Ethernet 10 Mbit, es idéntico en todos los otros aspectos. El estándar 100BaseT puede subdividirse en:

- 100BASE-TX: Utiliza cableado de cobre de par trenzado (cat 5).
- 100BASE-FX: Ethernet 100 Mbit/s a través de fibra óptica.

*Nota: la mayoría de los swithches de red 100 Mbit admiten 10 y 100 Mbits para garantizar una compatibilidad con versiones anteriores (normalmente llamado switch de red 10/100).*

➤ **Gigabit Ethernet (1000 Mbit/s)**

Este es el estándar actual recomendado por los distribuidores de equipos de redes para los ordenadores de sobremesa. Sin embargo, en la actualidad se emplean más frecuentemente para las redes troncales entre los servidores de red y los conmutadores de red. 1000BaseT es ampliamente usado y puede subdividirse en:

- 1000BASE-T: 1 Gbit/s a través de cableado de cobre cat 5e ó cat 6.
- 1000BASE-SX: 1 Gbit/s a través de fibra multimodo (hasta 550 m).
- 1000BASE-LX: 1 Gbit/s a través de fibra multimodo (hasta 550 m). Optimizado para distancias superiores (hasta 10 km.) a través de fibra de modo único.
- 1000BASE-LH: 1 Gbit/s a través de fibra de modo único (hasta 100 km.). Una solución para distancias largas.

➤ **10 Gigabit Ethernet (10 000 Mbit/s)**

Se considera la nueva opción de red troncal en las redes de empresas. El estándar 10 Gigabit Ethernet utiliza siete tipos de soportes distintos para LAN, WAN y MAN (*Red de Área Metropolitana*). Está actualmente especificado por una norma suplementaria, IEEE 802.3ae, y se incorporará a una futura revisión de la norma IEEE 802.3.

## 5.5.2 Tecnología Inalámbrica.

Aunque en la actualidad las redes con cables están presentes en la mayoría de los edificios, en algunas ocasiones una solución sin cables es muy apreciada por el usuario, tanto desde el punto de vista económico como funcional. Por ejemplo, puede ser útil en un edificio, donde no es posible la instalación de cables sin dañar el interior, o bien, en una instalación donde sea necesario trasladar la cámara a otras ubicaciones de forma regular sin tener que añadir nuevos cables cada vez, como en

los comercios. Otro uso habitual de la tecnología inalámbrica es unir dos edificios o lugares sin tener que realizar trabajos complejos y caros en la infraestructura de los edificios.

La tecnología inalámbrica existe tanto para los sistemas de vídeo IP como para los analógicos. Existen dos categorías principales para las comunicaciones inalámbricas:

- **LAN inalámbrica (también conocida como WLAN):**

Por definición, una LAN es una Red de Área Local, es decir, cubre distancias cortas y normalmente interiores. Hoy en día, los estándares LAN inalámbricos están bien definidos y los dispositivos de distintos distribuidores funcionan bien juntos.

- **Puentes inalámbricos**

Cuando es necesario conectar edificios o lugares con enlaces de alta velocidad, se precisará un enlace de datos punto a punto con capacidad para distancias largas y velocidades altas. Dos tecnologías utilizadas habitualmente son el microondas y el láser.

### 5.5.3 Normas para LAN inalámbricas

#### **a) 802.11a**

Norma que usa una banda de 5 GHz y proporciona un rendimiento real de hasta ~24 Mbps a 30 m. / 100 pies en entornos exteriores. Existe una gama limitada de productos que lo admiten. El ancho de banda teórico es 54 Mbps.

#### **b) 802.11b**

La norma utilizada más habitualmente que proporciona un rendimiento real de hasta ~5 Mbps a 100m. / 300 pies en entornos exteriores. Usa la banda de 2,4 GHz. Casi todos los productos del mercado admiten este estándar. El ancho de banda teórico es 11 Mbps.

**c) 802.11g**

Norma bastante nueva que ofrece un rendimiento mejorado en comparación con la norma 802.11b. Rendimiento real de hasta aproximadamente 24 Mbps a 100 m. / 300 pies en entornos exteriores. Usa la banda de 2,4 GHz. El ancho de banda teórico es 54 Mbps.

## **5.6 Conclusiones del capítulo**

En este capítulo se entregaron consideraciones que permiten optimizar sistemas de video IP o que son de uso práctico en el momento de realizar un diseño. De gran importancia es tener presente el almacenamiento de información, principalmente cuando los sistemas son diseñados para monitorizar un proceso o cuando tiene fines de seguridad. Los métodos de almacenamiento señalados en el capítulo son recomendados por los fabricantes de sistemas IP y su magnitud dependerá del tipo y la cantidad de información que se está manipulando.

Los sistemas más complejos de video IP deben necesariamente ser controlados por softwares de gestión de video. Estos softwares en su mayoría son entregados por las marcas fabricantes de tecnologías de video IP, sin embargo, con dominio en teoría de redes y diseño de software es posible crear aplicaciones específicas al uso que se pretende dar. En el caso de aplicaciones simples, es posible visualizar imágenes en el mismo explorador de Windows (en caso que se este utilizando esta plataforma), sin necesidad de diseñar o adquirir un software.

La persona encargada de diseñar o gestionar un sistema de video IP debe estar al tanto de las tecnologías de redes IP con el fin de configurarlo de la manera más óptima posible. En la actualidad, las tecnologías inalámbricas han flexibilizado las redes IP y en consecuencia los sistemas de video IP, permitiendo nuevas aplicaciones posibles, y en algunos casos, disminuyendo los costes de implementación y/o mantención.

# Capítulo VI. Video IP en Chile y Posibles aplicaciones futuras

En nuestro país podemos observar claramente el crecimiento de los servicios digitales impulsado principalmente por las empresas de telecomunicaciones. En comparación con países de la zona, Chile lidera el uso de nuevas tecnologías y no solo en el comercio público, también lo hace en el ámbito educacional. Los servicios de video IP que actualmente están visibles se refieren principalmente a videoconferencias, monitorización en el sector industrial y sistemas de vigilancia, a lo que podemos sumar la IPTV, pronta a ser comercializada por las empresas telefónicas más importantes del país.

En este capítulo se describirán las aplicaciones de video IP antes mencionada y se propondrán posibles aplicaciones futuras.

## 6.1 Objetivos del Capítulo

- Establecer y estudiar las principales aplicaciones de los sistemas de video IP en Chile.
- Señalar el estado de los servicios de video IP en Chile y proveedores
- Proponer aplicaciones para el uso del video IP de acuerdo a la evolución tecnológica que ha tenido.

## 6.2 Videoconferencia

Las video conferencias son servicios multimedia que permiten la interacción entre distintas personas o un grupo de trabajo. Básicamente, consiste en interconectar mediante sesiones interactivas a un número variable de interlocutores, de forma que todos puedan verse y hablar entre si.

Esta tecnología permite además el uso o intercambio de presentaciones Power Point y pizarras electrónicas entre otras.



Figura 49, Software para video conferencia, NetMeeting

En Chile los sistemas de video conferencia están siendo utilizados desde años atrás y uno de los principales impulsores en su uso son las universidades, ya que a través de la videoconferencia, se obtiene un medio excelente como apoyo en la educación a distancia, puesto que permite hacer presente al profesor en los procesos de formación al acercarle al alumno mediante una tecnología que le permite suplir, en gran parte, la educación presencial.

Por otra parte, las empresas también se han visto favorecidas con esta tecnología, ya que permite la interacción del personal de una empresa sin la necesidad de estar físicamente presente, lo que se traduce en ahorros de dinero por conceptos de viaje, estadías, etc.

Un equipo de videoconferencia consta de cinco elementos básicos:

1. Una cámara para captar las imágenes
2. Un micrófono para captar el sonido
3. Un codificador/decodificador para acomodar la tasa de bits a las restricciones del canal de comunicaciones
4. Un monitor para visualizar las imágenes recibidas
5. Un altavoz para reproducir el sonido

Aparte de estos elementos básicos existen otros opcionales, como, por ejemplo:

- Cámara de documentos para transmitir imágenes de documentos u objetos.
- Whiteboard o pizarra electrónica en la que pueden escribir y visualizar simultáneamente los dos usuarios que establecen la videoconferencia.
- Adaptador para enviar imágenes de ordenadores.
- Adaptador para enviar diapositivas

En la siguiente tabla se mencionan parámetros de consideraciones según normativas de la ITU, para videoconferencia

<b>Normativa</b>	<b>H.320</b>	<b>H.321</b>	<b>H.322</b>	<b>H.323 v1/v2</b>	<b>H.324</b>
<b>Fecha</b>	1990	1995	1995	1996/1998	1996
<b>Red</b>	RDSI B. Estrecha	RDSI B. Ancha ATM LAN	Red conmutación de paquetes de BW garantizado	Red de conmutación de paquetes de BW no garantizado	Red telefónica conmutada
<b>Vídeo</b>	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263	H.261 H.263
<b>Audio</b>	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728	G.711 G.722 G.728 G.723 G.729	G.723

*Tabla 5, normativa de la ITU para videoconferencia.*

## 6.3 Televisión IP

La televisión IP es una de las últimas tecnologías de video IP en entrar al país, en conceptos generales consiste en empaquetar los datos de información de televisión mediante el protocolo IP para ser transportado por redes IP. Esta tecnología se basa en los sistemas video-streaming y representa la revolución de la televisión actual por lo que serán necesarias redes mucho más rápidas que las actuales, para poder garantizar la calidad en el servicio.

A diferencia de la situación actual, el proveedor no emitirá sus contenidos esperando que el espectador se conecte, sino que los contenidos llegarán solo cuando el cliente los solicite. La clave está en la personalización del contenido para cada cliente de manera individual. Esto permite el desarrollo del “Pay per view” o pago por evento o el video bajo demanda. El usuario dispondrá de un aparato receptor conectado a su ordenador o a su televisión y a través de una guía podrá seleccionar los contenidos que desea ver o descargar para almacenar en el receptor y de esta manera poder visualizarlos tantas veces como desee.

Los inconvenientes para la implementación de esta tecnología provienen de la gran necesidad de ancho de banda que requiere la televisión IP para su correcta visualización. Se necesita un ancho de banda de 6 Mb aproximadamente para que el streaming funcione correctamente.

Otro inconveniente reside en problemas de seguridad y que otros usuarios no aprovechen la señal que reciben los vecinos sobre todo en la modalidad de video bajo demanda.

A pesar de los inconvenientes principalmente referidos a las capacidades de las redes la televisión IP esta siendo implementada en Chile por las principales empresas de telecomunicaciones.

En Europa ya se pueden encontrar empresas que ofrecen este servicio, lo cual sirve de parámetro para adelantarse las características que presentara la televisión IP en nuestro país. En España específicamente ya existen dos plataformas para la

televisión IP basadas en ADSL, tecnología base con la que ya cuenta nuestro país y para su funcionamiento una velocidad de aproximadamente 6 Mbps, y un formato de compresión MPEG-2. Aprovechando una conexión se incorporan también servicio de telefonía e Internet pero todo independiente, es decir, sin alterar la calidad de servicio del servicio adyacente. La siguiente figura representa el equipamiento que integra el usuario para hacer posible la comunicación.



*Figura 50, Equipamiento Usuario*

Para poder visualizar en la televisión convencional la información de un sistema de video IP, es necesario contar con un equipo decodificador (entregado por el ISP) capaz de desempaquetar la información y entregarla en condiciones de funcionamiento normal para un televisor análogo. También realiza el proceso inverso puesto que la comunicación para esta tecnología es bidireccional, por eso al seleccionar un canal de televisión lo que se hace en realidad no es elegirlo de un grupo, sino solicitar la transmisión de ese canal a un servidor ISP hasta la pantalla del usuario, esta propiedad hace posible que se integren servicios como “Pay per view” en que se paga por ver un evento a la hora que se requiera ya que la información esta previamente almacenada por el servidor ISP.

### **6.3.1 TV IP en Chile**

La televisión IP todavía no es comercializada en nuestro país, sin embargo, las principales empresas de telecomunicaciones se están equipando con moderna tecnología en redes para poder soportar la cantidad de información requerida para entregar un servicio de buena calidad.

Por una parte Telefónica CTC Chile trabaja en adaptar su plataforma de televisión IP Imaginó que se ofrece en España, mientras VTR a adquirido a CISCO tecnología pionera en Sudamerica para modernizar sus redes IP. Específicamente se trata de "Cisco CRS-1 Carrier Routing System" un router muy potente para este tipo de aplicaciones.

IPTV América es un proveedor Estadounidense de este servicio. Es una empresa interesada en incorporar la tecnología en Chile a través de las empresas telefónicas, actualmente se encuentra haciendo pruebas de factibilidad en Panamá y Chile. Utiliza ADSL y formato MPEG-4 para la transmisión al usuario.

## **6.4 Vigilancia IP**

La vigilancia IP consisten utilizar las redes IP como medio de transporte para la información, esto permite una serie de ventajas en relación a los sistemas de video vigilancia análogos que son mas utilizados en la actualidad que son adaptables a los sistemas IP mediante servidores encargado de digitalizar, comprimir y empaquetar la información en el protocolo Internet (IP). Por otra parte, se pude también utilizar también como sistema de monitorización en procesos productivos.



*Figura 51, Monitoreo video IP con PDA*

*Con una PDA y tecnología WLAN se pueden visualizar las imágenes de las cámaras IP.*

### 6.4.1 Compresión

Los sistemas de vigilancia IP al ser configurables por el usuario permiten seleccionar entre otras cosas el tipo de compresión mas adecuado según la aplicación, para ello existen en el mercado una serie de cámaras IP. La compresión puede ser para imágenes estáticas (cuando se requiere la transmisión de pocas imágenes por segundo) o para compresión de video en la que envían imágenes estáticas mezcladas con información (datos) que contiene los cambios o diferencias entre las imágenes.

De esta forma, los datos sobre los cambios, como los relacionados con el fondo de la imagen, no se transmiten en cada una de las imágenes. Los estándares de compresión de vídeo también incluyen el audio en las secuencias de datos. El ratio de refresco de las imágenes se mide en imágenes por segundo (frames per second), o ips (fps) en abreviatura.

## 6.4.2 Principales diferencias entre la compresión de imágenes estáticas y de vídeo

- La compresión de imágenes estáticas es más simple y más sencilla para trabajar con ella.
- Es difícil obtener una única imagen de una secuencia de vídeo que ha usado compresión de vídeo
- La compresión de vídeo usa menos datos para almacenar y/o transmitir una secuencia de vídeo.
- No es posible reducir el ratio de imágenes cuando se usa compresión de vídeo.
- La compresión de imágenes estáticas está más indicada para su uso con módem, u otro medio que ofrezca un ancho de banda limitado.

## 6.4.3 Estándares de compresión para imágenes estáticas:

### a) JPEG

Es la abreviatura de Joint Photographic Experts Group (Grupo unido de expertos fotográficos), un buen estándar, muy popular para imágenes estáticas que está soportado por la mayor parte de los programas informáticos modernos. Conforme a la norma ISO/IEC 10918, es el estándar de compresión preferido por la mayoría de las cámaras IP.

Cada imagen se divide en bloques de 8x8 píxeles. Cada bloque, a su vez se comprime de forma individual usando la Digital Cosine Transformation (DCT). Si se usa un ratio de compresión muy alto, los bloques de 8x8 píxeles llegan a verse como parte de las imágenes.

### b) WAVELET

Esta norma está optimizada para imágenes que contengan poca cantidad de datos. Consecuentemente, las imágenes no tienen una alta calidad. Wavelet no está estandarizada y requiere un software especial para la visualización de las imágenes.

**c) JPEG 2000**

Está basado en la tecnología Wavelet (y no en la JPEG). Es un estándar relativamente nuevo y poco utilizado.

**d) GIF**

Es la abreviatura de Graphics Interchange Format, un formato de ficheros de mapa de bits muy extendido en la Web. Limitado a 256 colores, es un buen estándar para imágenes que no son muy complejas (Ej. Logotipos e imágenes escaneadas). No se recomienda su uso con cámaras de red ya que el ratio de compresión es muy limitado.

#### 6.4.4 Estándares de compresión de vídeo:

Además de los ya estudiados formatos de compresión MPEG-1, MPEG-2, y MPEG-4 en el capítulo III se pueden sumar los siguientes:

**a) MOTION JPEG**

Con Motion JPEG cada imagen de una secuencia se almacena como una imagen completa en formato JPEG. Las imágenes estáticas se muestran a un alto ratio de imágenes por segundo para producir vídeo de alta calidad, aunque el precio de esta calidad implica que produce comparativamente ficheros de mayor tamaño.

**b) H.261, 263, 321, 324 etc.**

Estas abreviaturas corresponden a los estándares recomendados por la International Telecommunications Union (ITU). Conjunto de normas diseñadas para vídeo conferencia, aunque se emplean en algunas ocasiones con cámaras de red. Estas normas permiten un elevado ratio de imágenes por segundo. En cualquier caso, producen imágenes de muy baja calidad, con resoluciones máximas de 352x288 píxeles. Dado que esta resolución es muy limitada, los productos más nuevos tienden a no utilizar estas normas de compresión.

### 6.4.5 Consideración

*Los formatos de compresión recomendados por los fabricantes para esta aplicación son Motion JPEG y MPEG-2. Son estándares internacionales ampliamente conocidos y muy usados que ofrecen vídeo de alta calidad.*

### 6.4.6 Servicios en Chile

En nuestro país ya se pueden encontrar algunas empresas de telecomunicaciones y de seguridad que incorporan la tecnologías de vigilancia IP. Si bien existe una oferta variada de productos, la mayoría de los oferentes se encuentran en la ciudad de Santiago, por lo que en regiones existe todavía un mercado amplio y emergente para esta tecnología.

Algunas empresas de este tipo son las siguientes:

<b>Empresa</b>	<b>Pagina Web</b>
J & E Ingeniería y Telecomunicaciones	<a href="http://www.panoramica.cl">www.panoramica.cl</a>
Intellicomp computer	<a href="http://www.intellicomp.cl">www.intellicomp.cl</a>
Transworld	<a href="http://www.transworld.cl">www.transworld.cl</a>
InfoKrause	<a href="http://www.camarasip.cl">www.camarasip.cl</a>
Wei chile	<a href="http://www.wei.cl">www.wei.cl</a>
supplyline Ltda	<a href="http://www.supplyline.cl">www.supplyline.cl</a>

## 6.5 Aplicaciones Futuras

No cabe duda que los sistemas de video IP con el paso del tiempo, las mejoras en el diseño, optimización de sistemas y desarrollos tecnológicos implican el desarrollo de una serie nueva de aplicaciones mejora a los actuales sistemas. Dentro de las principales aplicaciones estudiadas en este trabajo, videoconferencia, televisión IP y los sistemas de vigilancia y monitoreo, la que puede tener más desarrollo a corto plazo es la última mencionada, el desarrollo en la calidad de imagen avanza a las imágenes en megapíxeles lo que se traduce en una gran resolución y densidad de píxeles, permitiendo aplicaciones como las de reconocimiento de caras, detección de situaciones sospechosas, en fin, aparte de ser de gran resolución será un video inteligente.

Con la velocidad en que se está desarrollando tecnología en los sistemas de video es de esperarse que antes de cuatro años las cámaras de video IP estén a un costo similar o inferior a las analógicas por lo tanto se podrá pensar en que estos sistemas de bajo costo permitan monitorear los hogares de una gran cantidad de personas a través de Internet y de los sistemas celulares.

Por otro lado los sistemas de televisión serán diseñados con interfases de red de alta velocidad, ya no pensando quizás en solo un equipo de televisión como los actuales, sino con prestaciones de PC's que nos permitan realizar aplicaciones como la navegación por Internet o video conferencia, reemplazando en algunos aspectos a los sistemas de telefonía.

## 6.6 Conclusiones del capítulo.

Nuestro país se encuentra en un periodo de prueba de los sistemas de televisión IP, si bien todavía no es comercializado abiertamente Chile lidera en Latinoamérica la implementación de tecnologías IP. Mientras que otras tecnologías como la videoconferencia están siendo utilizadas en forma constante, principalmente en el área educacional y específicamente en las Universidades, que en su mayoría cuentan con salas multimedia destinadas para estas aplicaciones. A esto se puede sumar el crecimiento del mercado educacional a través de las videoconferencia, por ejemplo, en los preuniversitarios.

Según lo investigado para este trabajo, las empresas que actualmente trabajan en aplicaciones de sistemas de video IP son pocas, la mayoría de estas ofrecen aplicaciones de sistemas de seguridad, y se encuentran en la capital del país lo que hace pensar en que el mercado en esta área esta abierto a la creación de nuevos sistemas y aplicaciones, mas cuando los precios de los dispositivos necesarios para la implementación son cada día mas accesibles para el común de la gente.

## Capítulo VII. Conclusiones

Para comenzar se debe señalar que las formas o métodos para el diseño de sistemas de video IP dependerán exclusivamente de las aplicaciones para las cuales son diseñadas. Sin embargo, existen puntos de convergencia en todas estas aplicaciones que se pueden traducir en parámetros claves en el momento de diseñar, operar y gestionar una red de video IP.

Los sistemas de video IP están integrándose cada día más en la vida cotidiana de las personas, sus aplicaciones no tan solo las encontraremos en las universidades y empresas, ellas se acercan cada vez a integrar no tan solo soluciones a problemas como los de seguridad, sino también a entregar aplicaciones de entretenimiento como la televisión IP.

En este trabajo se logra entregar al lector un estudio que comprende la composición de los sistemas de video IP en nivel de hardware como en software, el funcionamiento, la calidad de servicio y los parámetros que ayudan a la elección de distintas tecnologías útiles en el momento de diseñar, o adquirir uno de estos servicios. Si bien no todos los conceptos mencionados en este trabajo son de manejo general por un estudiante de ingeniería electrónica, los conocimientos adquiridos en sistemas de redes, comunicaciones modernas, electrónica analógica, electrónica digital, y telecomunicaciones en los cinco años de vida académica, son la gran herramienta que se entrega para comprender los cambios y desarrollos tecnológicos en cada una de las áreas en que están involucradas. Por ello, este trabajo ha permitido desarrollarse en forma más específica principalmente en, protocolos de comunicación, Sistemas de video, Redes IP, Calidad de servicio, generación y compresión de imagen, permitiendo lograr mejor dominio de conceptos aprendidos y a acercarse al desarrollo de aplicaciones más sofisticadas.

Para finalizar, y a modo personal, este trabajo de investigación me permitió dar un aporte en el uso de una tecnología que comprende la mayoría de los conceptos estudiados durante mi vida académica, y que de acuerdo a estudios realizados por

importantes empresas de investigación, los sistemas de video IP serán de uso cotidiano para personas y empresas, dada su flexibilidad y la disminución en los costos principalmente de las cámaras IP. Por otra parte fue de gran utilidad el tema propuesto para desarrollarme en el área de redes IP ya que por una parte resulta agradable el tema que representa el presente y el futuro de las telecomunicaciones.

## Bibliografía

[1] A. Prieto J., M. Matín F., J. Villacorta C., A. Izquierdo F., Descripción de una plataforma de sistemas de codificación y compresión de video experimental, Departamento de Teoría de la señal y comunicaciones e ingeniería telemática, Universidad Valladolid, Vol. II, España, 1996.

[2] A. Rywaczuk, A Hill, MPEG sobre CATV, Tesis, Universidad Católica de Uruguay, Montevideo, Uruguay, Marzo 2003.

[3] D. Navarro, Tesis de Maestría: Controlador de Ancho de Banda - Universidad de Mendoza, Mendoza, Argentina, noviembre 2005.

[4] Daniel Rijo Sciara, Fundamentos de Video Streaming, Instituto de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, Diciembre de 2004.

[5] F. Cores, Arquitecturas Distribuidas para Sistemas de video bajo demanda VoD, Tesis Doctoral - Departamento de Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España, Diciembre 2003

[6] J. Pezoa N., Apuntes de Redes de Datos, Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería, Depto. de Ingeniería Eléctrica, Chile, Junio 2001

[7] Libro TVIP Telefónica, Imagenio: La nueva forma de ocio a la carta, primera edición, España, Septiembre 2004

[8] M. Claypool y J. Tanner, The Effects of Jitter on the Perceptual Quality of Video, ACM Multimedia Conference, Volume 2, Orlando, FL, noviembre, 1999.

[9] M. Faúndez Z., Tratamiento Digital de Voz e Imagen y Aplicación a la Multimedia, Alfaomega Grupo Editor, Col. Del Valle, México, 2001.

[10] P. Casas, D. Guerra, I. Irrigaría, Calidad de Servicio Percibida en Servicio de Voz y Video Sobre IP, Universidad de la Republica, Chile, 2005.

[11] P. Tullio, Aplicaciones del Estandar MPEG-4, Universidad Central de Venezuela - Facultad de Ingeniería, Caracas 1041A, Venezuela, Febrero del 2001.

[12] REGIS J. "BUD", Bates & DONALD W., Gregory. Voice & data Communications Handbook. Mc. Graw Hill, USA, 3a. Edición, 2000.

[13] R.L. Legendijk, VcDemo Learning tool Manual and Exercises, Information and Communication Theory Group, Delft University of Technology, V.3, Netherlands septiembre 2000.

## **Paper Universidades**

[14] A. Castro H., ESTUDIO TECNOLÓGICO: Medida del retardo en redes IP, Universidad Carlos III, Madrid, España.

[15] D. Melendi, X. Pañeda, V. García, R. García, A. Neira, Métricas para el Análisis de Calidad en Servicios de Vídeo Bajo Demanda, Departamento de Informática, Universidad de Oviedo, España.

[16] F. J. Naranjo, Conceptos básicos de redes TCP/IP, Área de Ingeniería Telemática, Departamento de Automática y Computación, Universidad Pública de Navarra, España

[17] J. García G., ARQUITECTURA H.323, Especialización en Teleinformática, Universidad EAFIT, Medellín, Antioquia, Colombia.

[18] M. Postigo B., J. García H., M. Aguilar I., Transmisión Eficiente de Bloques en Tiempo Real sobre Redes IP, Departamento de Matemática Aplicada y Telemática. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

[19] P. Cuenca, T. Olivares, M. Lozano y B. Caminero, Transmisión Robusta de señales de video sobre redes de banda ancha, Departamento de Informática Universidad de Castilla La Mancha, Albacete, España.

## **Paper AXIS**

[20] Axis Communications, Compresión de Vídeo Digital Revisión de los Métodos y los Estándares a usar para la Transmisión y el Almacenamiento de Vídeo, agosto 2004

[21] Axis Communications, Las redes IP, 2002

[22] Axis Communications, Soluciones de Vídeo IP: Guía Técnica

[23] Axis Communications, Vídeo en red: Nuevas instalaciones, 2003

## **Paginas WEB**

[24] <http://www.indigovision.com/extranet%20docs/especsistemaMPEG4v26.pdf>

Documento Guía Técnica

Título: Especificaciones de un Sistema de Video IP MPEG-4

[25] <http://www.indigovision.com/files/international/IPVideo%20Overview%20-%20Jan06%20-%20Spanish-revised.pdf>

Documento Informativo

Titulo: VÍDEO IP

[26] [http://www.axis.com/files/brochure/bc\\_techguide\\_24680\\_es\\_0508\\_lo.pdf](http://www.axis.com/files/brochure/bc_techguide_24680_es_0508_lo.pdf)

Guía Técnica

Titulo: Guía Técnica Video IP

[27] [http://www.siemon.com/la/white\\_papers/SD-03-04-Video-IP.asp](http://www.siemon.com/la/white_papers/SD-03-04-Video-IP.asp)

Documento Informativo

Titulo: VÍDEO sobre IP

[28] <http://www.ralco-networks.com/pdf/VBvpn.pdf>

Documento Informativo

Titulo: Transmisión de Video sobre IP a través de redes privadas

[29] [http://www.i2cat.net/i2cat/servlet/I2CAT.MainServlet?seccio=23\\_3\\_2](http://www.i2cat.net/i2cat/servlet/I2CAT.MainServlet?seccio=23_3_2)

Documento Fundación I2Cat

Titulo: Video Sobre IP

[30] <http://www.cctv.bfioptilas.es/html/tutoriales/tutoriales/tuto-3.htm>

Tutorial

Titulo: Beneficios de una arquitectura distribuida de video sobre IP.

[31] <http://www.lsb.es/imagenes/camarasip.pdf>

Hoja de Información Técnica

Titulo: Información General sobre las Cámaras IP

[32] [http://www.etsit.ulpgc.es/cat\\_telefonica/Proyectos\\_Tesis/PI+D/Descarga/MEMORIA%20CODIFICADOR%20VIDEO%20IP.pdf](http://www.etsit.ulpgc.es/cat_telefonica/Proyectos_Tesis/PI+D/Descarga/MEMORIA%20CODIFICADOR%20VIDEO%20IP.pdf)

Documento Informativo, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Titulo: Diseño de un sistema de TV Local Digital SIGNAGE PARA LA ULPGC

[33] <http://www.rediris.es/rediris/boletin/74-75/ponencia17.pdf>

Documento Informativo

Título: Videoconferencia IP, una realidad

[34] <http://www.lsb.es>

12 Paper

LSB, INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LAS CÁMARAS IP, Madrid, España,