TELEVISION DE ALTA DEFINICION (HDTV)

Ing. Fanny Pozo
GRUPO TECNOLÓGICO MAINT

Ing. Tania Pérez
PROFESORA E.P.N.

RESUMEN

Con el desarrollo de nuevas tecnologías en transmisión para radiodifusión y la necesidad de mejorar la calidad del video de los actuales sistemas de televisión, el enfoque hacia el futuro es conseguir el mejoramiento sustancial de la resolución de video. A estos sistemas con calidad superior de video se los ha denominado Sistemas de Televisión de Alta Definición (*High Definition Television* HDTV).

La introducción de la tecnología digital en el campo de la televisión está retrasada con respecto a otras áreas de la industria, la razón principal puede ser el bajo interés por las mejoras o evoluciones que suponen modificación de los equipos (debido a los grandes costos de producción y equipamiento), así como la reacción del consumidor a estas reformas si conllevan incompatibilidad con los receptores que poseen.

ABSTRACT

Due to new technology development in radio transmission and the need to improve the video quality of TV actual systems, the focus to the future is to achieve substantial improvement in the video resolution. To these systems with video superior quality, Hihg Definition Television (HDTV) have been denominated.

The digital technology incorporation to the television field is lagged with respect to the other industry areas, the principal reason may be the low interest for the improvements that suppose equipment changes (because of big costs in production and infrastructure) as well as the consumer reaction to the changes that deal with receiver incompatibility already being used.

1.1 Características Generales

Se plantea nuevas condiciones para el sistema HDTV como son las siguientes:

- La resolución espacial definida, tanto por el número de puntos horizontales como verticales que se pueden distinguir en la pantalla (pixels), aproximadamente es el doble que en la televisión convencional.
- Presenta una mejora en la reproducción de color evitando las interferencias existentes entre las señales de luminancia y crominancia.
- Cambio de la resolución temporal; es decir, paso de exploración entrelazada a progresiva, que mejora las imágenes en movimiento, así como el parpadeo existente por la ausencia de información.
- Aumento del formato de la pantalla hacia medidas más anchas, con el consecuente aumento del contenido de la imagen.

Calidad alta del sonido semejante a la del *compact-disc*, con sonido digital cuadrofónico.

1.1.1 Relación de aspecto

La relación de aspecto es el cociente entre las longitudes horizontal y vertical de la pantalla. Este parámetro influye en el ancho de banda del sistema. Para HDTV La relación es 16/9.

1.1.2 Distancia de observación y ángulo visual

Para la obtención de la distancia de observación y ángulo visual adecuados para el sistema HDTV, se recurre a un sinnúmero de pruebas sobre el sistema HDTV para un número variable de líneas y a diferentes distancias entre el televidente y el receptor (dH) donde H representa el alto de la pantalla. En la Tabla 1.1 se observa la relación entre número de líneas exploradas requeridas y ancho de banda de la señal, en función de la distancia de observación.

A la distancia de 3H, se puede

tener un ángulo de visión de 30°. Debido a la limitada resolución del ojo humano, las líneas se mezclan y dan la impresión de una imagen uniforme. La Fig. 1.1 compara las geometrías con pantallas de televisión convencional y de alta definición, a las distancias a las cuales las líneas exploradas son invisibles. En un sistema convencional, el ángulo de visión es de alrededor de los 10°, pero en el sistema HDTV suministra un ángulo de visión de 30°.

Distancia del televidente (dH)	7,2H	4H	3H	2,5H	2H
n (líneas)	525	940	1240	1480	1840
fb (MHz)	4.3	11	19	27.5	42
Angulo visual (°)	10.7	23.5	31.0	36.9	45.2

Tabla 1.1 Número de líneas exploradas requeridas y ancho de banda de la señal (fb) en función de la distancia de observación del televidente.

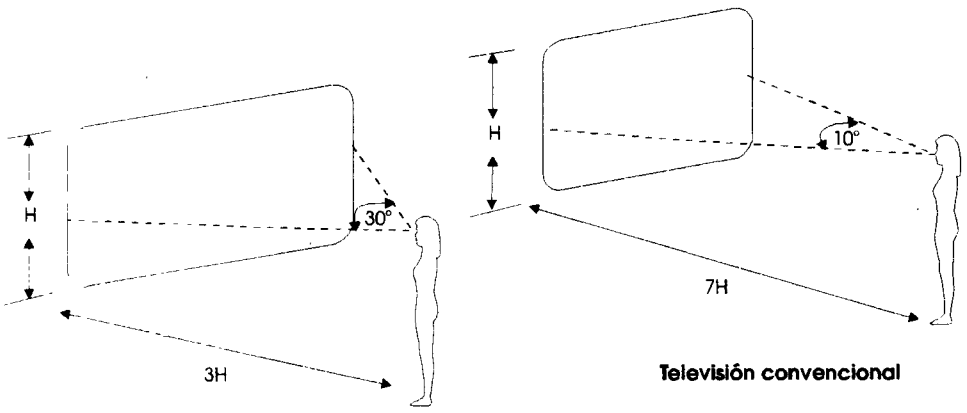

Fig 1-1 Geometrías para pantallas de televisión convencionales y de alta definición.

1.1.3 Consideraciones de color

El sistema HDTV evita las dfistorsiones mutuas entre luminancia y crominancia con la utilización de video en componentes, pero la transmisión de cada una de las señales no se efectuará por tres canales independientes, sino que se hará con multiplexación en el tiempo.

Dentro del diagrama de cromaticidad, el sistema HDTV pretenderá abarcar un conjunto de colores mayor que en los sistemas convencionales, que se escogerá en función de las experiencias subjetivas.

1.1.4 Frecuencia de imagen

Para la frecuencia de imagen en HTDV se considera los mismos valores que en el sistema convencional, la razón de esta elección viene impuesta por la necesidad de compatibilidad con los sistemas NTSC, PAL y SECAM.

Otro factor importante a considerar es el método de exploración entrelazada ó progresiva. El problema en

televisión es que el ancho de banda aumenta cuanto mayor es el número de imágenes presentadas en un segundo. El CCIR menciona la buena calidad en los detalles de imágenes que se obtienen con exploración progresiva, además considera que el problema causado por las líneas de exploración con entrelazado 2/1 es aproximadamente la misma que produce la exploración secuencial con un 40% menos de líneas, aunque se requiere un 20% más ancho de banda para exploración progresiva.

1.1.5 Sonido en HDTV

La imagen y el sonido deben complementarse para obtener una producción de alta calidad; el sistema monoaural y el estéreo no dan la calidad suficiente para producir en el espectador una impresión óptima que complemente a la imagen.

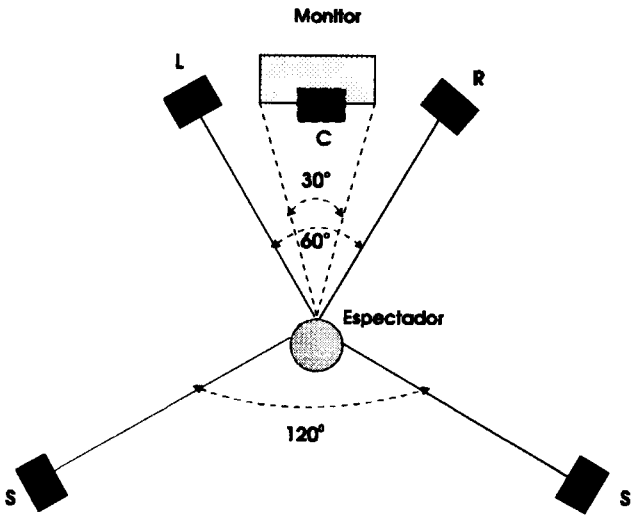

Fig. 1-2 Sistema de sonido cuadrafónico.

Por las investigaciones realizadas se deduce que cuando coexisten imagen con pantalla ancha y sonido, es muy importante la posición del espectador respecto a las fuentes de sonido.

El área de visión/audición se aumenta incrementando el número de altavoces frontales y sus canales asociados (L Left; R Right; C Center). Además se consideran altavoces posteriores y/o laterales al espectador, (Fig. 1-2).

1.2 Sistema de transmisión digital

En la Fig 1-3 se observa un diagrama de bloques simplificado de un sistema de transmisión digital, donde la señal HDTV original es analógica, pero se convierte a digital para el procesamiento de compresión y transmisión. Luego es convertida a la forma analógica en el receptor para el despliegue en la pantalla.

Este sistema opera con entradas Y, (R-Y) y (B-Y) analógicas de 787,5 por trama, 59,94 tramas por segundo; por tanto 1575 líneas son exploradas progresivamente cada 1/29,97 de segundo. La razón de línea es el triple que en la norma NTSC; es decir 47,202 kHz, y se escoje para permitir una fácil conversión de señales entre los dos sistemas.

El video es primero digitalizado y comprimido para luego ser multiplexado con cuatro canales de audio digital, un canal de datos y texto y un canal de control. La velocidad de la transmisión de datos totales resultante es de 19,51 Mbps. El tipo de modulación que este sistema emplea para la transmisión es 16-QAM (Modulación en amplitud en cuadratura de 16 estados).

Para la compresión, este sistema aprovecha la redundancia que existe tanto espacial como temporal en las imágenes de televisión, utilizando adecuados métodos para su procesamiento; así, para la compresión temporal utiliza estimación y compensación de movimiento y para la compresión espacial una combinación de la transformada de coseno discreto y recuantización.

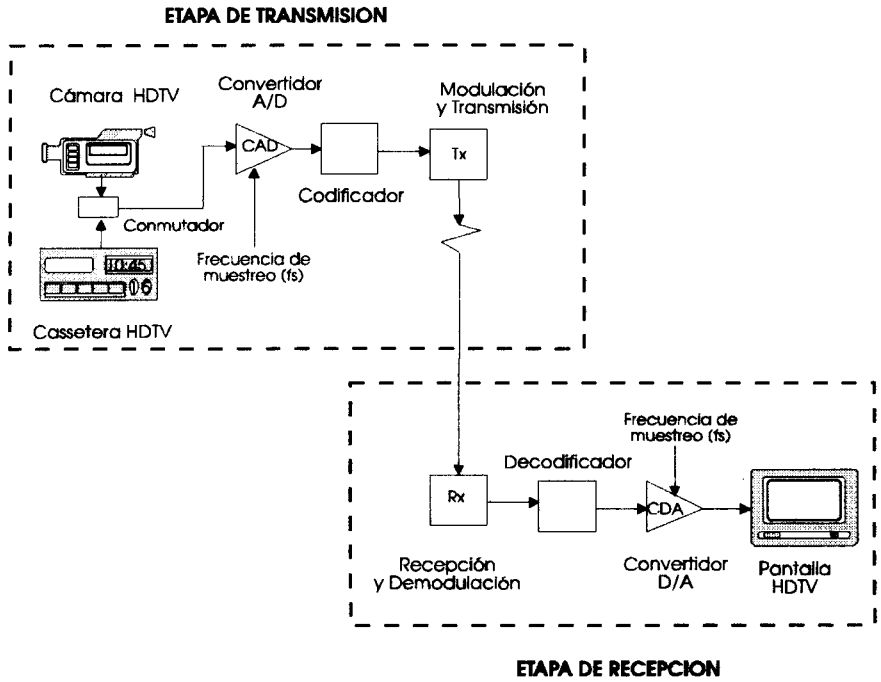

Fig 1-3 Diagrama de bloques de un sistema de transmisión digital.

1.2.1 Descripción del Sistema

Las señales analógicas Y, (R-Y) y (B-Y) del equipo de origen son aplicadas a un filtro pasa bajos, luego se digitalizan con una frecuencia de muestreo de 53,65 MHz (dando 1705 muestras en cada línea). Un diagrama de bloques simplificado del sistema DigiCipher se muestra en la Fig. 1-4.

En el bloque de reducción (*decimators*), la resolución de las imágenes de crominancia, se disminuyen en el sentido horizontal en un factor de 4 y en el sentido vertical en un factor de 2. Esta reducción de información cromática no afecta significativamente a la calidad de la imagen porque el ojo humano es menos sensitivo a los detalles de color que a los niveles de brillo.

El video entrante se aplica tanto a la etapa de estimación de movimiento como al sumador (1) de la Fig. 1-4, donde se realiza la diferencia de la señal actual (A) con la señal predicha (X) obteniéndose el error de la predicción.

La etapa de estimación de movimiento, mide el movimiento de los objetos en la imagen, para esto se toma un grupo de pixels de referencia del cuadro anterior B (el cual se lo reconstruye añadiendo a la imagen predicha X el error de la predicción en el sumador (2), y se lo compara en la misma posición pero con la imagen actual A; se producen luego pequeños desplazamientos alrededor del objeto en movimiento con el fin de obtener un grupo de pixels semejantes en A, con esto se determina el desplazamiento del objeto en los ejes espaciales **x** y **y** a través del vector de movimiento, este es enviado luego a la etapa de compensación de movimiento.

La etapa de compensación de movimiento, mueve los pixels del cuadro de referencia almacenado (B) a su posición predicha en la nueva imagen con la ayuda del vector de movimiento, que se obtuvo en la etapa de estimación de movimiento; a este cuadro predicho (X) se le resta del cuadro de entrada (A) para obtener la diferencia (error de la predicción, que en varias imágenes de televisión la diferencia en el contenido de dos cuadros consecutivos es bastante pequeño particularmente donde exista un pequeño movimiento en la imagen).

El resultado de este proceso es que la redundancia temporal ha sido eliminada (es decir la información de la imagen que se repite de cuadro a cuadro). El error de la predicción es luego procesado para remover la redundancia espacial (aquella que puede existir en un mismo cuadro cuando pixels adyacentes tienen valores iguales); esto se realiza con una combinación de la transformada de

coseno discreto DCT (*Discrete Cosine Transform)* y recuantización, y luego es multiplexada con el vector de movimiento para producir el sistema de salida.

La transformada de coseno discreto por si sola no realiza la función de compresión, pone los datos de una manera que facilita el proceso siguiente (recuantización). La DCT permite la separación de la información más importante de la menos importante en la imagen; es decir, concentra la energía de video a las frecuencias a las cuales el ojo humano es más sensitivo (bajas frecuencias) dentro de pocos coeficientes, los componentes de alta frecuencia de video son representados como coeficientes con un valor cero o cercano a cero.

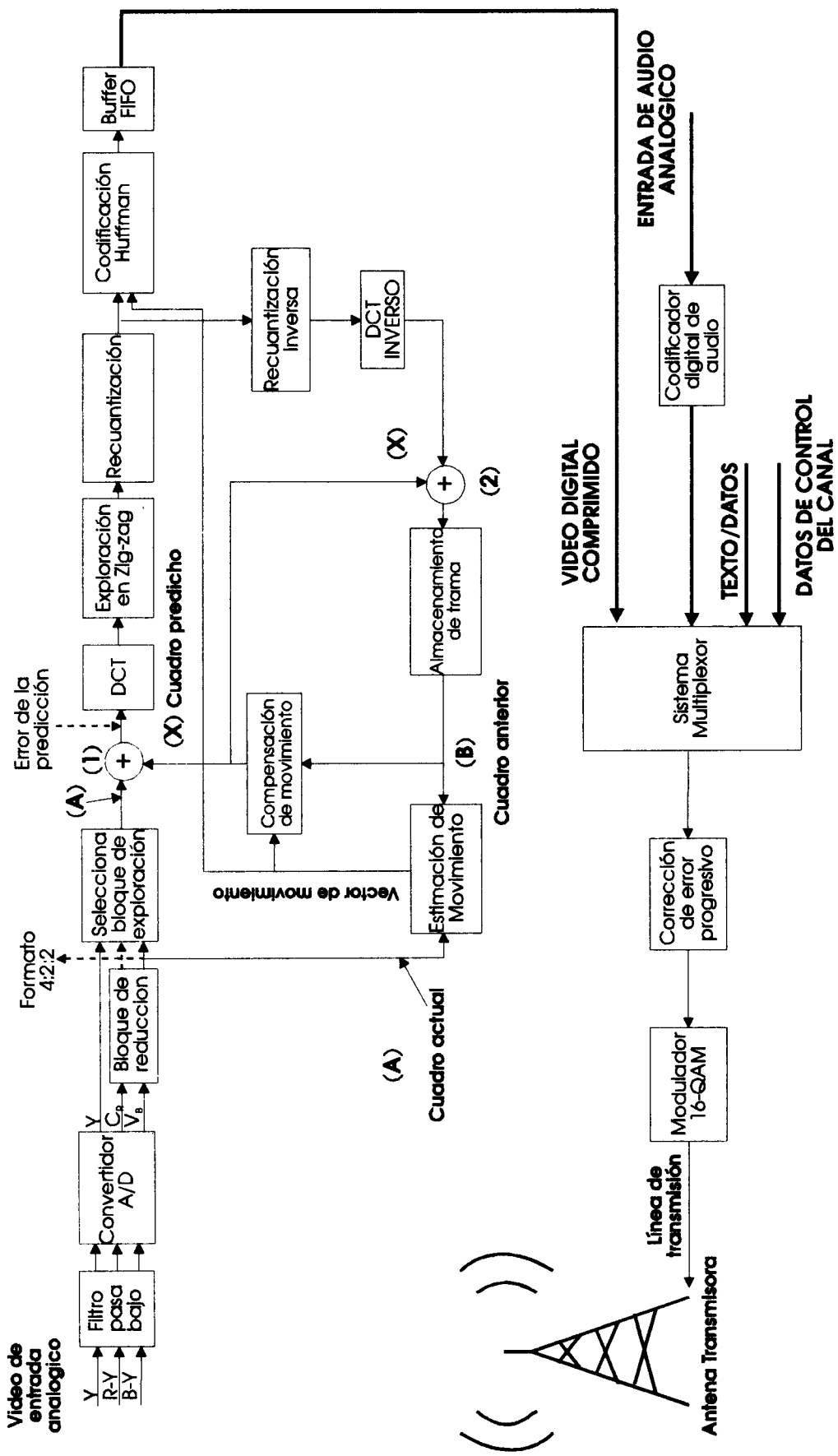

Fig 1-4 Diagrama de bloques del Sistema Digicipher.

La etapa de corrección de error progresiva (*Forward Error Correction FEC*), minimiza los errores en el canal de transmisión sobre la integridad de la señal recibida. Un esquema FEC en un sistema (n,k) (donde n es el total de bits transmitidos y k son los bits de información), añaden bits de control (n-k) para formar una palabra código. La palabra código es luego enviada hacia la recepción, en el camino puede ser contaminada por el ruido presente en el canal de transmisión, y la palabra recibida contendría errores.

En el receptor, el decodificar calcula su síndrome (un síndrome es una palabra binaria calculada por el decodificador que se usa para hacer la decisión de que palabra código fue transmitida). Si el síndrome es cero, la palabra recibida se asume libre de error y es entregada para posteriores procesamientos (sin bits de control). Si el síndrome de la palabra recibida no es cero, entonces se detecta la presencia de un error y el decodificador intenta localizar y corregir el error.

Finalmente en la etapa de modulación, este sistema utiliza la modulación 16-QAM; es decir, los datos se ponen sobre la onda portadora RF en forma de 16 combinaciones de amplitud y fase.

1.3 Requerimientos de ancho de banda

Los cuatro factores importantes que determinan el ancho de banda en una transmisión de video son:

- Relación de aspecto de la película.
- Método de exploración: entrelazado ó progresivo.
- Velocidad de exploración del cuadro.
- Número de líneas exploradas en cada cuadro.

El cálculo del ancho de banda de la señal de luminancia para un sistema de televisión de alta definición es aproximado, de esta manera se tiene:

b) Sistema con barrido progresivo, 787.5 líneas exploradas por cuadro y 59.94 cuadros por segundo.

En la obtención del número total de pixels (n_1), se debe tomar en cuenta que el poder resolutivo del ojo humano es menor en el sentido horizontal que en el vertical en un 30% aproximadamente.

$$n_1 = 787.5 * 0.7 \quad 550$$

El total de pixels que existe en la pantalla (n_2) es el resultado de multiplicar el número de líneas, el número de pixels horizontales y la relación de aspecto, ya que el número de pixels aumenta en esta proporción (16/9):

Debido a la separación entre pixels adyacentes y a la luminosidad del punto, se introduce un factor de corrección de 0.64 (factor de Kell), entonces el valor de n_2 cambia a:

$$n_2 = 787.5 * 550 * 16/9 * 0.64 \quad 493000$$

$$AB = 493000 \text{ pixels/cuadro} * 59.94 \text{ cuadros/segundo}$$

$$AB = 30 \text{ MHz}$$

Un factor crítico para el incremento del ancho de banda en señales de televisión es el aumento en el número de líneas exploradas (N) por trama, debido a que el ancho de banda es proporcional al cuadrado del número de líneas; esto es, al duplicarse N el ancho de banda se cuadruplica.

El ancho de banda requerido para HDTV es casi cinco veces el ancho de banda de un canal NTSC para luminancia; las componentes de color van separadas y multiplexadas en el tiempo y tienen igual ancho de banda que la luminancia sin procesar y sin comprimir, lo que supone que el ancho de banda total es la suma de los correspondientes a cada uno de ellos. Obviamente no puede ser acomodado dentro de los 6 MHz normalizados, entonces es necesaria la utilización de técnicas de compresión de señales de video.

1.4 Determinación de la razón de bits y la necesidad de compresión en Transmisión Terrestre HDTV

La velocidad máxima (razón de bits) que puede ser llevada en un canal de transmisión es una función del ancho de banda del canal y de la relación señal a ruido. Hace 50 años, Claude Shannon presentó su famoso

teorema sobre la capacidad del canal:

$$C = AB * \log_2 (1 + S/N) \quad \text{bits/segundo}$$

Ec. [1.1]

donde:

AB = ancho de banda de la señal

S/N = relación señal/ruido

Esto muestra que para cualquier ancho de banda, una velocidad alta es posible siempre que se disponga de una alta relación señal-ruido. Entonces la capacidad máxima del canal se puede lograr con una baja relación de error, codificando la señal previamente para la transmisión.

Cualquier exceso en la capacidad máxima resulta en un incremento rápido en la razón de error. De este modo, el diseño de un codificador eficiente es fundamental para lograr una velocidad aproximanda a los límites de Shannon.

Si el ancho de banda se define en 6 MHz, se tiene que para transmisiones prácticas la velocidad máxima está en el orden de 20 Mbps usando métodos de modulación comunes (por ejemplo modulación 16-QAM). Para servicio HDTV digital, esta velocidad debe incluir video, audio, servicio de datos auxiliares y corrección de error.

Tomando en cuenta los requerimientos de datos sin procesar y sin comprimir para la señal de luminancia del sistema HDTV; se considera un ancho de banda de 30 MHz para un sistema de exploración progresiva, y la mitad del ancho de banda para cada componente de color.

Para satisfacer el criterio de muestreo de Nyquist, las señales de luminancia y crominancia pueden ser muestreadas a una frecuencia equivalente a dos veces el ancho de banda de la señal en banda base, para mantener la información sin aliasing. Una frecuencia de muestreo mínima es aproximadamente de 75 MHz para luminancia y 37.5 MHz para crominancia en sistemas progresivos. En general, los sistemas HDTV utilizan frecuencias de muestreo elevadas pero que están en proporción con los anchos de banda manejados por el sistema.

Si ocho bits se usan para representar cada muestra de luminancia y las dos señales de crominancia, la velocidad binaria será de:

$$75*10^6 * 8 + 37.5*10^6 * 8 + 37.5*10^6 * 8 = 1200 \text{Mbps}$$

De los 20 Mbps que se emplean para transmisiones prácticas, aproximadamente 14 Mbps se utiliza solo para video lo cual implica una compresión de datos aproximadamente 86 a 1. Claramente se observa que representa un gran desafío para las tecnologías de compresión de video en la transmisión de señales HDTV digitales dentro de un canal de 6 MHz.

1.5 Compresión y Descompresión de video

Para la compresión se aprovecha la redundancia que contiene el video; las imágenes típicas tienen áreas en las cuales muchos pixels toman valores similares. La información en video que no es pronosticable ó que es la nueva parte de la señal se le conoce como entropía *(entropy)*, esta señal será la transmitida; el resto de la información en video es la redundancia, debido a que no añade nada a la información transmitida y es totalmente pronosticable.

Las señales de video pueden manejarse en cuatro dimensiones: la magnitud de la muestra, los ejes espaciales horizontal y vertical y el eje del tiempo. La compresión puede ser aplicada en cualquiera o en todas estas cuatro dimensiones.

La compresión de video generalmente se divide dentro de dos categorias básicas:

- Cuando las imágenes individuales se comprimen sin referencia a otra imagen, el eje del tiempo no entra en el proceso, lo cual es descrito como compresión *intra-codificado (intra=dentro)*, el proceso de intra-codificación trata a cada cuadro independientemente, utiliza ciertas técnicas desarrolladas para la compresión de imágenes sin movimiento (Transformada de Coseno Discreto DCT).

- Factores de compresión mayores se pueden obtener tomando en consideración la redundancia desde un cuadro al siguiente. Esto involucra al eje del tiempo y el proceso es conocido como compresión

inter-codificado (inter=entre). El estándar de compresión MPEG está en esta categoría.

a) Compresión Intra-codificado

Intra-codificación trabaja en las tres dimensiones: sobre los ejes espaciales horizontal y vertical y las magnitudes de las muestras.

A menudo las imágenes contienen considerables áreas en las cuales existen valores de pixels iguales o similares, esto tiene lugar a frecuencias espaciales bajas. El brillo promedio de la imagen resulta en una componente de frecuencia cero. Las componentes de alta frecuencia a menudo se las descarta porque no contribuyen con la información más importante para la imagen.

De este modo no es la DCT la que comprime los datos, es el proceso siguiente (la recuantización). DCT simplemente expresa el dato en una forma que hace al proceso siguiente más fácil. Los coeficientes DCT son luego sujetos a recuantización.

b) Compresión Inter-codificado

La Inter-codificación aprovecha la semejanza entre cuadros sucesivos en imágenes reales. En lugar de enviar la información de cada cuadro separadamente, los inter-codificadores envian la diferencia entre el cuadro anterior y el actual, la Fig. 1-5a muestra este principio; para esto se requiere almacenar un cuadro en el codificador para permitir la comparación entre cuadros sucesivos y un almacenamiento similar se requiere en el decodificador. Los datos obtenidos de la comparación son transmitidos como una imagen y sometidos a la misma forma de compresión basada en la DCT.

En el estándar de compresión MPEG periódicamente son transmitidos algunos datos de imágenes completas en lugar de los datos de la diferencia. La Fig. 1-5b muestra los datos de cuadros completos conocidos como "I" ó intra-cuadros, estos son alternados con cuadros que han sido creados usando los datos de la comparación, conocidos como "P" o cuadros predichos.

Los cuadros "I" requieren una gran cantidad de datos mientras que los cuadros "P" requieren menos datos.

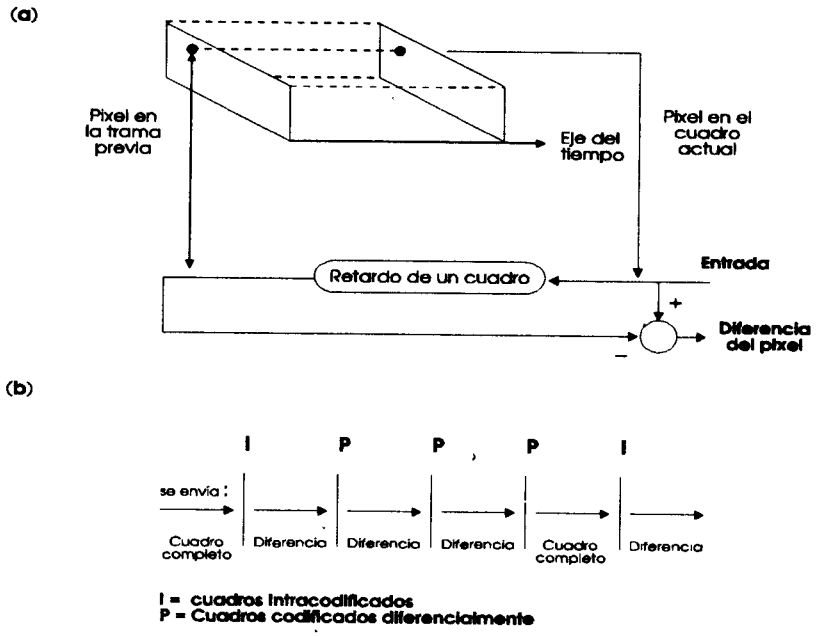

Fig 1-5 a) El sistema Inter-codificado usa un retardo para calcular la diferencia de pixels entre cuadros sucesivos, y b) Esquema de transmisión de datos del estándar de compresión MPEG.

1.5.1 Estimación y Compensación de movimiento

La estimación de movimiento es un proceso por el cual efectivamente se mide el movimiento de objetos desde un cuadro al siguiente. La Fig. 1-6 muestra que un cuadro en movimiento puede ser expresado en un espacio tridimensional, lo cual da como resultado que el área de la

pantalla se está moviendo a lo largo del eje del tiempo. En el caso de objetos sin movimiento, el análisis es solamente a lo largo del eje del tiempo. Sin embargo cuando un objeto se mueve, se crea un nuevo eje llamado eje óptico, el cual no es paralelo al eje del tiempo. El eje óptico une el mismo punto de un objeto en movimiento tomando varias posiciones en la pantalla.

En la estimación de movimiento, en una área determinada de la imagen (bloque DCT) se selecciona una área de investigación de donde se escoje un bloque de pixels y se almacena como referencia. Si el bloque almacenado es parte de un objeto en movimiento, un bloque similar existirá en la siguiente imagen, pero no en el mismo lugar.

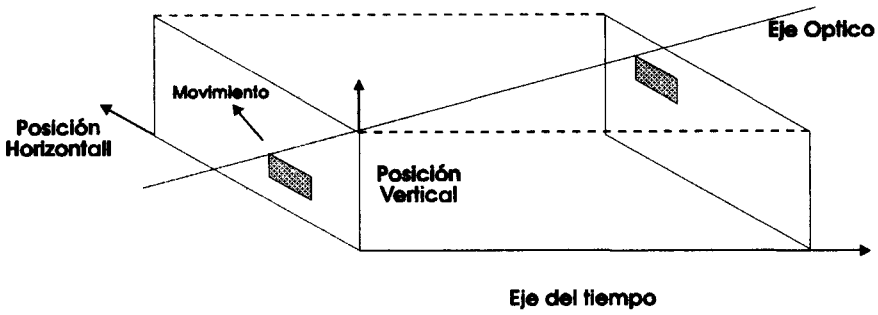

Fig 1-6 Movimiento de objetos en un espacio tridimensional a lo largo del eje óptico, el cual es solamente paralelo al eje del tiempo si no existe movimiento.

Es claro que el valor del dato que representa un objeto en movimiento cambia con respecto al eje del tiempo. Sin embargo, al mirar a lo largo del eje óptico la apariencia de un objeto solamente cambia si se deforma o rota, pero para movimiento de traslación simple los datos que representan un objeto son altamente redundantes. De este modo si se localiza el eje óptico, se puede obtener una mayor ganancia de codificación.

La Fig. 1-7 muestra un camino en el cual este concepto puede ser visualizado. Un retardo permite a dos cuadros sucesivos ser comparados en una estimación de movimiento, en donde el movimiento de la imagen es cancelado porque la comparación se realiza a lo largo del eje del movimiento (eje óptico) antes que del eje del tiempo. Factores de reducción mayores son posibles porque es necesario enviar solamente los parámetros de movimiento y un número pequeño de diferencias de la imágen en cuestión. Los vectores de movimiento son parámetros de dos dimensiones, estos describen la distancia y dirección por las cuales ciertas partes de la imagen se mueven entre cuadros. Si dos cuadros son superpuestos se verá solamente la redundancia y semejanza.

Fig 1-7 La compensación de movimiento cambia un cuadro de acuerdo al vector de movimiento, cancela el movimiento y revela semejanzas desde un cuadro al siguiente.

Un codificador de estimación y compensación de movimiento trabaja como se muestra en la Fig. 1-8: Un cuadro "I" es enviado, pero también se lo almacena localmente, de manera que pueda ser comparado con el siguiente cuadro de entrada, para encontrar el vector de movimiento. Para predecir, el codificador hace una suposición de la trama actual usando información desde un cuadro "I" anterior, de acuerdo a los vectores de movimiento se cancela el movimiento interno del cuadro, y se compara con el siguiente cuadro para producir el error de la predicción (parte de la imagen que no ha sido pronosticada), que es la diferencia entre los valores actual y predicho (cuadros "P").

Claramente los datos del error de la predicción pueden ser tratados como cuadros y ser sujetos a técnicas adicionales de compresión basadas en la transformada DCT.

En la Fig. 1-8 se observa que el error de la predicción y el vector de movimiento son transmitidos. En el receptor, el decodificador tiene también que fabricar el mismo valor predicho; esto es, el cuadro "I" que está también retenido en memoria, cambia de acuerdo al vector de movimiento transmitido y luego el error de la predicción se añade para crear la imagen real.

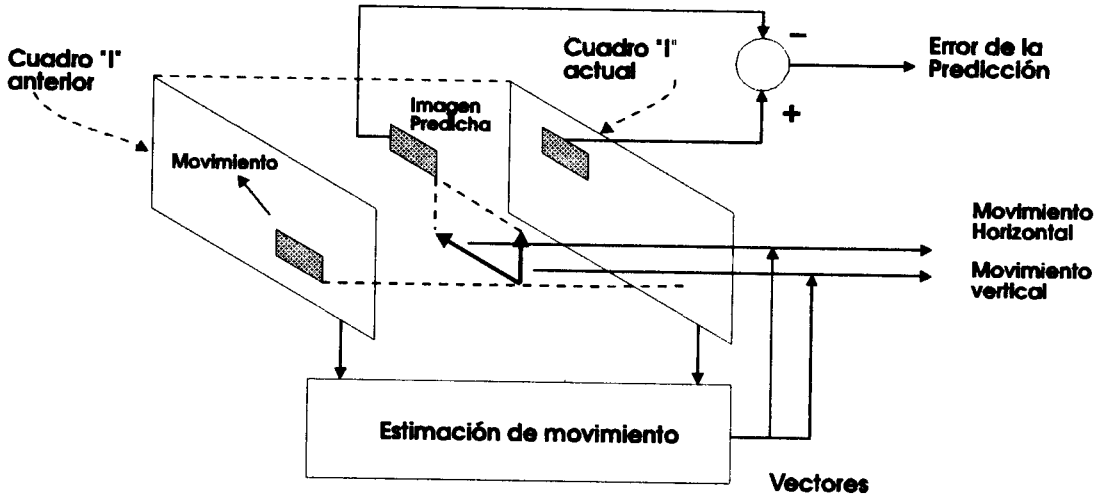

Fig 1-8 Sistema de compresión compensada de movimiento. El codificador calcula el vector de movimiento, el cual es transmitido y además usado localmente para crear el cuadro predicho. La diferencia entre el cuadro predicho y el cuadro actual es también transmitido.

1.5.2 Transformada de Coseno Discreto (*Discrete Cosine Transform DCT*)

La DCT es un proceso matemático (no es, en sí misma compresiva o reductiva del número de componentes de una imagen) que toma las señales en banda base HDTV digitales y las convierte desde el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia.

Con el video, la DCT, actúa sobre bloques de NxN pixels que representan los niveles de intensidad lumínica y cromínica de un número determinado de elementos en cada porción de imagen (Fig. 1-9). La transformación convierte cada bloque en un arreglo de un mismo número de datos, que representan las amplitudes de los coeficientes de frecuencia obtenidas del bloque original, y concentra la energía de video (primeramente componentes de baja frecuencia de video a las cuales el ojo humano es más sensitivo) dentro de pocos coeficientes. La mayor parte de los componentes de alta frecuencia de video son representados como coeficientes con un valor cero o cercano a cero.

Los bloques de pixels son procesados en orden y sometidos al proceso de la DCT, hasta que se

complete la trasformación de todo el cuadro.

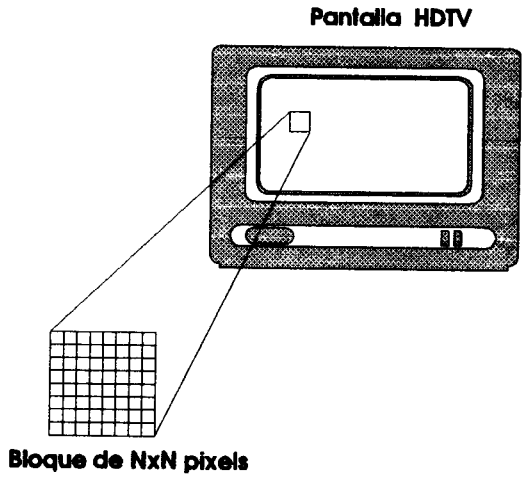

Fig 1-9 Señal HDTV dividida en bloques de NxN pixels.

En un esquema de procesamiento de imagen común, los coeficientes de frecuencia en un arreglo transformado son leidos serialmente en forma de *zig-zag* (Fig. 1-10). Así siguiendo el término DC, el segundo coeficiente da la amplitud de la frecuencia más baja en la dimensión horizontal del arreglo. El siguiente valor representa la amplitud de la frecuencia más baja en la dimensión vertical, y así sucesivamente. El valor final, el coeficiente 64^{avo}, indica la amplitud de la frecuencia más alta tanto en dirección horizontal como vertical.

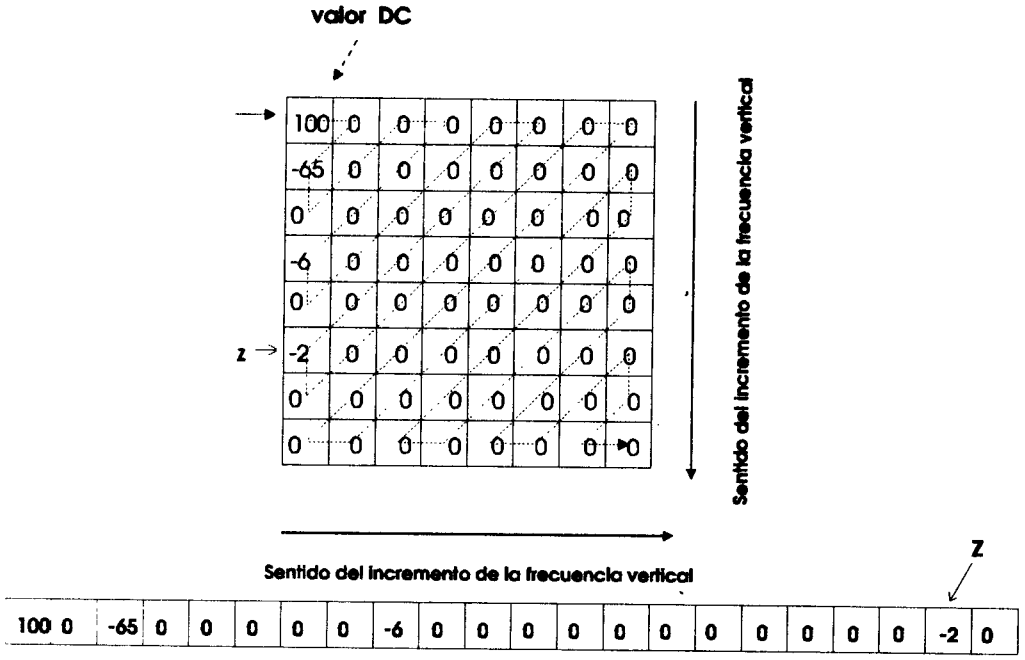

Fig 1-10 Lectura en forma de zig-zag de un bloque de 8x8 pixels.

CONCLUSIONES

- Las modificaciones realizadas a los diferentes parámetros de un sistema de televisión para llegar a tener las características del sistema HDTV, supone un aumento del ancho de banda para cada uno de los parámetros que intervienen:

a) El incremento de la relación de aspecto de 4/3 para los sistemas convencionales, a 16/9 en los sistemas HDTV; implica un incremento de 4/3 (1,33) del ancho de banda.

b) El factor más crítico es el número de líneas debido a que este parámetro afecta de una manera cuadrática; es decir, si en el sistema de 525 líneas (NTSC) duplicamos el número de líneas (1050), esto implicaría multiplicar por 4 el ancho de banda de 4.2 MHz.

c) Si el sistema HDTV emplea barrido progresivo a 59.94 Hz, en relación al sistema NTSC actual con barrido entrelazado a 29.97 Hz, supone duplicar el ancho de banda de 4.2 MHz a 8.4 MHz.

El ancho de banda de la señal de luminancia en un sistema HDTV es aproximadamente 5 veces de lo que se tiene en un sistema convencional.

- Desde el punto de vista de codificación y transmisión la realización de HDTV es muy interesante, dado que la señal digital es procesada y comprimida de una manera más eficiente, resultando con ello un aprovechamiento mayor del ancho de banda.

- Los métodos de compresión de imágenes aprovechan la redundancia del video tanto espacial como temporal y de las limitadas capacidades del sistema visual humano.

- La compresión del video puede ser aplicada a la magnitud de la muestra, a los ejes espaciales horizontal y vertical (*intra-codificado*); y al eje del tiempo (*inter-codificado*).

- La eliminación de la redundancia espacial en las imágenes, se logra con la combinación de la Transformada de Coseno Discreto (DCT) y la recuantización, la redundancia temporal se elimina con los procesos de estimación y compensación de movimiento.

- La estimación de movimiento mide el movimiento de los objetos dentro de una imagen desde un cuadro al siguiente con la ayuda del eje óptico.

- La mejora del sonido es una de las ventajas de la HDTV que unido con imágenes de pantalla ancha producen en el espectador una mayor sensación de realidad. Sin embargo, el sonido *surround* con tres canales frontales y uno o dos posteriores, a su vez implica un considerable incremento del costo del receptor.

- La HDTV podría suponer un formato unificador de los distintos sistemas de televisión existentes actualmente; si los países que usan los sistemas NTSC, PAL y SECAM pudieran ponerse de acuerdo en la elección de un único formato de HDTV, no habría obstáculos para el intercambio de programas.

En el futuro, la HDTV influirá en el mercado de los ordenadores, debido a que la HDTV usará tecnología de ordenador y monitores de televisión.

BIBLIOGRAFIA

[1] TAKASHI FUJIO, "High-Definition Television System", IEEE Transactions on Communications, Vol. 73, N° 4, Abril 1985.

[2] JOSEF BERNARD, "High Definition Television", Radio Electronics, Agosto 1987.

[3] GIMENEZ J., IGLESIAS E., MARTINEZ J., SANCHEZ J, "Televisión de Alta Definición", CEAP 1992.

[4] WHITAKER J, THORPE L, "Applying High-Definition Television", Television Engineering Handbook, 1992.

[5] STAN PRENTISS, "HDTV, High Definition Television", McGraw Hill, 1994.

[6] WATKINSON JOHN, "Compression in Video & Audio", 1995.

[7] AUBREY HARRIS, "The New World of HDTV", Electronics Now, Mayo 1993.

[8] BRIAN EVANS, "Understanding Digital TV, The Route to HDTV", IEEE PRESS Understanding science & Technology Series, 1995.

[9] AUBREY HARRIS, "The New World of HDTV" Electronics Now, Mayo 1993.

[10] KEITH JACK, "Video Demystified", HihgText publication Inc, 1993.

BIOGRAFIAS

Pozo, Fanny Ing. Obtuvo el titulo de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en Abril de 1995. Trabajó en la Escuela Politécnica Nacional como Auxiliar de Laboratorio de Sistemas Digitales; desempeñó el cargo de Ingeniero de soporte técnico en GAMAVISION (Canal 2). Actualmente labora en el Grupo tecnológico MAINT como Ingeniero de Servicios dando soporte tanto en software como harware de PC's.

Pérez, Tania Ing. Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones graduada en el Instituto Bonch Bruyevich, Leningrado 1977. Actualmente se desempeña como profesora principal a tiempo completo en la Escuela Politécnica Nacional. Ha realizado estudios de postgrado en computación en la misma institución. Sus áreas de interés se encaminan al desarrollo del video y procesamiento de imágenes.