

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DIRECTA DBS (Direct Broadcasting System)

INTRODUCCION

El servicio DBS surge a partir del sistema HDTV propuesto por la Gran Alianza. Hughes Communications, la United States Satellite Broadcasting Company (USSB) y los socios de Primestar ofrecen esta nueva clase de servicio de televisión a los Estados Unidos, Estos Servicios permite a los usuarios recibir programación televisiva directamente desde satélites en pequeñas antenas parabólicas (de 18 pulgadas a 3 pies) para recepción de satélite, las cuales no son movibles, pero en su lugar son dirigidos a una posición en el cielo.

Las señales son digitalmente comprimidas, permitiendo programaciones variadas para transmitir de un sencillo transponder de satélite, por eso permite más de 200 canales de una posición orbital en el cielo. Estos servicios son frecuentemente referidos como servicios Direct to home (DTH), pero el término DBS es más usado.

Por varios años, la FCC reservó una parte del espectro de transmisión y posiciones de órbitas satelitales, para una clase de servicio televisivo llamada Direct Broadcast Satellite (DBS). La posición del satélite está colocado nueve grados separado de otras transmisiones en el mismo rango de frecuencias (en lugar de dos grados para satélites convencionales) permitiendo recepción libre de interferencia en las antenas pequeñas de satélite. Esta es la definición de FCC de DBS y tiene muy especificadas las compañías con licencia para suministrar los servicios de DBS.

De cualquier manera, es posible para las compañías que no tienen licencia de transmisores DBS, de ofrecer servicios Direct To home de satélites convencionales. Para el consumidor, estos servicios Direct to home, son similares a los servicios con licencia DBS, excepto que, los servicios DTH, generalmente requieren una antena más grande. Como resultado, la definición de DBS es ahora generalmente usada para cualquier servicio Direct To Home usando pequeñas antenas satelitales para una posición fija de satélite.

Existen dos servicios más de DBS, que fueron puestos en operación en 1996. El primero lo ofrece un grupo de Operadores de Multi-Sistema de televisión por Cable (en

inglés, MSOs) y es llamado Primestar. Primestar es un servicio DBS no definido por la FCC, porque opera con satélites convencionales usando antenas de 36 a 40 pulgadas.

El otro servicio es suministrado por dos compañías diferentes, DIRECTV (subsidiaria de Hughes Communications) y USSB. Ambas compañías con licencia de proveedor de la FCC y como semejanza con un diseño especial de satélite DBS de alta potencia con recepción en antenas de 18 pulgadas.

El servicio DIRECTV/USSB es el primer servicio de Alta Potencia DBS. Usa tres satélites de banda Ku, los cuales operan desde una posición fija en el cielo. Los satélites son de alta potencia, modelo HS 601 construidos por Hughes Electronics. El primero (DBS1) usa 16 transponders de 120 watts mientras que los otros dos (DBS2 y DBS3) están configurados para usar, cada uno, ocho transponders de 240 watts. Dan de resultado un total de 32 transponders para el servicio de transmisión DBS. Cada transponder con ancho de banda de 24 Mhz. El transponder en turno opera a 40 Mbps.

DIRECTV ha vendido cinco de los transponders de 120 watts a la USSB. Las dos compañías competidoras ofrecen programación con una antena y un decodificador comunes.

Los satélites son varias veces más poderosos que la actual generación de satélites y, como ya se dijo están espaciados nueve grados de otros transmisores en el mismo rango de frecuencias.

El sistema utiliza el método de compresión MPEG-2 para permitir de cuatro a ocho canales por transponder, permitiendo un total de entre 180 a 200 canales. DIRECTV y USSB dicen que sus canales tienen una calidad parecida a los discos láser y el sonido con calidad de disco compacto (CD).

La televisión digital es el futuro de la televisión, así lo creen expertos, y el sistema DIRECTV está preparado para ella. Los satélites DBS cuentan con la capacidad de manejar televisión de alta definición (HDTV), cuando ésta comience, y los sistemas DSS están diseñados para manejarlo también. El centro de transmisión uplink de DIRECTV (CRBC, Castle Rock Broadcast Center) está ubicado en Castle Rock, Colorado, y cuenta con cuatro sistemas de antenas transmisoras de 13 metros de diámetro, seis antenas receptoras de banda Ku de 6 mts. de diámetro, dos antenas receptoras de banda Ku de 4.5 mts. de diámetro, y dos antenas receptoras Tourus multi-satélite de 10 mts. de diámetro. Además 54 transmisores de uplink de alta potencia.

Otros sistemas DBS en estados unidos

El sistema AlphaStar usa un esquema de codificación MPEG, incompatible porque es de un diferente esquema de encriptación. Esta asociación fundada en Canadá incluye los Samsung y Tee-Com, conocidos por sus receptores para satélites de banda C. Junto con Philips/Magnavox, ellos serán fabricantes de los receptores para este sistema.

Debido a que este sistema no usa inicialmente satélites de alta potencia, serán necesarias antenas receptoras de 76.2 cm (30 pulgadas) aproximadamente.

El sistema EchoStar es similar al sistema AlphaStar pero también incompatible, y será manufacturado por Sagem, SCI y Philips.

El sistema PrimeStar, la mayor competencia en DBS, va dirigido a los usuarios que no quieran adquirir el hardware (esto es una opción.). Soportado por cinco compañías de televisión por cable, este sistema usa antenas de Canal Maestro de 81 cm (32 pulgadas) a 1 metro aproximadamente (39 pulgadas) de diámetro, para el control de la calidad de recepción dependiendo de la localización, junto con los receptores de General Instruments.

GENERALIDADES SOBRE LOS SATELITES DEL SISTEMA DBS

Todos los servicios de comunicación, desde las que son de la costa a los barcos a las de satélite, son asignadas a operar en una banda de frecuencia única en el espectro electromagnético.

Los satélites usan ondas de radio VHF operando en las bandas de frecuencias de las microondas ambas son la banda C y la banda Ku. Los satélites de la banda C transmiten generalmente en la banda de frecuencia de 3.7 a 4.2 Gigahertz (Ghz), bandas fijas de servicio de satélite (FSS). De cualquier manera, porque las frecuencias FSS también son usadas por comunicaciones punto-punto en enlaces terrestres, la recepción de satélite de FSS banda C es propensa a la interferencia.

Los satélites de banda Ku pueden clasificarse en dos grupos:

- Satélites de potencia baja y media de banda Ku, que operan en señales entre los 11.7 y 12.2 Ghz. En la banda FSS.
- y los nuevos satélites de alta potencia de la banda Ku, transmitiendo en los 12.2 a 12.7 Ghz. En la banda de Direct Broadcast Satellite (DBS)

A diferencia de los satélites banda C, los satélites DBS de la banda Ku son exclusivamente dirigidos a las frecuencias que ocupan. Por lo tanto, los satélites DBS banda Ku no están sujetos a la interferencia de microondas.

Por sus capacidades de baja frecuencia y potencia de transmisión, los satélites de FSS banda C y banda Ku requieren una antena receptora de mayor tamaño. Los satélites de FSS están separados de 2 a 3 grados entre ellos. Los satélites de alta potencia banda Ku, transmitiendo a 120 watts o más, están separados 9 grados entre ellos.

Los satélites están localizados en la órbita del cinturón de Clark, 22300 millas sobre el ecuador. Cada satélite tiene una vida aproximada de 12 años.

A diferencia de los satélite FSS que usan polarización lineal horizontal y vertical, los satélites DBS-1 y DBS-2 usan polarización circular. La energía en microondas que lleva la programación es transmitida en un patrón de forma espiral. El tipo de polarización circular para la señal es ordenada por la dirección en la cual las microondas rotan para viajar hacia la antena parabólica. DBS-1 transmite solo señales en sentido contrario a las manecillas del reloj. DBS-2 Transmite en el sentido a favor de las manecillas del reloj. Usando la compresión y el multiplexaje de la información, los dos satélites juntos pueden transmitir arriba de 150 canales de video y audio convencionales (no de HDTV) combinando sus 32 transponders. El satélite DBS-1 fué lanzado en Diciembre de 1993, el DBS-3 en Junio de 1995, ambos en cohetes Ariane. El DBS-2 fué lanzado en Agosto de 1994 en un cohete Atlas.

Una red satelital típica consiste de:

- Un satélite que reciba las señales y las transmita de regreso a la tierra
- Una uplink que facilita la transmisión de la programación y otras señales, a satélites posicionados a 22300 millas aproximadamente, sobre el ecuador en los 101 grados longitud oeste.
- Una estación receptora, incluyendo una antena satelital y un receptor satelital, recibiendo las señales.

El programador envía el material hacia la estación de uplink donde el material es codificado digitalmente. La señal codificada es transmitida al satélite. Antes de la transmisión, la estación de uplink, comprime las señales de video y audio. Las señales comprimidas son formadas en paquetes de datos los cuales son enviados al satélite. El satélite devuelve la señal a la tierra donde es recibida por una antena receptora y un decodificador DSS.

ESTACION DE UPLINK

La figura 6-1 muestra como la información es cargada a la estación de uplink. Antes de comprimir, una señal sencilla de video y audio requiere un transponder completo del satélite. La compresión permite al transmisor enviar más de un canal satelital. Se muestran 3 canales de video, 5 canales de audio en estéreo (1 por cada canal de video y 2 extras para otros servicios, como un segundo lenguaje) y un canal de datos.

La configuración de la figura 6-1 puede variar dependiendo de los tipos de programación que ofrezca el programador. Las series de paquetes de información que llegan en cada canal son intercalados en forma de una simple serie de información (Multiplexados) y enviados al transmisor.

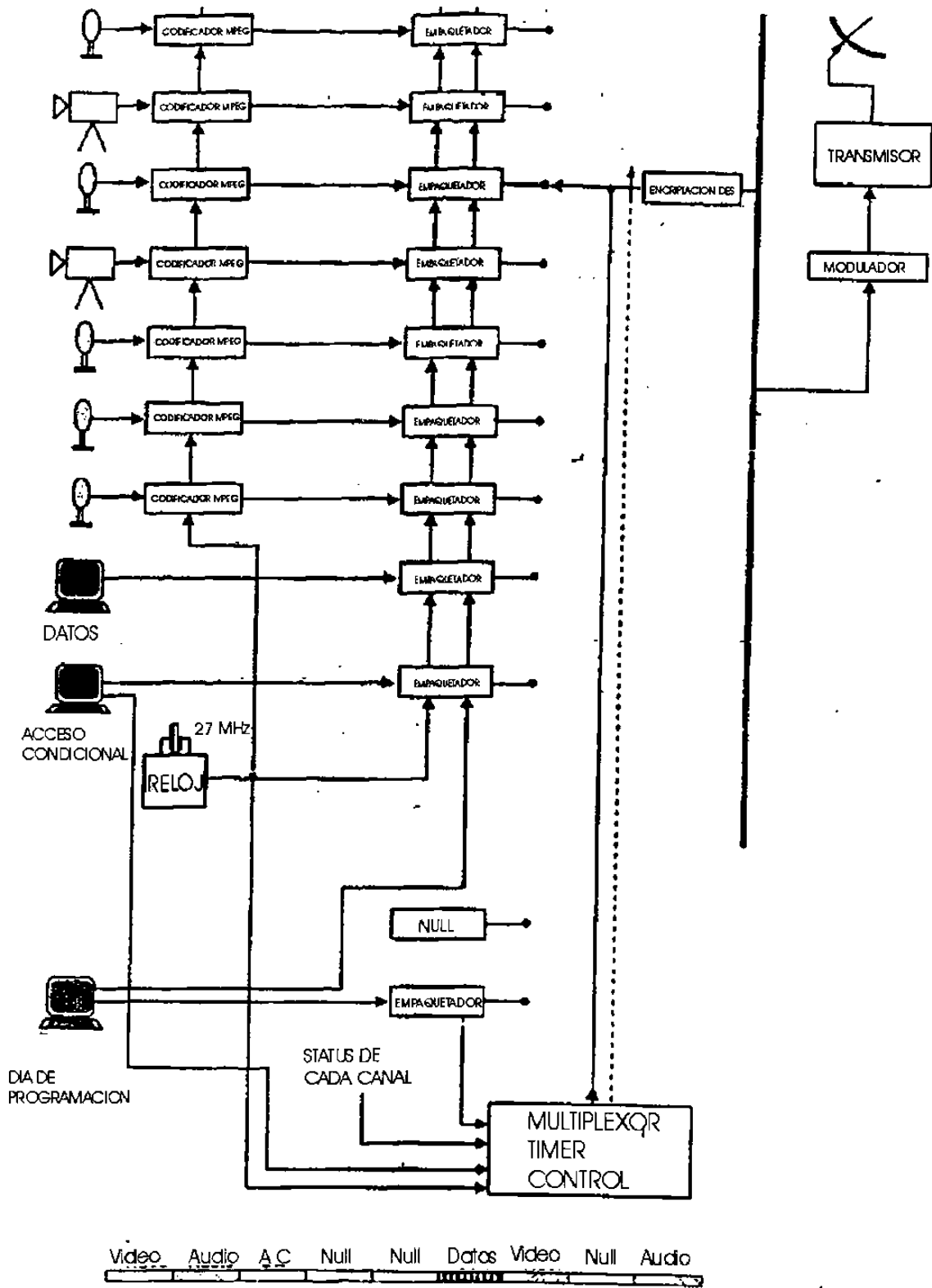


Figura 6-1 Diagrama de una estación uplink

SISTEMA DE RECEPCION DSS (Digital Satellite System)

El sistema DSS vino con el servicio del primer satélite de alta potencia DBS en Junio de 1994. Este es necesario para recibir la programación del sistema DBS. Consiste de: Una antena de 18 pulgadas (en algunas zonas es necesaria una antena más grande), una caja decodificadora digital y un control remoto.

La información programada del sistema DSS es digital y es transmitida en paquetes de información, como una computadora transfiere información usando un módem. En el sistema DSS hay cinco tipos de paquetes de información:

- Video y audio, el cuál contiene la información visual y audible de un programa
- Acceso condicional (CA), el cuál contiene información dirigida a los receptores individuales. Por ejemplo, el paquete que incluye su e-mail, la información de la tarjeta de acceso y la lista de los canales que autoriza a decodificar.
- Los paquetes de información que contienen cualquier forma de información que el programador quiera transmitir, como los reportes de almacenamiento o software.
- Guía de programación, la cuál proporciona la lista de los programas de TV, y suministra al receptor con información de como es el orden de los canales.

Empaquetado de la información

Cada paquete de datos tiene 147 bytes. Cada byte esta compuesto por ocho bits. El primero de los dos bytes en el paquete de información contiene el servicio de identificación de canal (SCID) y banderas. El SCID es un número de 12 bits, 0 a 4095, que indica al canal de información a cuál paquete pertenece. Cada bandera tiene una longitud de cuatro bits. La bandera controla si el paquete está comprimido, y si es así, cuál clave lo decodifica.

El tercer byte de información es un paquete "tipo" de cuatro bits y un paquete de cuatro bits "contador de continuidad". El del paquete tipo indica los tipos de información de los paquetes. Cuando se combina con el SCID, el paquete tipo determina como puede ser usado el paquete. El contador de continuidad incrementa uno un uno por cada paquete tipo y SCID. Los siguientes 127 bytes de información contienen la información de carga la cuál es la actual información usable enviada por el programador del cable, como se indica en la figura 6-2.

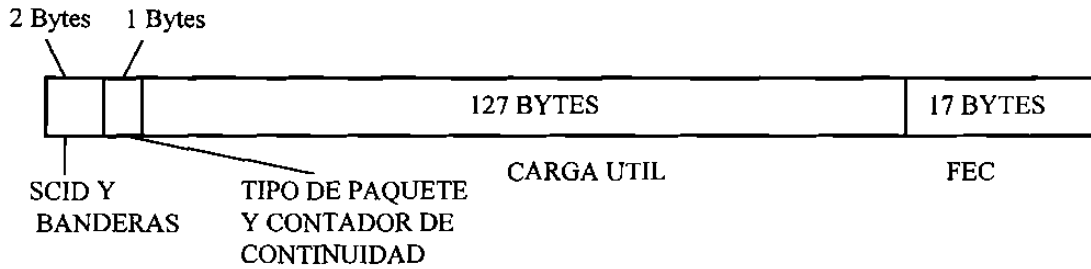


Figura 6-2 Trama del paquete de datos.

ANTENA SATELITAL

La antena satelital es un disco reflector ligeramente en forma de óvalo. La antena cuenta con un diámetro de 18 pulgadas (45.7cm) y tienen una ganancia promedio de 34db considerando una frecuencia de 12.5 Ghz. La forma de óvalo es requerida para la posición de 22.5 offset del convertidor LNB (low noise block). Si el LNB es montado en el centro del disco, el LNB bloquearía una parte del área de la superficie del disco y atenuaría la señal entrante de microondas.

El convertidor LNB convierte las señales de 12.2 Ghz a 12.7 Ghz de los satélites a las señales de 950 Mhz a 1450 Mhz, las frecuencias requeridas por el receptor. Existen dos tipos de LNB: de salida sencilla y doble. El LNB de salida sencilla tiene solo un conector de RF. La segunda salida en una doble salida de LNB puede ser conectada a un segundo receptor o usarse como parte de otro sistema de distribución.

Ambos tipos de LNB pueden recibir los dos tipos de polarización mencionados. El receptor selecciona el tipo de señal variando el voltaje en el centro del cable conductor que conecta el receptor al disco. El receptor selecciona la polarización en sentido de las manecillas del reloj colocando el voltaje aproximadamente + 13 volts, y la de sentido contrario en aproximadamente + 17volts.

RECEPTOR DEL SATELITE

El receptor del satélite decodifica la señal digital del satélite y la procesa digitalmente. No hay señales analógicas excepto por las salientes del codificador de video NTSC y del convertidor digital a analógico del audio (DAC). La figura 6-3 muestra un diagrama de cuadros del receptor.

Operación del receptor

El demodulador del receptor convierte la información modulada a una serie de información digital. La información es codificada del lugar del transmisor por un proceso que permite que al decodificador componer la información y verificar y corregir

errores que pueden ocurrir durante la transmisión. Este proceso es llamado Corrección de Error Avanzada (FEC). La información correcta es sacada al circuito integrado de transporte (IC) a través de una interface paralela de 8 bits.

El IC de transporte es el corazón de la circuitería de procesamiento de la información del receptor. La información proveniente del FEC es procesada por el IC de transporte y enviada al decodificador de audio o de video. El microprocesador es comunicado con los decodificadores de video y audio a través de IC de transporte. Además, la tarjeta de acceso es leída a través del IC de transporte.

La tarjeta de acceso recibe los códigos para decodificar un canal mezclado desde el IC de transporte. El IC de transporte usa los códigos para decodificar la información.

La información de video es procesada por el decodificador de video MPEG. El IC decodifica la información de video comprimida y la envía al codificador NTSC. El codificador convierte la información de video digital a video NTSC analógico que es enviado al S-video y a las salidas de video compuesto.

También, la información de audio es decodificada por el decodificador MPEG. La información de audio de 16 bits decodificada en estéreo es enviada al convertidor dual analógico a digital (DAC) donde los canales de información izquierdo y derecho son separados y convertidos de nuevo en audio analógico en estéreo. El audio es enviado a las salidas de audio izquierda y derecha. Además los canales de audio izquierda y derecha son mezclados para suministrar una fuente de mono audio para el modulador de RF.

El microprocesador de 16 bits recibe y decodifica los comandos remotos infrarrojos y los comandos del panel frontal. Este programa de software está en el procesador ROM (Read Only Memory). El microprocesador controla los otros dispositivos digitales del receptor por direcciones y líneas de datos. Además es el responsable de encender el led de color verde localizado en el botón de apagado y encendido.

El módem es conectado a la línea telefónica y transmite información periódicamente del receptor al proveedor de la programación. El módem opera a 1200 bps y es controlado por el microprocesador. Cuando el módem empieza a intentar marcar, envía el primer número como un tono. Si el marcaje de tonos continúa después del primer número, el módem switchea el marcaje de pulsos y remarca el número completo. Si el marcaje de tonos para después del primer número, el módem continúa marcando el resto de los números como tonos. Además, el módem automáticamente reactiva la línea telefónica si se levanta otro teléfono en la misma extensión.

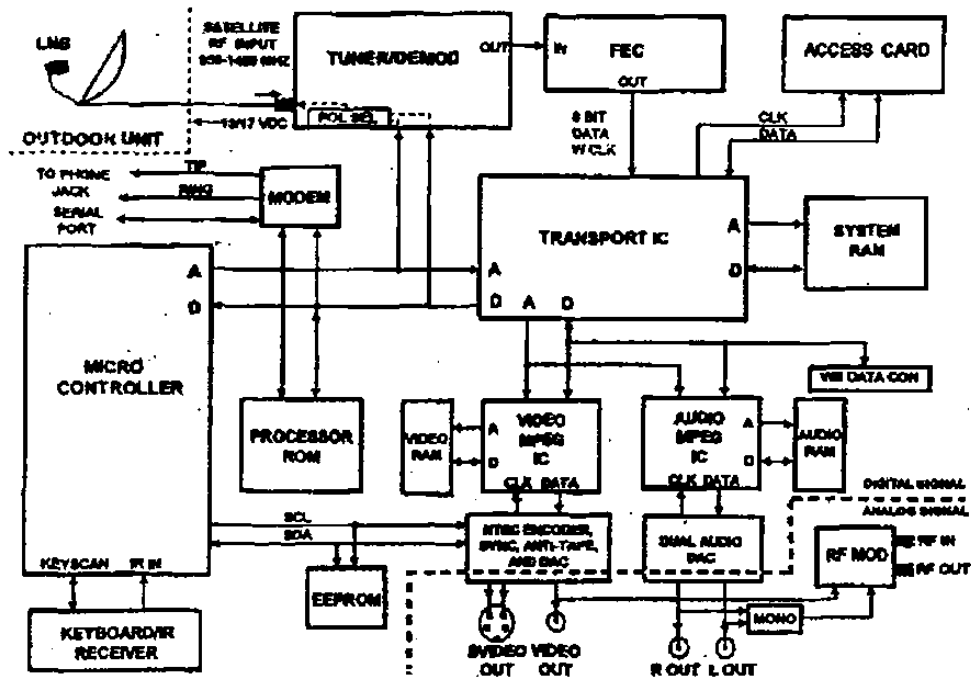


Figura 6-3 Diagrama de cuadros del receptor satelital.

El sistema DSS de la SONY, tiene el mismo tipo de funciones del RCA, con algunas diferencias:

- Tiene un procesador de 32 bits que hace más rápida la búsqueda de los canales y servicios
- La antena, tiene un LED buscador de señal que hace la instalación más fácil porque se localiza la potencia de la señal sin soltar la antena.

Thomson Consumer Electronics (bajo los nombres de RCA y GE) y Sony construyeron los decodificadores y las antenas de 18 pulgadas. Además de estas compañías existen: Toshiba América Consumer Products Co., Uniden America Corporation, Hughes Network Systems (HNS), Samsung Electronics Co. Ltd., SANYO Electric Co. Ltd., y Daewoo Electronics Co. Ltd., las cuáles presentaron durante 1996 sus versiones del sistema DSS.

PROCESO DE CORRECCIÓN DE ERRORES (FEC, FORWARD ERROR CORRECTION)

Por la longitud de onda tan corta de las señales de microondas de la banda Ku, cerca de 2.5cm, durante los periodos de fuerte lluvia, las gotas de lluvia actúa como pequeñas antenas y pueden absorber señales de los satélites.

La atenuación aproximada por la precipitación pluvial en 12.5 GHz., asumiendo 1.6 Km de la trayectoria desde el satélite al receptor pasando a través de la lluvia, es dada en la siguiente tabla. La precipitación pluvial es medida en profundidad por hora.

Precipitación	Atenuación	Descripción
(0.5mm)/hr	0.01 dB	Llovizna
(2.5mm)/hr	0.1 dB	Lluvia ligera
(12.7mm)/hr	0.9 dB	Lluvia fuerte
(25.4mm)/hr	2.3 dB	
(100mm)/hr	12 dB	Chaparrón
(250mm)/hr	43 dB	

Como las señales del satélite son digitales, el incremento en la señal de atenuación resulta en un incremento en la señal BER (bit error rate). La video compresión es usada por todas las señales de video del satélite en el sistema DBS. Esto significa que cada bit de información, es originalmente recibido como un número de bits de información en la señal original de televisión, antes de la compresión. Si se presentan las condiciones especiales, la señal recibida en muchas partes, durante la lluvia, puede ser invisible (como un conjunto de bloques de color o una imagen congelada). En este caso, el uso de corrección de errores avanzada (FEC), compone el desperfecto.

De los 40 Mbps disponibles por transponder de satélite, sólo 23 Mbps son usados por las señales actuales de video y audio, mientras que los 17 Mbps restantes son usados para la información del FEC. La elección de un oportuno FEC, asegura que el DBS pueda trabajar eficientemente con las pequeñas antenas receptoras. Sin el FEC, estas pequeñas antenas sólo suministrarían a los periféricos señales marginales.

Cuando la calidad de la señal llegue muy pobre (un extremadamente alto BER), como durante una tormenta, la capacidad de corrección de error automática puede comenzar a fallar. Esto aparecerá al usuario como un montón de pequeñas imágenes colocadas incorrectamente, nieve de un conjunto de colores, arcoiris u otras anomalías visuales. Sonidos de estática quizá se escuchen en el audio.

Cuando la señal finalmente se desvanece del punto donde el FEC falla completamente, el receptor apaga el sonido y el video automáticamente. El video apagado usualmente aparece como una imagen congelada en la pantalla.

Cuando se reduce la precipitación, y el nivel de la señal crece gradualmente, el receptor alcanza un umbral donde puede inmovilizar las señales entrantes de los satélites y una vez más decodifica las señales, restaurando el video y audio normalmente.

FEC puede sonar como una técnica compleja pero es comúnmente usada por muchas formas de comunicación digital. Por ejemplo, el CD de audio.

Sólo el agua en su fase líquida podría atenuar las señales microondas de satélite, por lo que las nevadas no afectan al sistema DBS.

Codificando las señales de video

Los 23 Mbps disponibles para la transmisión de la señal en cada transponder es manejado por un dispositivo conocido como un multiplexor estadístico. Este en turno es conectado a varios video codecs MPEG2. Los codecs toman las señales analógicas sin comprimir de video y audio, las convierten a señal digital de 140 Mbps y reducen la actual velocidad de bit requerida a entre 1.5 Mbps y 15 Mbps para las aplicaciones DBS.

La serie de técnicas de compresión de video en movimiento en uso común incluye:

- Cuatro versiones de ISO-MPEG (Motion Experts Group),
- ITU-T H.320 é ITU-T H.324 para videoconferencia

Para la transmisión de imágenes fijas, los siguientes son usados:

- ISO-JPEG (Joint Photographic Experts Group),
- ITU-T JPEG (T.84)

Todas estas aproximaciones hacen uso de una codificación bidimensional DCT (discrete cosine transform), desarrollada por el Dr. When-Hsung Chen, jefe Científico del Compression Labs, Inc. (CLI) en San José, CA, Estados Unidos, una compañía que fabrica el codec MPEG2 y otros tipos de codecs. La técnica DCT trabaja removiendo redundancias de las imágenes. La profundidad de la compresión depende del ancho de banda disponible para transmisión y el contenido de la escena.

Estandar de compresión MPEG-2

Las imágenes en movimiento contiene redundancia en un frame de video a el otro. La compresión MPEG procede a grabar solo los vectores de movimiento que ocurren de un frame de video a otro. La información de fondo que no cambia es grabada solo cuando ocurren cambios. Usando éste método de compresión, la velocidad de información de video efectiva es reducida de cientos de megabits por segundo (Mbps) a un rango de 3 a 6 Mbps. La velocidad actual depende de la cantidad de movimiento en el video. MPEG simple tiene por definición 8 bits de precisión. Tres componentes de color

comprimido por cada pixel, algo de esto es apropiado para que el MPEG pueda producir simultáneamente los 16.7 clases de color.

El frame de interpolación es uno de varios métodos del MPEG que se pueden usar en combinación con otros métodos de compresión para explotar la secuencia de redundancia en video. Sin embargo, la interpolación del MPEG puede ser acompañada por el error de interpolación en el cuál la información se ocupará en el espacio entre la información interpolada y de la imagen original.

Los frames MPEG no son homogéneos. Están cortados dentro sin traslape, en regiones de 16x16 conocidas como macroblock. Cada macroblock puede ser decodificado arbitrariamente desde la línea o puede ser precedida desde regiones de 16x16 extraídas desde una o dos figuras de referencia previamente decodificadas y en el lugar del Frame Buffer Decode.

Las señales de video MPEG son exclusivamente componentes YCbCr. Esto permite programar para dejar componentes sobre la señal entera de trayectoria TV.

El concepto de MPEG-2 es similar al de MPEG-1, pero incluye extensiones para cubrir un gran rango de aplicaciones como las de altas velocidades de bits, y las muestras de velocidad (HDTV). El avance más significativo sobre MPEG-1 es la adición de sintaxis para una codificación eficiente de video entrelazado, éste se origina en cámaras electrónicas. El lenguaje o sintaxis del MPEG-2 representa la información tradicional simple en forma más compactada.

COMPRESION DE VIDEO

INTRODUCCION.

Los avances dramáticos registrados en las tecnologías del procesamiento de señales registradas en la pasada década han traído progresos significativos en el desarrollo de tecnologías de compresión para señales de video a diferentes velocidades de transmisión. De esta manera, los codificadores de video que en un tiempo eran técnicamente o económicamente imposibles, han emergido y han llegado a ser una herramienta práctica.

La información de video es provista en una serie de imágenes o “cuadros” y el efecto del movimiento es llevado a cabo a través de cambios pequeños y continuos en los cuadros. Debido a que la velocidad de estas imágenes es de 30 cuadros por segundo, los cambios continuos entre cuadros darán la sensación al ojo humano de movimiento natural. Las imágenes de video están compuestas de información en el dominio del espacio y el tiempo. La información en el dominio del espacio es provista en cada cuadro, y la información en el dominio del tiempo es provista por imágenes que cambian en el tiempo (por ejemplo, las diferencias entre cuadros). Puesto que los cambios entre cuadros colindantes son diminutos, los objetos aparentan moverse suavemente.

En los sistemas de video digital, cada cuadro es muestreado en unidades de píxeles o elementos de imagen. El valor de Luminancia de cada pixel es cuantificado con ocho bits por pixel para el caso de imágenes blanco y negro. En el caso de imágenes de color, cada pixel mantiene la información de color asociada; por lo tanto, los tres elementos de la información de Luminancia designados como rojo, verde y azul, son cuantificados a ocho bits.

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

La técnica de compresión de video consiste en tres pasos fundamentalmente, primero el preprocesamiento de las diferentes fuentes de video de entrada (señales de TV, señales de televisión de alta definición HDTV, señales de videograbadoras VHS, BETA, S-VHS, etc.), paso en el cual se realiza el filtrado de la señal de entrada para remover componentes no útiles y el ruido que pudiera haber en esta. El segundo paso es la conversión de la señal a un formato intermedio común (CIF), y por último el paso de la compresión. Las imágenes comprimidas son enviadas a través de la línea de

transmisión digital y se hacen llegar al receptor donde son reconvertidas al formato común CIF y son desplegadas después de haber pasado por la etapa de post-procesamiento.

Mediante la compresión de la imagen se elimina información redundante, principalmente la información redundante en el dominio del espacio y el tiempo. En general, Las redundancias en el dominio del espacio son debidas a las pequeñas diferencias entre pixeles contiguos de un cuadro dado, y aquellas dadas en el dominio del tiempo son debidas a los pequeños cambios dados en cuadros contiguos causados por el movimiento de un objeto. El método para eliminar redundancias en el dominio del espacio es llamado codificación intracuadros, la cuál puede ser dividida en codificación por predicción, codificación de la transformada y codificación de la sub banda. En el otro extremo, las redundancias en el dominio del tiempo pueden ser eliminadas mediante el método de codificación de intercuadros, que también incluye los métodos de compensación/estimación del movimiento, el cuál compensa el movimiento a través de la estimación del mismo.

METODOS DE COMPRESION DE VIDEO MAS UTILIZADOS.

Codificación Intracuadros.

La codificación intracuadros utiliza solo la información espacial que existe en cada cuadro de video. Como esta codificación no utiliza ninguna información en el dominio del tiempo, puede ser usada para la codificación de imágenes fijas. La codificación intracuadros de señales de video resulta ser simple y no requiere de memoria que almacene cuadros precedentes o posteriores. En general este método puede ser categorizado dentro de tres tipos: codificación por predicción, codificación de la transformada, y codificación de la sub banda. Como cada tipo de codificación tiene sus ventajas, es usual que se utilicen dos o más métodos combinados. En seguida se explicará cada uno de estos métodos.

Codificación por predicción.

La codificación por predicción es uno de los métodos más antiguos de compresión de imágenes y está basado en que los errores de predicción son muy pequeños cuando el pixel presente es producido por los pixeles vecinos. La técnica de codificación por predicción codifica el valor cuantificado de la diferencia entre el valor del pixel presente y el valor predicho (error de predicción). La utilización de un gran número de pixeles contiguos para la predicción puede disminuir el error de predicción y aumentar la efectividad del método. Pero como las ventajas de utilizar un gran número de pixeles vecinos no justifican la complejidad que esto conlleva, el número de pixeles vecinos utilizados para esta técnica no es mayor de cuatro.

La degradación de la imagen en la codificación por predicción es debida principalmente a que el paso de la cuantificación es muy grande, o el paso de la

cuantificación es muy pequeño, o también cuando una imagen se presenta continuamente en el tiempo. Aquí notamos que una técnica que produce resultados satisfactorios para imágenes fijas no necesariamente lo hará para imágenes en movimiento.

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

Codificación de la transformada.

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

Partiendo de la suposición de que las características estadísticas de los datos de la imagen no cambian, la transformada de Karhunen-Loeve (KLT Karhunen-Loeve Transform), ha resultado ser la mejor transformada desde el punto de vista del error cuadrático. Pero debido al hecho de que las funciones fundamentales de la KLT deben ser enviadas al CODEC ya que estas funciones fundamentales son dependientes de los datos, y debido a la dificultad de la computación a gran velocidad que requiere, es impráctico la utilización de la transformada de Karhunen-Loeve (KLT) en la aplicaciones en tiempo real. Una transformada que es muy parecida a la transformada de Karhunen-Loeve es la transformada discreta del coseno (DCT Discrete Cosin Transform), que se desempeña bien aún cuando no se toman en cuenta las características estadísticas de los datos de la imagen.

La transformada discreta del coseno realiza la transformada utilizando números reales y puede de esta manera emplear algoritmos de computación veloces que ya estén implementados. El principio fundamental de esta técnica se explica a continuación.

La imagen de entrada es dividida en bloques de $N \times N$ pixeles, el tamaño del bloque es escogido considerando los requisitos de compresión y la calidad de la imagen. En general, a medida que el tamaño del bloque es mayor la relación de compresión también resulta mayor, esto se debe a que se utilizan más pixeles para eliminar las redundancias. Pero al aumentar demasiado el tamaño del bloque la suposición de que las características de la imagen se conservan constantes no se cumple, y ocurren algunas degradaciones de la imagen, como bordes sin definir en la imagen. Los resultados en la experimentación han demostrado que el tamaño de los bloque más conveniente es de 8×8 pixeles. Después de dividir la imagen en bloques, la transformada discreta del coseno se aplica a cada bloque.

De ésta manera, el pixel $F(i, j)$ primero es transformado en $F(u, v)$ y después es comprimido a través de los pasos mostrados en las figura 7-1.

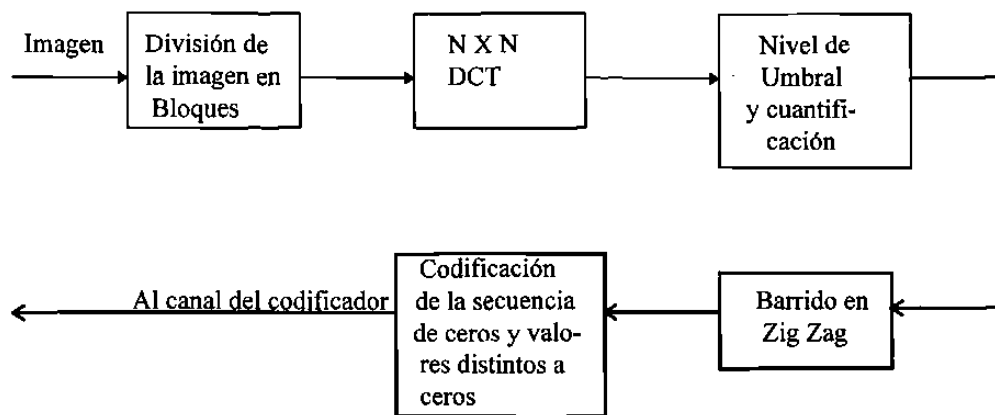


Figura 7-1 Diagrama a bloques de un codificador básico de la transformada discreta del coseno.

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

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

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

Codificación de la sub banda.

Aún cuando los fundamentos de la codificación de la sub banda son simples, el progreso en ésta técnica para compresión de imágenes no se había logrado hasta hace

poco. La codificación de la sub banda se compone de dos pasos. El primero de ellos es la filtración de la sub banda, que divide una señal de imagen en sus componentes de frecuencia, y el segundo paso en la codificación, que comprime cada banda de frecuencia de acuerdo a sus características respectivas.

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

Después de descomponer la señal en bandas de diferentes frecuencia utilizando el filtro de análisis, se aplica un esquema de codificación apropiado para cada banda. Ya que las características para cada banda, un mejor desempeño se obtiene al tratar a cada una de las bandas de acuerdo a cada una de sus características particulares. Uno de los métodos más empleados es una combinación de la codificación intracuadros, de la sub banda y el de la transformada discreta del coseno, que trabaja de la siguiente manera: como se muestra en la figura 7-2, cada cuadro puede descomponerse en cuatro bandas (LL, LH, HL, HH) aplicando un filtrado y análisis en la dirección horizontal y después en la dirección vertical.

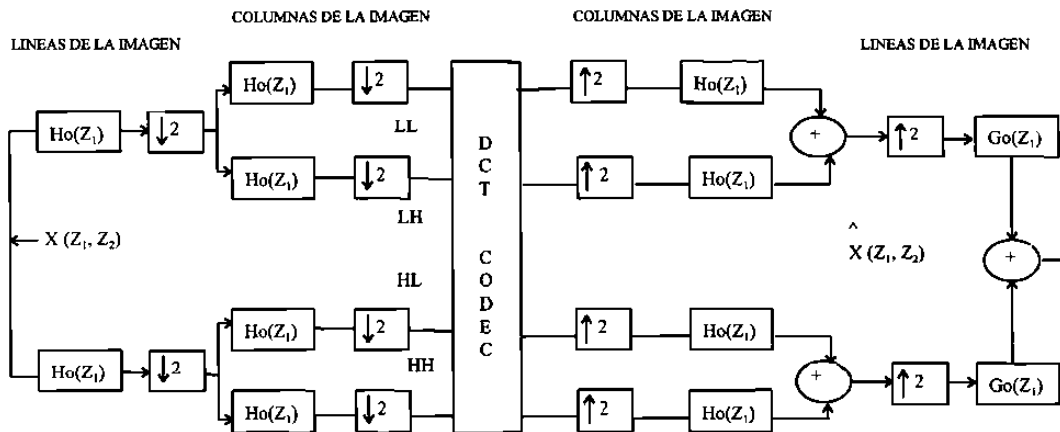


Figura 7-2 Diagrama de bloques para un método de codificación intracuadros híbridos (sub banda/DDCT)

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

Las bandas de las frecuencias altas (LH,HL y HH) contienen la mayoría de la información de los límites de los objetos, los fondos y las orillas, y los valores de los pixeles son generalmente menores que aquellos de la banda LL, entonces la información total contenida en éstas bandas es menor que la contenida en la banda LL. Además de que los ojos humanos no son sensitivos a los cambios pequeños de los pixeles de éstas tres bandas. Y partiendo de esto se puede aplicar una cuantificación no uniforme con alguna zona muerta para convertir los pequeños valores de los pixeles a cero sin que se note una degradación perceptible.

Codificación intercuadros.

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

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

La Figura 7-3 muestra la configuración de un codificador general de intercuadros. Esta configuración básica consiste de dos etapas: la primera corresponde a la estimación y compensación del movimiento, y la segunda a la compresión. El movimiento de un objeto es estimado calculando el desplazamiento relativo entre el cuadro anterior y sus datos correspondientes en la imagen, generalmente en unidades de bloques. La diferencia entre los datos presentes y los datos pasados compensados en movimiento es codificada para ser comprimida. La compensación del movimiento es usada para reducir las redundancias temporales, y es en cierta forma similar a la codificación por predicción mencionada anteriormente, la cual predice el pixel presente a partir de los pixeles contiguos de un cuadro dado. A continuación se describen algunos de los métodos más utilizados para la estimación del desplazamiento del movimiento.

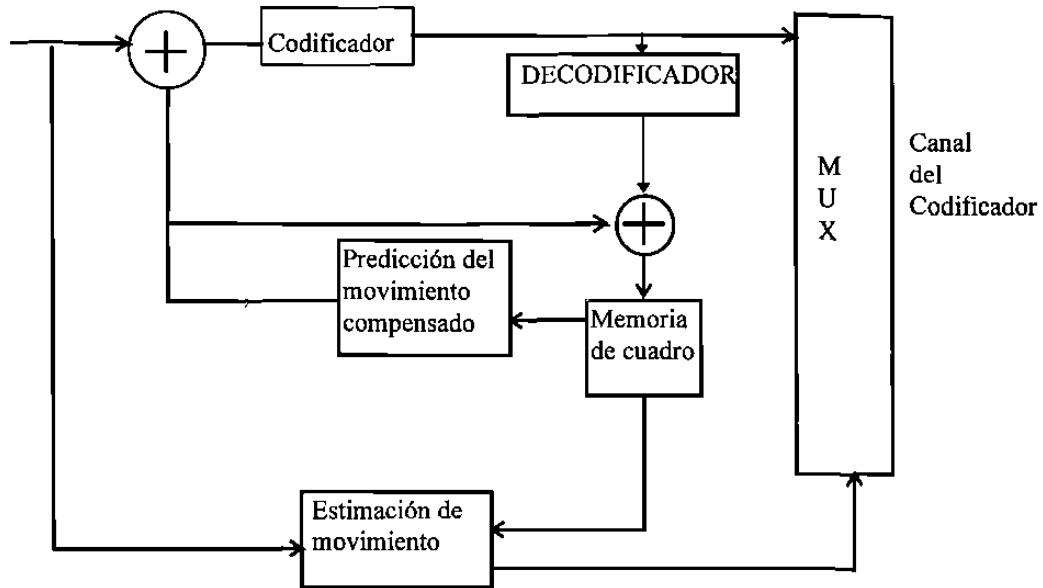


Figura 7-3 Codificador de intercuadros para la compensación del movimiento.

Estimación del desplazamiento del movimiento.

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

BMA estima el movimiento en base a bloques. Debido a que asume que en éste algoritmo todos los pixeles de un bloque se mueven en una dirección, los cálculos y el hardware asociados son simples. La operación de BMA está ilustrada en la figura 7-4. Cada cuadro es primero dividido en bloques de tamaño $N \times N$, y el desplazamiento del movimiento es estimado entre el cuadro presente y el cuadro anterior. La referencia para la estimación del movimiento puede ser el mínimo error cuadrático o el error de diferencia absoluta. El área de búsqueda de el cuadro previo es preespecificado, así que la estimación del movimiento es realizada en todos los bloques contenidos dentro de ésta área de búsqueda.

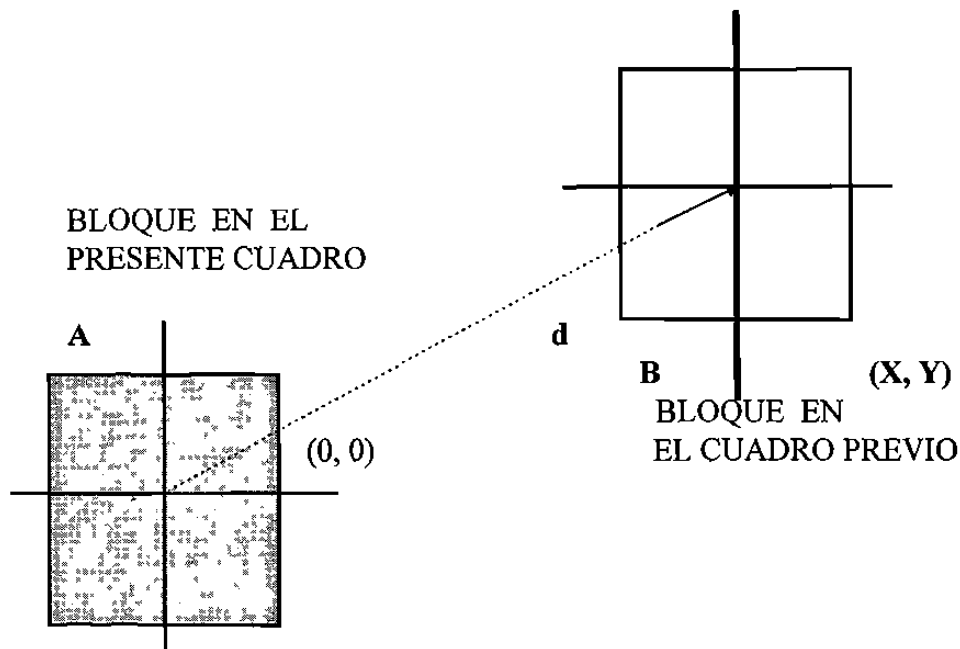


Figura 7-4 Codificador de intercuadros para la compensación del movimiento.

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

Codificación de compresión después de la estimación del desplazamiento del movimiento.

El propósito de la estimación del desplazamiento del movimiento es estimar los datos de la imagen presente (o bloque) a partir de los cuadros contiguos para reducir redundancias en el tiempo. La técnica que se utiliza más es la codificación de la predicción en compensación del movimiento. En éste esquema, el error de predicción, que es la diferencia entre el presente bloque y el bloque compensado en movimiento (del cuadro anterior), es codificado a través de predicciones precisas del bloque presente mediante el del cuadro previo, se puede reducir el error de predicción y elevar la razón de compresión.

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

EL MODELO DE COMPRESION H.261 .

La figura 7-5 es un diagrama que muestra el modelo del sistema P X 64, el cual consiste básicamente de cinco etapas : una etapa de compensación del movimiento, una etapa de transformación, una etapa de cuantificación “lossy”, (con pérdidas), y dos etapas de codificación del tipo “lossless”, (sin pérdidas). La etapa de compensación del movimiento subtrae la imagen de corriente de la vista cambiada de la imagen previa si ambas se asemejan. La etapa de transformación concentra la energía de la información en alguno de los primeros coeficientes de la transformada. Un cuantificador origina una pérdida controlada de información y las dos etapas de codificación proveen de compresión adicional de los datos. La figura 7-5 es un diagrama a bloques del algoritmo conceptual para la recomendación H.261 .

El modelo PX64 es considerado un compresor del tipo lossy, debido a que la imagen que es construida no es idéntica a la original. los codificadores lossless, los cuales crean imágenes idénticas a la original alcanzan muy poca compresión debido a que los bits menos significativos de cada componente de color llegan a ser progresivamente más fortítuos, lo que los hace más difíciles de codificar. La figura 7-5 muestra el flujo de información desde el codificador hasta el decodificador para el sistema PX64 .

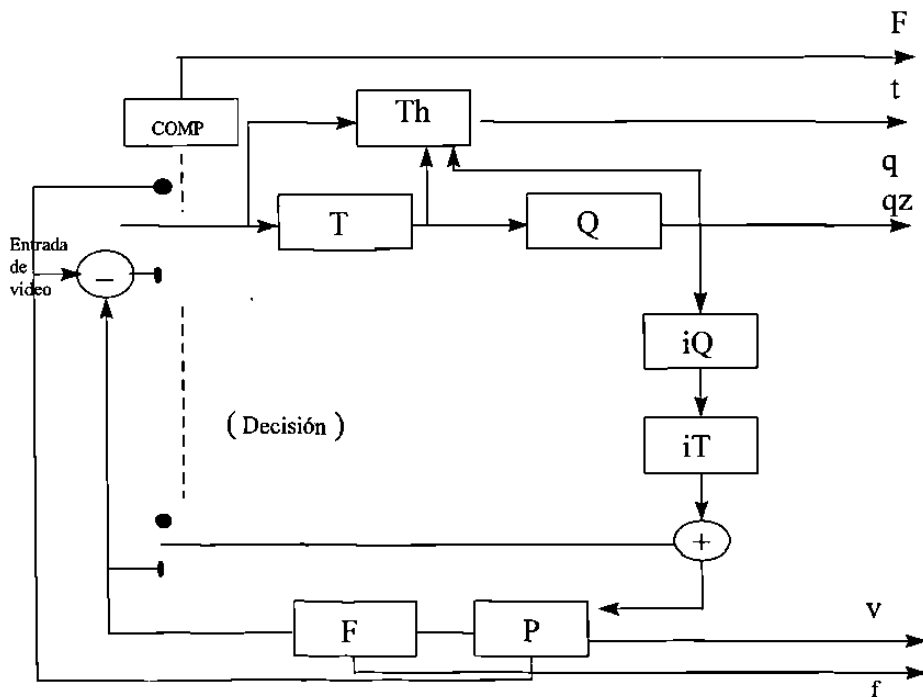


Figura 7-5 Algoritmo conceptual del modelo PX64

Para la figura 7-5 se utilizó la siguiente notación :

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

Estimación y compensación del movimiento.

Debido a que la mayoría de los cuadros en una secuencia de imágenes se observan muy similares exceptuando los cambios debidos al movimiento, como los son un “paneo” o movimiento de la cámara a través de la escena, podemos evitar el codificar el mismo bloque dos veces enviando la codificación de éste a través del vector de desplazamiento de la imagen previa causado por el movimiento de “paneo” .

La estimación del movimiento compara a 16 por 16 macrobloques en la Luminancia en un área pequeña de búsqueda de la imagen previamente transmitida. El rango para ésa comparación está entre ± 15 pixeles basados en el componente de Luminancia de la imagen. El desplazamiento con la diferencia más pequeña del macrobloque, determinada por la suma de los valores absolutos de la diferencia pixel a pixel a través del bloque, es considerada el vector de compensación de movimiento para ése macrobloque en particular. (El vector de movimiento de la crominancia es el vector de movimiento para la Luminancia dividido a la mitad).

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

La operación de la compensación del movimiento se muestra en la figura 7-6. El bloque “A” es un bloque en la imagen actual que será codificado. El bloque “B” es el bloque en la misma posición de “A” pero de la imagen que fue previamente almacenando tanto en el codificador como en el decodificador. Debido al movimiento de la imagen, el bloque “A” se asemeja más a los datos de los pixeles del bloque “C” que aquellos del bloque “B” . El desplazamiento del bloque “C” desde el bloque “B” medido en pixeles y en direcciones X y Y , es el vector de movimiento. Las diferencias pixel por pixel entre los bloques “A” y “C” es transformada y codificada. El vector de

movimiento y los datos codificados son transmitidos al decodificador , donde los datos del bloque inversamente transformados son agregados a los datos en el bloque “C”, apuntados por el vector de movimiento y situados en la posición del bloque “A”.

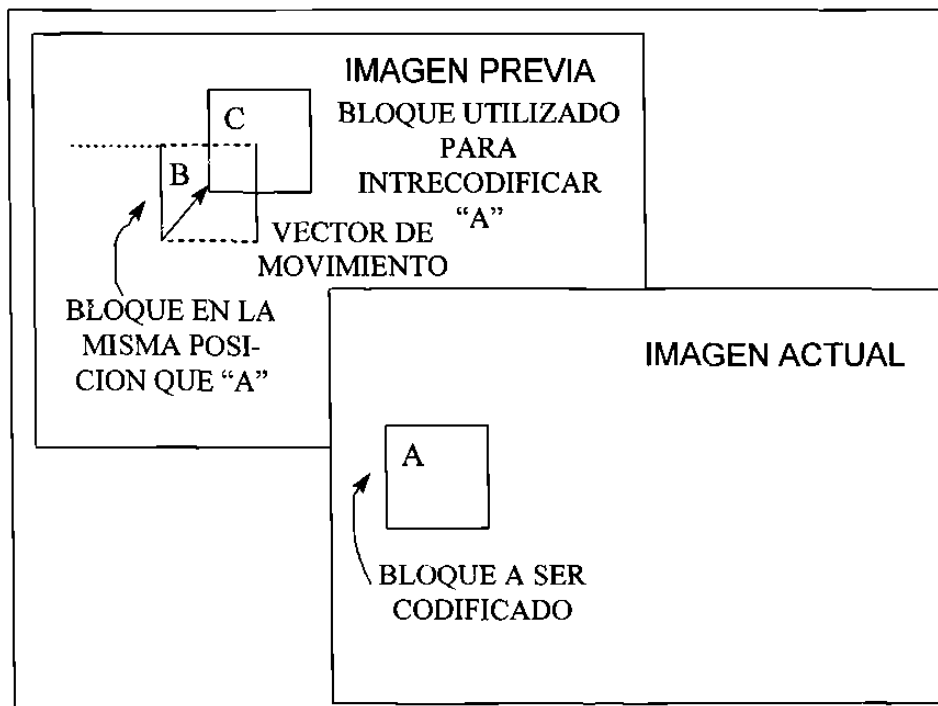


Figura 7-6 Compensación del movimiento.

El uso de vectores de movimiento es opcional en el codificador, donde el cálculo de los vectores de movimiento óptimos es complejo, pero si se requiere en el decodificador, en el cual, la construcción del movimiento es relativamente simple. El estándar H.261 no define todos los aspectos de la codificación y decodificación de la imagen. Si lo anterior es más bien una especificación de interoperabilidad, que garantiza que cualquier CODEC manufacturado de acuerdo a el estándar sea capaz de comunicarse con otro de diferente marca y fabricante , esto todavía permite una cierta de libertad para los fabricantes de ofrecer una mejor calidad, y nuevos desarrollos pueden ser incorporados, (esto es un contraste del estándar de audio G.722, donde el algoritmo de codificación está ya plenamente definido). La estrategia del codificador no está definida. Cuáles bloques serán codificados, con qué tipo de codificación y con qué exactitud dependen exclusivamente del diseñador, así como también dependen de éste la forma en la que realizará el filtrado o interpolación de las imágenes. Aún así, la H.261 permite a dos CODECS el comunicarse uno con el otro.

Etapas de transformación.

Si la energía de la imagen de video es de baja frecuencia espacial -con variaciones lentas-, entonces una transformada puede ser utilizada para concentrar la energía dentro de algunos coeficientes. El método de transformada elegido por la CCITT es el de transformada discreta del coseno (DCT) bidimensional de 8 por 8, una transformada extensivamente estudiada para la compresión de imágenes.

Una fórmula explícita para la DCT bidimensional 8 por 8 puede ser escrita en términos de valores de píxeles, $F(i, j)$, y los coeficientes de la transformada en el dominio de la frecuencia, $F(u, v)$.

Donde, la salida transformada de la 2D DCT será ordenada de tal manera que el mínimo valor, el coeficiente DC, se sitúe en la esquina superior izquierda y los coeficientes de más alta frecuencia se sitúen progresivamente a partir del coeficiente DC. Las mayores frecuencias verticales representadas por los números mayores de las filas y las mayores frecuencias horizontales representadas por los números mayores de las columnas.

Cuantificación.

La cuantificación es la etapa lossy en el esquema de codificación PX64. Si se cuantifica muy "ásperamente", se obtendrán imágenes demasiado "pixeladas", en cambio si se cuantifica muy "finamente", se pueden agregar bits menos utilizados como los de ruido por ejemplo.

Codificación de los elementos cuantificados.

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

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

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

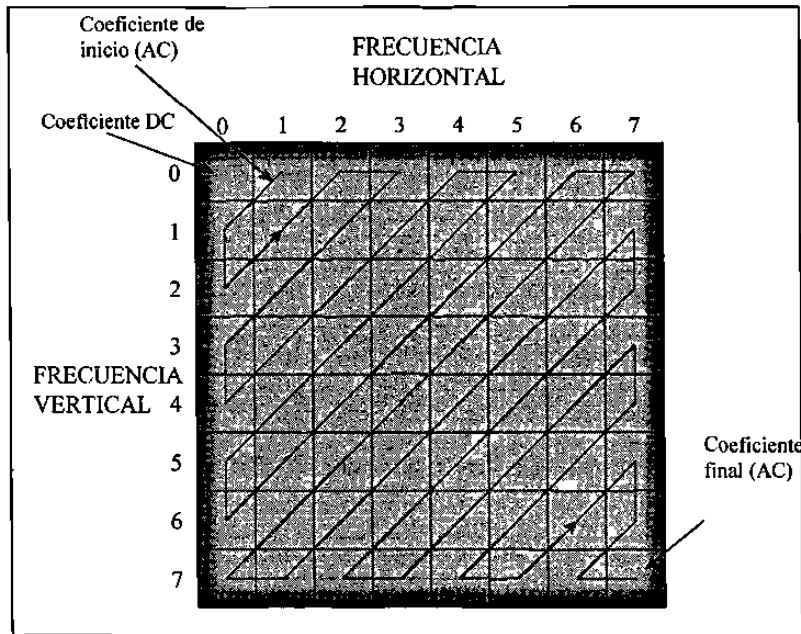


Figura 7-7 El patrón de reordenamiento de los coeficientes DCT cuantificados.

Los coeficientes DC son codificados directamente como un número de 8 bits para los bloques intra-codificados; para la predicción de movimiento de bloques, el coeficiente DC es tratado al igual que los coeficientes AC. El barrido en zig-zag pudiera arrojar códigos con coeficientes AC diferentes de cero conteniendo entre ellos ceros consecutivos. Por consiguiente, se pueden codificar los códigos resultantes del barrido en zig-zag mediante una técnica que permita reemplazar los códigos idénticos consecutivos con el número y el tipo, (por ejemplo, 555555599999999 por 7589), esta técnica es conocida como "Run Length". Así, los coeficientes AC son codificados basados en el número de ceros contenidos entre dos coeficientes diferentes de cero. Para combinaciones de ocurrencia frecuente, un código de longitud variable único es utilizado.

La codificación "Run Length" inversa traduce la cadena codificada de entrada en un arreglo de salida de coeficientes AC basado en la codificación "Run Length", toma la posición actual en el arreglo de salida y define un número de ceros seguido por el próximo coeficiente diferente de cero.

BIBLIOGRAFIA

- **Digital Telephony 2da. Edición**
John Bellamy
Wiley Interscience 1991
- **Sistemas de Comunicaciones Electrónicas**
Wayne Tomasi
Prentice Hall 1996
- **Electronic Communications Systems 2da. Edición**
Frank R. Dungan
Delmar 1993
- **PCM and Digital Transmission Systems.**
Frank f. Owen
Texas Instrument, Mc Graw-Hill
- **Electronic Communication Systems 3da. Edición**
George Kennedy
Mc Graw-Hill 1985
- **Analog and Digital Communications**
Hwei P. Hsu
Mc Graw-Hill 1993
- **PCM Básico**
Inttelmex
- **Radio Digital**
Inttelmex

