

**PRESENTE Y FUTURO  
DE LA TELEVISION DIGITAL**

---

---

Presentado por:

Xulio Fernández Hermida

Dr. Enxeñeiro de Telecomunicación

Prof. Titular Depto. Tecnoloxías das Comunicacións

Universidade de Vigo

GALITRONICA

Silleda, 26 de Outubro de 1995

Un siglo de televisión

---

## INTRODUCCION

Este trabajo está dividido en tres partes de las cuales la primera es esta breve introducción en la cuál se da un vistazo a lo que fué la historia de los sistemas públicos de difusión de televisión para luego aventurar lo que nos puede traer esa nueva televisión montada ya sobre las bien asentadas tecnologías y procesos digitales que han supuesto una revolución de primera magnitud desde su aparición hace unos pocos años. Piénsese que cuando nace la televisión (pongamos 1935) todavía no hay nada que pueda hacer pensar en algo digital. ¡Las técnicas digitales no están ni en los laboratorios!

La segunda parte está dedicada al análisis de la situación europea, a la que se dedica una mayor atención pues es la que nos afecta más directamente. En Europa se hizo un enorme esfuerzo en el desarrollo de un sistema analógico de alta definición que no llegó a salir de los laboratorios y los salones de exposiciones. Esto puede tener sus puntos buenos, pero un inconveniente que no se valora es que los ingenieros que piensan ahora en un nuevo sistema de televisión están muy influenciados por los estudios y desarrollos realizados para el MAC. Puede que esta sea la razón de que, en plena revolución digital, se esté planteando todavía en Europa la adopción de un sistema de transmisión de televisión que simplemente aportará calidad en las imágenes (tal es el caso del PALplus), cuando el reto no va por ahí. El usuario, al igual que cuando el MAC, busca otras cosas además de calidad de imagen.

Queda una esperanza en los trabajos del Digital Video Broadcasting Group que está desarrollando un sistema con la tecnología y los medios de hoy, en donde hoy tiene realmente un sentido restrictivo. Con la evolución tan rápida de las técnicas digitales no se puede plantear sosegadamente el desarrollo de un nuevo sistema de televisión. De hacerlo así, se corre el riesgo de que cuando se haya llegado al estandar, este sea ya obsoleto.

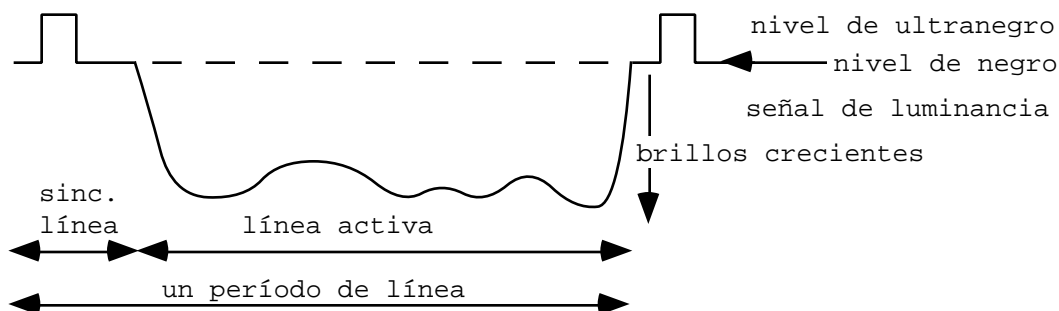
En la tercera parte se estudia la situación americana que, posiblemente por su mayor asunción de la tecnología, se plantea ya un sistema totalmente digital y más cercano a una enorme red de distribución de programas similar a las que existen ya a nivel mundial de ordenadores que al viejo concepto de transmisión de imágenes hacia un usuario pasivo.

Un tema que no se aborda, pero que debe estar permanente en mente, es la ausencia de una oferta real de pantallas de alta definición a precios asequibles. Estas podrían ser las verdaderas motivadoras de la introducción de un sistema de alta

definición. Pero no es así. Una pantalla de alta definición debe tener más de un metro de ancho, y esa pantalla hecha con un tubo de rayos catódicos (que sigue siendo el sistema de representación de imágenes que da mayor calidad) pesa, ocupa y cuesta una barbaridad. Con las pantallas actuales los usuarios no demandan mayor calidad de imágenes. Sí demandan en general mayor calidad en la programación, ¡pero eso no lo resuelven los ingenieros!.

## UN POCO DE HISTORIA

Las primeras emisiones regulares de televisión en blanco y negro se hicieron en el Reino Unido en 1936. La empresa difusora era la British Broadcast Corporation (BBC) y los equipos eran producidos por los estudios EMI. El sistema de televisión hacía ya un barrido electrónico del haz en pantalla presentando cada imagen en dos campos con líneas entrelazadas de modo que se evitaba el parpadeo tan molesto en los sistemas de barrido secuencial. Se transmitían 25 imágenes por segundo y 405 líneas por imagen (405/50/2:1). Tal sistema ya fue considerado de 'alta definición' pues se transmitía con un número de líneas muy superior al de los prototipos que se desarrollaron previamente en los cuales el barrido se hacía de un modo mecánico.



*Forma de la recién inventada señal de televisión*

Estas emisiones se pararon bruscamente durante la Segunda Guerra Mundial por temor de que las ondas electromagnéticas de las emisiones de televisión pudiesen servir de guía a los tristemente famosos misiles V2 alemanes, que tan certeramente caían sobre Londres.

Posteriormente tomó el relevo Estados Unidos empezando allí en 1945 los primeros sistemas regulares. El sistema americano se componía de 525 líneas por imagen

---

y de 30 imágenes por segundo, distribuido igualmente en dos campos (525/60/2:1). Este era el segundo estándar de televisión en 10 años. La diferencia en el número de imágenes por segundo tenía que ver con el hecho de que allí la frecuencia de la red eléctrica es de 60 Hz y resultaba conveniente que esa frecuencia coincidiese con la frecuencia de campo, evitando así posibles efectos de fluctuación en el brillo general de la pantalla, sobre todo en imágenes brillantes.

Tras la Guerra europea, en Europa había menesteres que requerían la atención de un modo urgente -había que reconstruir las ciudades- por lo que el interés por la televisión no apareció hasta pasados unos años. En ese momento, con la tecnología ya un poco avanzada, se empezaron las emisiones de televisión en Europa con -nuevamente- un nuevo sistema. El sistema tenía 625 líneas y las mismas 25 imágenes por segundo (625/50/2:1).

En Diciembre de 1953 en Estados Unidos ya está desarrollado un sistema compatible para la transmisión de imágenes en color -el NTSC- desarrollado por el National Television System Committee que le deja su nombre, a petición de la Federal Communications Commission (FCC). Este sistema sienta realmente las bases de lo que serán posteriormente en Europa los sistemas PAL y SECAM.

Inicialmente en Europa se pretende adoptar directamente el NTSC americano, pero el problema que este sistema tiene con el manejo del tinte de los colores, que lo hace muy sensible a pequeñas distorsiones de propagación, hace que los radiodifusores se planteen el buscar una alternativa a este sistema. En la búsqueda de un nuevo sistema nos encontramos no con uno sino con dos.

El PAL, que inicialmente solo trataba de solventar este problema de la fase, pero que acaba haciendo un receptor más complicado y por tanto más caro. Esto último es rápidamente superado gracias a las enormes ventajas de la economía de escala, pero de todos modos, resulta un sistema más complejo que su predecesor el NTSC.

Y el SECAM. Los franceses defienden su invento que es todavía más incompatible con el NTSC y el receptor más complejo y caro. Una versión del SECAM, el SECAM IV que llegó tarde para poder ser considerado un estándar para Europa, podía haber conseguido la unidad por su enorme sencillez.

De todos modos ya nos encontramos con tres estándares en sólo unos años. Pero eso no es todo. Dentro de estos tres grandes grupos, sigue habiendo pequeñas diferencias entre diferentes países. Diferencias tan ridículas como una pequeña diferencia en el ancho de banda de la banda lateral vestigial o la frecuencia utilizada para imbricar la señal de color.

Actualmente se está viviendo un nuevo cambio hacia la televisión digital, que parece tener claramente asegurado el futuro. ¿Será una televisión digital única en todo el

---

mundo? Parece ya claro que no va a ser así. De todos modos, los políticos e ingenieros que participen en el diseño de los estándares habrían de hacer un esfuerzo por lograr el mayor número posible de puntos de unión, pues esto redundará seguro en una homogeneización de los equipos receptores y por tanto en un abaratamiento de los costes del mismo.

### **EL FUTURO DIGITAL**

El primer gran paso que puede apoyar decididamente la implantación de un sistema totalmente digital es el elevado grado de acuerdo obtenido por el CCIR en su Recomendación 601 titulada 'Parámetros de codificación de la televisión digital para estudios'. Esta norma es virtualmente el único standard relacionado con la televisión que ha conseguido un acuerdo de difusores y gobiernos en todo el mundo.

Esta norma, como su propio nombre indica, aplica solamente a estudios y equipos de producción de programas. El problema de la televisión digital es el elevado bitrate que necesita para ser transmitido en tiempo real. De todos modos, la información de televisión es enormemente redundante. Lo es entre los pixel de una imagen (redundancia espacial) y lo es entre imágenes consecutivas (redundancia temporal). Será necesario desarrollar algoritmos que eliminen esa redundancia de modo que permitan reducir de una manera drástica el ancho de banda requerido para la transmisión de una señal digital de televisión.

La transmisión de imágenes de televisión en formato digital tiene la enorme ventaja de que la señal recibida ES igual a la original. Por contra en un sistema analógico, la señal recibida tiene siempre una calidad inferior estando esta calidad afectada por TODOS los elementos de la larga cadena que dicha señal atraviesa hasta llegar al receptor final.

Todos los sistemas vistos eran necesariamente analógicos, pero ahora, medio siglo más tarde, la llegada de la televisión digital es inminente. En 1994 empezaron en Estados Unidos las primeras emisiones de televisión digital desde satélite. En Europa, tras la debacle del MAC, el que hubiera sido un sistema de alta definición montado sobre técnicas analógicas, se camina ahora hacia la televisión digital, aunque no con el mismo paso firme que parece guiar los acontecimientos en América.

La televisión digital trae consigo mucho más que un método sofisticado de enviar y recibir imágenes de alta calidad. Con la televisión digital vendrá un cambio en las posibilidades que los usuarios esperan de su televisor. Estamos hablando por ejemplo de vídeo bajo demanda, programas interactivos así como servicios de telefonía o de acceso a ordenadores a través de la señal de televisión. De hecho el esfuerzo se centra actualmente mucho más en el paso hacia una televisión digital con muchos servicios

añadidos dejando para el futuro, aunque con el camino ya preparado, la televisión de alta definición, entendida esta como un servicio de imágenes de mucho mayor calidad.

Los radiodifusores prefieren, por ejemplo, tener la posibilidad de enviar varios programas por un único canal radioeléctrico que dedicar todo el canal para transmitir un único programa con imágenes de gran calidad. Incluso para que los diferentes programas estén con la misma película pero con unos minutos de diferencia entre ellos. Esto parece ser mas interesante para el usuario, que puede así sentarse a ver la película dentro de un intervalo de tiempo y no a una hora fija, que el disponer de esa misma película con mayor calidad. Realmente al usuario en general le preocupa muchísimo más el contenido de lo que ve que la calidad de las imágenes.

Los proveedores de televisión por cable ya están utilizando la tecnología digital para ofrecer nuevos servicios interactivos, tal como la telecompra o el vídeo bajo demanda. De todos modos todavía está por inventar esa aplicación 'killer app.' que haga que los usuarios se decanten masivamente por la televisión digital. Pero la televisión digital, al ser esta además interactiva, requiere más que una señal digital de televisión. Requiere nuevas arquitecturas de redes, nuevos servidores, nuevos receptores y nuevos equipos de vídeo doméstico.

<b>B,G/PAL</b>	<b>España, Italia, Israel...</b>
<b>I/PAL</b>	<b>Reino Unido, Sudáfrica...</b>
<b>N/PAL</b>	<b>Argentina, Paraguay...</b>
<b>D/PAL</b>	<b>China</b>
<b>M/PAL</b>	<b>Brasil</b>
<b>D,K/PAL</b>	<b>Rumanía, Corea...</b>
<b>B,G/SECAM</b>	<b>Egipto, Alemania, Grecia...</b>
<b>D,K/SECAM</b>	<b>Bulgaria, URSS, Vietnam...</b>
<b>K1/SECAM</b>	<b>Congo, Guinea...</b>
<b>L/SECAM</b>	<b>Francia, Mónaco...</b>
<b>M/NTSC</b>	<b>USA, Canada, Venezuela...</b>

*Algunos sistemas de TV y países en los que se utiliza*

---

## EL PASO EUROPEO

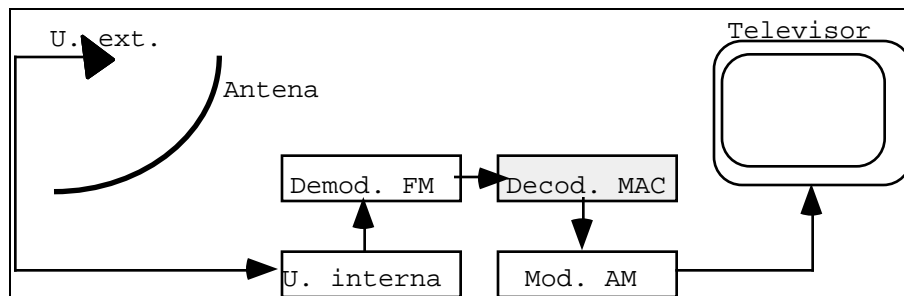
El enmarañado relato del paso de la televisión analógica a la digital en Europa no está todavía totalmente decidido. Primero falló un mandato oficial (el de el uso del MAC como sistema de difusión de televisión por satélite) y ahora parece que se camina hacia un nuevo consenso. De todos modos, está por resolver el espinoso asunto del nuevo sistema PALplus.

Todo empezó en 1986 con un proyecto de investigación (EUREKA 95) bajo el cual, investigadores, difusores y productores europeos unían fuerzas para desarrollar un sistema de alta definición (HDTV) europeo. Realmente el proyecto se puso en marcha para contrarrestar el proyecto japonés de instalar su sistema MUSE de 1125 líneas como un estándar de alta definición a nivel mundial.

### LOS PLANTEAMIENTOS DEL MAC

El sistema pensado para Europa tendría 1250 líneas, el doble de las actuales 625, haciendo de este modo mucho más fácil la compatibilidad con el parque de receptores existentes. Sin entrar en detalles, el concepto nuevo es que cada espectador que desee recibir emisiones de televisión por satélite necesita una unidad adaptadora que convierta la señal del satélite en 12 GHz a la banda de UHF. Además debe de cambiar la modulación de frecuencia del satélite en modulación de amplitud para que la señal pueda ser demodulada por los receptores convencionales.

Dado que va a ser necesario un adaptador, y dado que este adaptador llevará circuitos integrados, el argumento es que no va a suponer un incremento importante en el precio del adaptador el introducir un nuevo sistema de televisión mejorado, al mismo tiempo que se introduce la difusión desde satélite, ya que el precio de los circuitos integrados es mucho más dependiente de la cantidad de elementos que se fabrican que de la complejidad de los mismos.



*Demodulador MAC en un sistema de satélite*

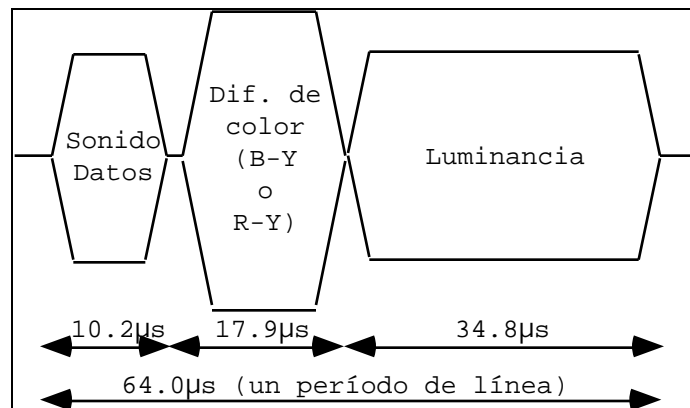
Además, haciéndolo así, se dejan las puertas abiertas a futuros desarrollos en televisión. Por otra parte, dado que el sistema no entraría hasta los últimos años ochenta, sería corto limitar la difusión por satélite a los sistemas PAL y SECAM con sus defectos ya conocidos, y seguir en el próximo siglo con sistemas que para entonces, con pantallas de mayor tamaño, se mostrarían claramente precarios.

Una ventaja adicional de estos planteamientos es que representa una oportunidad única para la implantación de un único sistema europeo. lo cual añadiría a las ventajas ya mencionadas de los sistemas compatibles la de un menor precio de los demoduladores pues el mercado para sus circuitos integrados sería de más de 200 millones de receptores.

A pesar de lo claro de la ocasión, no se llegó a un acuerdo en un sistema único, pero al menos hubo acuerdo en una 'familia de sistemas'. La idea es que todos los países están de acuerdo en utilizar el mismo sistema básico para la parte de la señal de imagen pero se permite flexibilidad en los canales de audio y datos, para de este modo conseguir un acuerdo multinacional. Con todo, este acuerdo parcial no fue fácil de lograr. Muchos teledifusores no querían abandonar los viejos sistemas e insistían en el uso de versiones mejoradas de los sistemas actuales (Extended PAL).

El nuevo sistema no se construye por tanto sobre el PAL standard sino que es un sistema diferente mejorado que, en el nivel más básico, sigue con las mismas 625 líneas pero sin los problemas del PAL. Por la forma de multiplexar las señales de luminancia y croma de la señal de vídeo, el sistema se nombró como MAC (Multiplexed Analog Components).





*Forma de una línea de televisión MAC*

El MAC fué inventado en Europa en los primeros años de la década de los ochenta. Este sistema aprovechaba el mayor ancho de banda disponible en los canales de satélite y superaba totalmente los defectos del PAL; básicamente debidos a la colocación de la señal de croma en una subportadora de color multiplexada en frecuencia con la señal de luminancia. Al transmitir las mismas 625 líneas es fácil, mediante un simple conversor, obtener la señal PAL que decodifican los receptores ya instalados.

El MAC disponía de una versión de alta definición (HD-MAC) que mejoraba la definición horizontal y permitía generar una nueva señal de 1250 líneas a partir de las 625 líneas enviadas de manera analógica gracias a una información adicional, codificada digitalmente en los intervalos de sincronismo de cuadro. Esta señal permitía también la recepción en monitores de pantalla ancha, con relación de aspecto 16/9 en vez de la pantalla actual de relación 4/3. Esta aproximación híbrida hubiese permitido un paso limpio en el camino de mejora desde el sistema PAL al MAC y posteriormente al HD-MAC.

El MAC fué aprobado por la EBU (European Broadcasters Union) como estandar para la difusión desde satélite en 1986. La directiva 86/529/EEC decretaba que cualquier difusión de televisión por satélite en Europa debería hacerlo en MAC, en vez de PAL. El plan a largo plazo era que la distribución del HD-MAC de 1250 líneas empezase en 1995. Y si la directiva se hubiese seguido, el HD-MAC sería actualmente un firme estandar en Europa. El MAC estaba diseñado con una eficiencia que le permitiría no caer en la obsolescencia fácilmente.

## EL DESASTRE DEL MAC

Pero el texto de la directiva 529 dejaba un agujero. "Para el propósito de esta directiva, la difusión directa por satélite se entiende como un servicio que usa los canales asignados a los estados miembros en la banda de 11.7 a 12.5 GHz en la WARC'77 (World broadcasting satellite Administrative Radio Conference, Geneva 1977)".

Esto permitía a los radiodifusores emplear PAL, o cualquier otro sistema, siempre que lo hiciesen en otras bandas y con potencias menores que las indicadas en la WARC'77. Dos ejemplos de satélites dedicados a la difusión de PAL en estas circunstancias son ASTRA de la Sociedad Europea de Satélites de Luxemburgo y EUTELSAT de la compañía de igual nombre (European Telecommunications Satellite Organization).

Cuando los receptores MAC salieron finalmente al mercado, y mucho más caros que los PAL, Rupert Murdoch decidió utilizar el PAL como sistema para emitir desde los satélites Astra. Esta decisión no solamente acabó con el único rival MAC de aquel momento, la emisión oficial británica desde satélite, sino que acabó definitivamente con el MAC.

Los posteriores intentos de la Comunidad Europea para imponer sus reglas llegaron demasiado tarde como para tener impacto alguno. Actualmente el MAC se usa solamente en algunos canales de satélite y el HD-MAC está muerto y olvidado como un posible estandar de televisión pues el camino hacia él desapareció. Los satélites Astra distribuyen señal a unos 56 millones de espectadores en todo Europa que lo reciben directamente desde satélite o a través de redes de cable.

<b>El desastre del MAC</b>
Todas las directivas...dejan un agujero
Los receptores MAC son muy caros
Astra decide emitir PAL desde sus satélites
La Comunidad Europea reacciona tarde

### Consecuencias

La caída del MAC costó a la industria electrónica europea por lo menos unos mil millones de dólares en costos de desarrollo. Pero llegados aquí, es conveniente valorar no sólo lo perdido sino lo positivo (poco o mucho) que se ha obtenido de todo ello.

\* La muerte del MAC deja a la industria europea libre para seguir una nueva línea totalmente digital mucho más acorde con la situación de conocimientos y desarrollo de tecnología en la presente década. En particular se puede seguir la línea trazada por los americanos en la que se busca una compatibilidad con las tarjetas gráficas actualmente usadas en los ordenadores personales mucho más que con el sistema NTSC. Bajo este punto de vista, el sistema americano es perfectamente exportable a Europa.

\* La muerte del MAC no deja a la industria europea absolutamente alejada de la televisión digital, pues todas las compañías importantes o tenían laboratorios en USA desarrollando sistemas digitales para competir en el mercado americano (tal es el caso de la casa francesa Thompson, o la holandesa Philips) o hacían sus experimentos en Europa (caso de la finlandesa Nokia).

\* De hecho ya se dispone de un sistema de alta definición desarrollado en Europa. De los estudios realizados por Nokia salió el sistema HD-Divine (por Digital Video Narrow-band Emission) desarrollado por un grupo de productores, radiodifusores y estamentos oficiales de radiocomunicaciones de la península escandinava. Su sistema de compresión digital deja la imágenes de formato ancho y alta definición en solamente unos 27 Mb/s.

<b>Consecuencias</b>
Industria libre para un sistema nuevo
Preparada en las nuevas tecnologías digitales
HD-Divine.- Sistema de difusión digital terrena muy optimizado

### **Porqués**

Pero, también se han de analizar las causas que han llevado a la situación.

\* ¿No se estaría desarrollando un sistema basado mucho más en los deseos de la industria electrónica, y apoyado por la presión de Bruselas que en los deseos de los consumidores y las fuerzas del mercado?

\* ¿No se habrá olvidado una cuestión tan importante como es la disponibilidad de pantallas grandes, planas y de alta definición a precios razonables? Está claro que este es un elemento básico para que los consumidores demanden la alta definición. Sobre los monitores actuales son muy pocos los consumidores que detectan o sienten claramente

una falta de calidad en las imágenes que ven en su televisor. Hay quién cree que este es todavía un tema sin resolver, y que si no se adereza el nuevo sistema de televisión con algo más que calidad en las imágenes la transición va a ser dura.

<b>Porqués</b>
Deseo de fabricantes y radiodifusores
No se tiene en mente a los usuarios
A los usuarios les importan los contenidos Les importa mucho menos la calidad de las imágenes
El sistema no aporta nuevos servicios Sólo imágenes mejores

## **EMERGENCIA DE UN SISTEMA DIGITAL:**

### **El Digital Video Broadcasting Group**

Después del enorme esfuerzo realizado en el MAC, muchos industriales seguían apoyando la implantación de este sistema en la Convención Internacional de Radiodifusores celebrada en Amsterdam en Julio de 1992, aún cuando ya estaban muy adelantados los experimentos del HD-Divine escandinavo del cual se hicieron demostraciones en la convención.

Estas demostraciones, junto con el salto americano hacia la televisión digital, acabaron con los últimos soportes del MAC. Enseguida Thompson, Philips y Nokia estaban hablando abiertamente de sus trabajos en televisión digital y en Septiembre de 1993 un total de 85 industrias electrónicas y radiodifusores procedentes de 12 países se reunieron en Bonn con un único objetivo: -racionalizar toda la investigación en ese momento desperdigada y crear una estructura europea para el desarrollo de una televisión digital, fuese esta difundida por satélite, por la red de repetidores terrena o por cable.

Este grupo se autodenominó Digital Video Broadcasting Group y se convirtió en un foro abierto de discusión. Inmediatamente acordaron que la única manera de que una televisión digital tuviese éxito era teniendo permanentemente presente al consumidor.

El grupo creció enseguida hasta 150 miembros. El control del grupo está en manos de cadenas de televisión privadas o de pago, dejando fuera a las cadenas públicas.

El grupo es voluntario y rabiosamente independiente. No dispone de financiación oficial y rechazó una ayuda de un millón de dólares de la Comunidad por miedo a perder su independencia. Para este grupo, la HDTV es todavía un objetivo lejano. Para ir avanzando, el grupo desarrolla sus estándares y luego los pasa al CCIR para su aprobación oficial, la cual la suponen automática. Tienen muy claro que, aunque la aprobación oficial no se diese, ellos seguirían adelante igualmente.

Los tres estándares, cable, terrestre y satélite, están basados en el MPEG 2 habiendo entre ellos diferencia solamente en la modulación. En Enero de 1994 acordaron los estándares para cable y satélite y un año más tarde los ratificó el CCIR.

- El sistema de satélite emplea la modulación QPSK (Quadrature Phase-shift Keying) con un bitrate variable entre 18.4 y 48.4 Mb/s. Es probable que este standard se extienda para cubrir también BPSK con bitrates entre 9.2 y 24.3 Mb/s.

- El standard para la distribución por cable es 64 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) con un bitrate entre 9.6 y 38.4 Mb/s

La codificación de audio propuesta por el grupo como estandar será lo bastante flexible como para admitir Musicam estéreo, Musicam multicanal, y probablemente Dolby AC-3 multicanal.

<b>El Digital Video Broadcasting Group</b>
<p>Necesita alejarse de los estamentos oficiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- estos llevan un ritmo muy lento</li> <li>- imponen sus condiciones mediante subvenciones</li> </ul>
<p>Los trabajos avanzan rápidamente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Satélite.- modulación QPSK, 18.4 a 48.4 Mb/s</li> <li>- Cable.- modulación 64 QAM, 9.6 a 38.4 Mb/s</li> </ul>
<p>Los estándares se deciden rápidamente</p> <p>¡Un año de retraso es una eternidad!</p>

### **Difusión terrena de televisión digital**

- En cuanto a la distribución terrena el comité confía en llegar a un acuerdo a mediados del presente año utilizando COFDM (Coded Orthogonal Frequency-division

Multiplexing). Se eligió COFDM porque este tipo de codificación soporta muy bien la interferencia por multitrayecto y permite que ¡todos los transmisores de un país funcionen en la misma frecuencia para la distribución de un canal de televisión! Además, la señal COFDM se puede colocar en un canal ya ocupado por una señal PAL si se toma la precaución de que las portadoras COFDM caigan en los huecos espectrales de esta. Al tener esta señal COFDM un nivel muy bajo de potencia, la interferencia de esta sobre la señal PAL es apenas perceptible. En caso de percibirla, aparece como la típica nieve propia de un canal ruidoso a la que estamos acostumbrados.

<b>Difusión digital terrena.- modulación COFDM</b>
grandes prestaciones. Un canal radioeléctrico cubre todo un país Se puede superponer con un canal PAL sin interferir
es un sistema nuevo Hay que medir muy bien cada parámetro canales de 8 MHz -> 20 Mb/s -> 4 o 5 programas
muchas portadoras COFDM (8000 en 8 MHz).- mucho calidad, sistema muy rígido, receptores caros
pocas portadoras (500 a 2000 en 8 MHz).- menor calidad, sistema flexible, receptores asequibles
Precisión a la hora de definir un estándar

Los hechos transcurren rápidamente.

- A principios del 94 la British Broadcasting Corporation (BBC) trabajando con Thompson transmitió una señal de 60 Mb/s desde un transmisor de UHF de Londres.

- En la última Convención Internacional de Radiodifusión en Amsterdam Philips y un consorcio de empresas británicas disponían de prototipos de receptores finales equipados con chips de Thompson para la recepción de las emisiones de televisión digital desde satélite.

- En la feria 'Live'94 Consumer Electronics Show' celebrado en Londres unos días después, se hacían demostraciones de la señal digital de televisión distribuida por la red terrena, en la banda de UHF, en la región de Londres. Como la difusión terrestre todavía no tiene un estándar, se utilizó un sistema arbitrario con 15 Mb/s, basado en el

---

MPEG-1+ y codificado en COFDM con 512 portadoras y modulación 16 QAM. La potencia del transmisor es de 1 kW y la recepción con antenas yagui convencionales de 18 elementos, o incluso en algunos puntos con simples antenas de cuernos en la propia feria.

A la vista de la trayectoria seguida por el 'Digital Video Broadcasting Group' en la que va consiguiendo sus objetivos de estandarización en los plazos previstos, es muy posible que también lo logre en el caso de la radiodifusión terrestre. El acuerdo sobre el estandard se espera para finales de este año 1995 y la aprobación por el CCIR para finales de 1996. Como en la radiodifusión terrena se están ensayando técnicas no probadas, el grupo es muy cauteloso y sigue estrictamente el principio de demostrar cada parámetro antes de proceder a su adopción. Un tema delicado es el mejor ajuste de los parámetros de la implementación COFDM.

### **Implementación de la difusión terrena**

La tasa de datos posible en los canales radioeléctricos de 8 MHz usados en Europa para la televisión, está sobre los 20 Mb/s. Esto puede ser suficiente para transportar 4 o 5 programas (dependiendo de los contenidos y de la calidad requerida). En los estudios realizados para distribuir en un único canal radioeléctrico un programa (estudios encabezados por la BBC) parece ser necesario distribuir la señal COFDM entre 8000 portadoras dentro del canal de 8 MHz. Este es un requerimiento muy duro para los receptores domésticos. El tamaño de los circuitos integrados se hace muy grande elevando de esta manera enormemente el precio final de los receptores. Un problema asociado con este tipo de modulación, en el que cada transmisor debe llevar exactamente la misma información digital fuertemente sincronizada con sus vecinos, es la imposibilidad de introducir variaciones en los programas regionales. National Transcommunications (UK) cree que esta solución no prosperará por los elevados requerimientos que supone.

El Digital Video Broadcasting Group está por tanto estudiando una propuesta alternativa en la que la información se distribuye entre 2000 portadoras. No necesita sincronización por lo que permite variaciones de programa regionales. El sistema sigue permitiendo la distribución de un programa en un único canal radioeléctrico por todo el país.

Actualmente National Transcommunications tiene una oficina en USA con la idea de vender su sistema de codificación y modulación para ser utilizado con el nuevo sistema de televisión digital americano. De hecho el sistema ya fué adquirido por una compañía de televisión del este de EEUU.

---

### **Acceso condicional en los canales de pago**

El Digital Video Broadcasting Group ha trabajado asimismo el arduo tema de la encriptación y el sistema a utilizar para el acceso condicional a los programas codificados. Es prioritario evitar que el consumidor tenga que comprar diferentes decodificadores para poder visualizar imágenes codificadas de diferentes cadenas. Pero al mismo tiempo es un tema delicado el que una determinada empresa pueda tener el copyright y el control de la patente del decodificador elegido, de modo que pueda imponer sus condiciones a las cadenas que distribuyan canales codificados.

El grupo ya acordó un único sistema para desenscriptar señales MPEG-2. En este caso los distribuidores de señal comercializan su propio sistema de desenscriptado y venden su propio hardware. De todos modos el grupo sigue tratando de lograr un único interface para el acceso condicional. Este interface común estaría construido en todos los receptores y tendría slots para la colocación de tarjetas desenscriptadoras de 'segunda generación'. Estas tarjetas tendrían todo lo necesario para asegurar el acceso condicional. Esta solución tiene además otras ventajas:

- Permite introducir dentro del mismo receptor decodificadores para multitud de programas distribuidos por diferentes cadenas que pueden tener diferentes requisitos para el acceso.

- Si un determinado sistema de encriptado se ve amenazado por haber sido pirateado, la cadena emisora puede decidir cambiar el sistema de encriptado simplemente distribuyendo entre sus asociados la nueva tarjeta con el nuevo sistema de acceso.

Todo esto sugiere que antes de finalizar el año todo estará preparado para la entrada de la televisión digital en Europa. El primer servicio de televisión digital podría probablemente establecerse en el Reino Unido en el año 1997.



<b>Acceso condicional en canales de pago</b>
El usuario ha de tener un único decodificador para cualquier programa de cualquier cadena
Se ha de evitar que una empresa tenga el copyright
Un único decodificador con slots para tarjetas Decodificador único para señales MPEG-2
Los difusores encriptan en un segundo nivel venden su propio hardware (tarjeta) para descifrado
Resulta un sistema flexible, sin trabas de patente, cómodo para el usuario, preparado para el caso de pirateo

### **Hacerse un hueco en el espectro**

En la mayoría de los países europeos los canales radioeléctricos dedicados a la distribución de televisión están totalmente ocupados. En estos casos existe el problema de dónde colocar la señal digital de la nueva televisión. Un caso especial es el del Reino Unido en donde tienen dos canales (el 35 y el 37) sin usar. En este caso uno de estos canales será utilizado para la difusión de televisión digital (DTV). En los casos en los que no hay canales libres, la solución más probable será la distribución de la señal digital en redes de cable o vía satélite. En algunos casos, se está estudiando la posibilidad de utilizar ciertos canales (61 a 68) reservados hasta el momento para usos militares.

Las cadenas de pago (Canal + en Francia y Kinnevik en la península escandinava) parecen los más interesados en comenzar con la DTV. Astra planea colocar nuevos satélites para dar servicios de televisión digital. Eutelsat piensa repartir los canales de satélite de 36 MHz de ancho de banda en uno de 27 MHz que envíe las señales de televisión analógica y otro de 9 MHz con la misma emisión en digital (canal de 8 Mb/s). Este sistema ya ha sido demostrado y no se produjeron interferencias entre las señales analógicas y las digitales. Eutelsat espera disponer en breve de satélites de mayor potencia (Hot Birds) en órbita que permita distribuir simultáneamente televisión analógica y digital para ser recibidos con antenas más pequeñas. La transmisión simultánea facilitará la transición hacia la televisión digital. La emisión analógica puede verse en los receptores existentes sin ninguna modificación. La emisión digital necesita un decodificador extra que se conecta en la entrada de antena del receptor. Esta forma de

emisión permite a los radiodifusores una transición suave hacia el futuro. Pueden seguir transmitiendo los programas en analógico y al mismo tiempo ofrecer otros programas, o el mismo, en formato digital, disponible este además en formato 4/3 o 16/9.

<b>Planes para difusión digital</b>
<p>Difusión terrena necesita un canal libre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O ya lo hay (caso de UK)</li> <li>- O se toma dentro del espectro reservado a aplic. militares</li> </ul> <p>Red terrena en UK (Nat. Transc.) en 1997</p>
<p><u>Difusión por satélite</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Astra colocará nuevos satélites para emisión digital</li> <li>- Eutelsat reparte el BW de los transponders (36 MHz): <ul style="list-style-type: none"> <li>27 MHz -&gt; para señal analógica</li> <li>9 MHz -&gt; para señal digital (8 Mb/s)</li> </ul> </li> </ul> <p>mayor potencia (Hot Birds) -&gt; antenas más pequeñas</p>
<p><u>Receptores convencionales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reciben señal analógica</li> <li>- reciben señal digital (con un conversor)</li> </ul>
<p><u>Receptores digitales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-reciben señal digital</li> <li>-en formato 16/9</li> <li>-ya están siendo fabricados</li> <li>-su precio.- sobre 350 ECUs</li> </ul>

Nokia, Philips y Thompson ya están fabricando receptores digitales para recepción por satélite para ser usados con los canales de Eutelsat en las exhibiciones a lo largo del presente año 1995. Según Giuliano Beretta, director comercial de Eutelsat, los receptores digitales, en el año 97 costarán sobre 350 ECU, una cantidad asequible para los usuarios. En su opinión, Eutelsat tiene los satélites perfectos en el momento perfecto y con la potencia ideal.

---

National Transcommunications (UK) planea construir una red digital terrestre para 1997. La red dará soporte al menos a una docena de servicios digitales, pudiendo llegar a 30 o más cuando haya más frecuencias disponibles. La opción elegida parece ser la de enviar cuatro programas simultáneos, uno de ellos de pantalla ancha.

Todo hasta aquí parece indicar un futuro digital claro, pero este no lo es tanto. En el horizonte está la introducción en el ínterin del sistema PALplus, una versión del PAL que permite una mayor definición y pantalla ancha.

### **LA ALTERNATIVA PALplus**

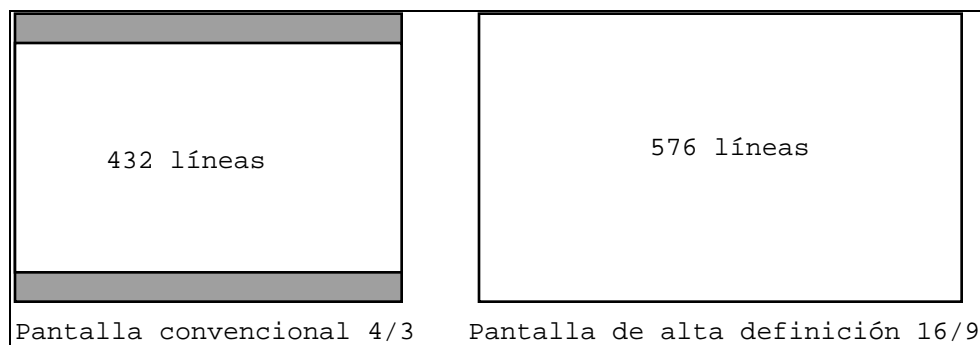
El sistema PALplus pretende dar un paso hacia una Televisión Avanzada (ADTV) sin comprometer la situación existente hasta el momento en cuanto a la difusión terrena de señales PAL. Es un intento de dar acceso a imágenes de mayor calidad sin la necesidad de instalar el sistema de recepción por satélite.

El grupo para el desarrollo del PALplus está formado por los principales difusores (ARD, BBC, ORF, SRG, UK Independent Broadcasters, ZDF) así como los cuatro fabricantes de equipos electrónicos (Grundig, Nokia, Philips, Thompson). El grupo se formó en el verano de 1989 y su intención es desarrollar un sistema de transmisión que cumpla los siguientes requerimientos:

- 1.- Perfecta reproducción del formato 16/9
- 2.- Compatibilidad total con las emisiones PAL existentes
- 3.- Mayor calidad de imagen
- 4.- Mayor calidad de sonido

En el calendario propuesto el PALplus tiene que estar dispuesto para su introducción en este año (1995). Cuando se pone en marcha el grupo, todavía se tiene en mente el HD-MAC, con lo cual el PALplus sirve de transición para las personas que no tienen acceso al satélite.

Después de dos años de trabajos de investigación por separado se decide la arquitectura básica del sistema y se demuestra su implementación hardware en la International Broadcasting Conference del año 1992 (IBC'92)



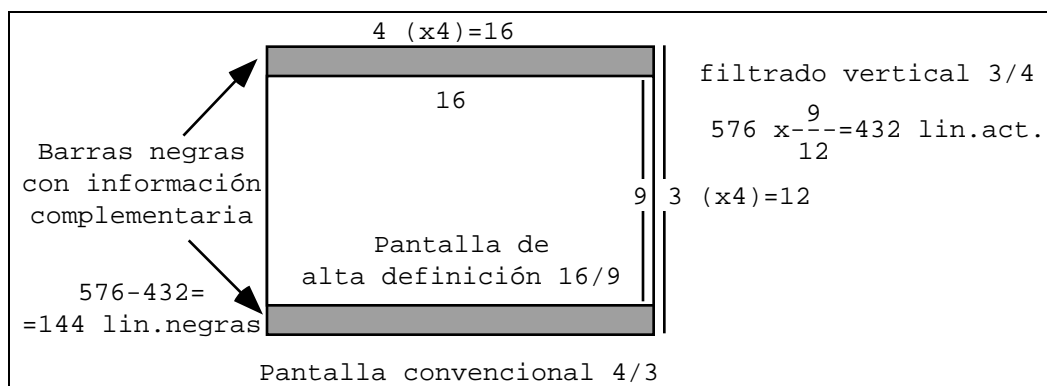
### *Pantallas en un receptor PAL y en uno PALplus*

PALplus es un sistema analógico de 625 líneas sobre el cual se transmiten imágenes en formato buzón. Esto significa que las partes superior e inferior de la pantalla convencional aparecen en negro, al estilo de las emisiones de películas. En estas barras negras horizontales se incluye una señal analógica complementaria. Usando esta señal, los receptores PALplus, de pantalla ancha, pueden complementar las líneas visibles en un receptor convencional para generar un mayor número de líneas con mayor detalle, creando de este modo una imagen en formato 16/9 a pantalla completa y sin pérdida de resolución. La penalización de este sistema está en los receptores convencionales que visualizan las imágenes en formato buzón.

#### **Codificador PALplus**

La señal PALplus, con relación de aspecto 16/9, se genera a partir de imágenes digitales según la recomendación 601 del CCIR o a partir de imágenes de HDTV convertidas al formato estándar del PAL con 625 líneas, 50 cuadros y barrido entrelazado, lo que se nota como 625/50/2:1. Realmente de las 625 líneas solamente 576 son lo que se conoce como líneas activas y son las que llevan la imagen que se ve en el receptor.

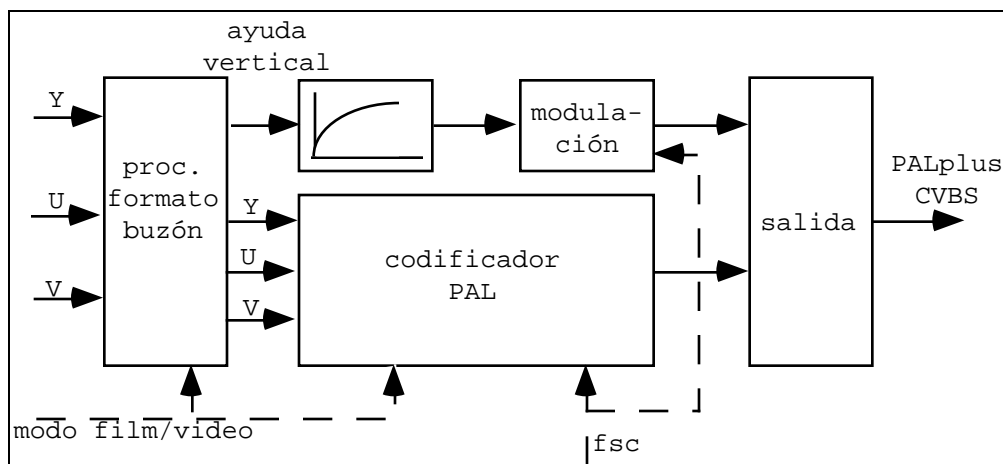
Para generar la señal compatible es necesario submuestrear las 576 líneas por un factor de 3/4 lo que resulta en 432 líneas activas que se colocarán en el medio de la pantalla de relación de aspecto 4/3. De este modo se consigue una imagen con relación de aspecto 16/9. El submuestreo supone un filtrado paso bajo. Colocando un filtro paso alto de igual frecuencia de corte, se genera una señal analógica que lleva la información de luminancia de alta frecuencia. Esta señal se conoce como 'ayuda vertical'. Se submuestra por un factor de 4 con lo que resultan 144 líneas activas que se colocan la mitad en la barra negra superior y la otra mitad en la inferior. De este modo resulta que con una línea de ayuda y tres de pantalla se generan 4 líneas de mayor calidad.



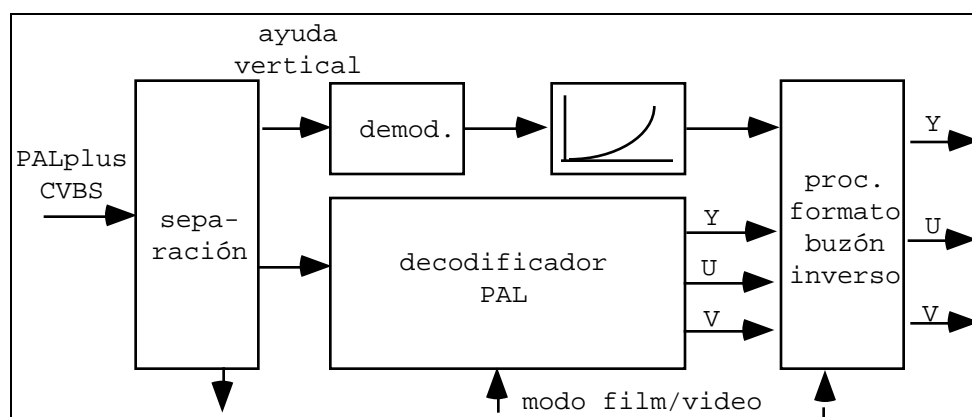
### *Procesos de imagen en el sistema PALplus*

Esa señal de ayuda lleva sólo información de luminancia y se modula como si de una señal de croma se tratase. Al ser una señal de croma sobre una señal de luminancia nula esto resulta imperceptible en los receptores convencionales. Los receptores PALplus decodifican esta información y realizan los pasos inversos a los realizados en la modulación. En el caso de un canal ideal, los procesos de codificación y decodificación son transparentes.

Este procesado vertical ha de hacerse sobre las líneas de un campo cuando la fuente de imagen ya es entrelazada (caso de una cámara de televisión), pero puede hacerse sobre todas las líneas de una imagen cuando se sabe que la fuente es una película. En este caso se sabe que no hay movimiento entre uno y otro campo. En el caso del barrido entrelazado se produce una pérdida de resolución vertical en un factor de 3/4 pero no se produce difuminado (blurring) cuando hay movimiento en las imágenes. Los receptores PALplus saben que tipo de filtrado se ha realizado gracias a una información digital de ayuda. Esta misma señal permite al receptor implementar una mejor separación luminancia/croma (Y/C).



*Codificador PALplus*



*Decodificador PALplus*

### **Motion Adaptive Color Plus**

Para mejorar la separación Y/C se procesan las señales en el transmisor de modo que se eviten la mayor parte de cross-luminancia y cross-color. Este proceso mejora la calidad también en los receptores convencionales. En estos se pierde definición en la luminancia, pero los receptores PALplus, gracias al posprocesado que hacen de la luminancia, la recuperan con todo el detalle.

En el caso de películas se utiliza un método denominado Motion Adaptive Color Plus (MACP) y se basa en el hecho de que la resolución temporal está limitada (24 imágenes por segundo). En este modo dos líneas PAL separadas exactamente 312 líneas están una debajo de la otra en la imagen original. Por la modulación PAL estas dos líneas tienen sus portadoras de croma aproximadamente en contrafase. Si se supone que la luminancia y croma de estas dos líneas son iguales, se puede hacer una recuperación

---

perfecta de las señales de luminancia y de croma simplemente por procesos de suma y diferencia de la señal compuesta de ambas líneas. Este proceso se implementa totalmente en el receptor, pero este debe saber si debe aplicarla o no. En la práctica esta separación luminancia-croma se realiza solamente para las componentes de alta frecuencia de la luminancia (sobre 3 MHz), pues solo son estas las componentes que comparten frecuencia con la señal de croma.

En el caso de las señales de cámara (entrelazadas) el MACP se emplea conjuntamente con un Detector de Movimiento implementado exactamente igual en el transmisor y el receptor de modo que ambos tomen las mismas decisiones ante las mismas imágenes. Este detector funciona inspeccionando las interferencias de la luminancia en la señal de croma.

### **Modulación de la ayuda vertical**

Las condiciones que se imponen a esta señal para que no moleste a los usuarios de pantallas 4/3 son las siguientes:

- La señal se modula en ultranegro. Se atenúa y desplaza a esta zona y se comprueba que no llega a interferir con los circuitos de sincronismo.
- Por su amplitud reducida esta señal es muy sensible al ruido. Para mejorar este comportamiento se compande con una ley que mejora su comportamiento ante el ruido.
- Esta señal se limita en banda a 4 MHz y se modula en banda lateral vestigial como si de una señal de croma se tratase.

### **Cancelación de doble imagen**

En las emisiones terrestres es habitual encontrar doble imagen. Esta se produce por diversos factores que se traducen en que la misma señal se recibe varias veces decalada en el tiempo y con diferentes amplitudes y fases. Este no es un requisito del PALplus y puede ser empleado en cualquier sistema de difusión. El requisito en el PALplus es decidir la línea del borrado vertical donde se coloca una señal de referencia que ayude a implementar la cancelación de ecos (GCR -Ghost Cancellation Reference-).

### **Mejora del sonido**

La mejora del sonido es un tema arduo por la variedad de sistemas que se utilizan en los diferentes países. No sólo se emplean diferentes portadoras sino que también son diferentes los esquemas de modulación estéreo (dos portadoras FM o sistema NICAM). De todos modos el sonido se trata separadamente de la imagen y no es un tema en el que haya profundizado el grupo.

---

La señalización en el PALplus se introduce en la primera mitad de la línea 23. Las informaciones son:

Tipo de codificación del color (Standar PAL o MACP)

Tipo de señal de ayuda vertical (Existencia o no existencia de la misma)

Tipo de fuente de imagen (cámara -entrelazado- o película -no entrelazado-)

### **Grabación de la señal PALplus en un video doméstico**

La señal PALplus por su compatibilidad con el PAL se puede grabar en un vídeo doméstico. Los problemas surgen en el momento de recuperar esta señal desde el vídeo. La grabación en vídeo se hace separando las señales de luminancia y de croma. La señal de luminancia se modula en frecuencia en una zona de altas frecuencias. Esta forma de modulación (FM) asegura un relativamente bajo nivel de ruido en la señal recuperada. La señal de croma se graba en frecuencias más bajas directamente con la modulación AM que trae en la señal de antena.

En el caso de la señal PALplus, la ayuda vertical, al ir modulada como una señal de croma es también grabada en la cinta. Pero al recuperar esta señal, además de fenómenos de jitter, esta señal tiene mucho ruido. El ruido es admisible por el ojo en la señal de croma pero no lo es en la señal de luminancia, con lo cual hacer uso de esta señal empeoraría la calidad de las imágenes en pantalla. Lo que sí puede hacerse es recibir la señal PAL sin hacer uso de la ayuda vertical.

### **Postura oficial**

La Comunidad Económica Europea cuando había adoptado la utilización del MAC subvencionó a los fabricantes y usuarios de la tecnología MAC. Estas ayudas están ahora disponibles para los fabricantes de productos y de programas en formato ancho y alta definición. En consonancia con esta política, las cadenas de televisión en todo el continente, están adquiriendo material para la producción de programas en alta definición.



## ¿DIRECTAMENTE DTV O PRIMERO PALplus?

Aquellos que están a favor del PALplus creen que este proporciona un paso racional entre los viejos televisores de formato 4/3 y los nuevos, digitales, de pantalla ancha. Aquellos que compran un receptor PALplus de pantalla ancha podrán luego añadir un decodificador digital para acceder a las emisiones totalmente digitales.

Los que están el contra del PALplus, tanto a corto como a largo plazo, opinan que este ínterin divide a las cadenas de televisión, diluye el paso hacia la tecnología digital y confunde a los consumidores.

En el Reino Unido ya están viendo los riesgos de esta dicotomía. Aunque la BBC apoyó el diseño del PALplus, ahora ha decidido no utilizarlo pues supone que el uso continuado del formato buzón disgustará a los telespectadores con receptores de formato 4/3. La BBC considera que la transmisión digital es un camino mejor para introducir las pantallas anchas, al mismo tiempo que se protege a los usuarios con receptores de formato 4/3. Estos usuarios, con un decodificador adicional, pueden ver la televisión a pantalla completa pues con las tecnologías desarrolladas para el MAC se asegura un correcto recorte de las dos partes laterales que no pueden ser vistas en la pantalla de formato 4/3, sin perder las partes más importantes de la acción. Sin embargo otras cadenas han apostado cláramente por el PALplus y otras se mantienen a la espera.

No cabe duda de que el futuro de la televisión en Europa es digital al igual que en Norte América. Solamente el tiempo nos dirá si el PALplus ayuda o entorpece la revolución.

<b>PALplus ¿Sí o no?</b>	
PALplus sigue en los mismos canales radioeléctricos	PALplus es un sistema analógico con todas las limitaciones de estos
No se necesita recepción por satélite	Diluye el paso hacia la TV digital
	Divide a las cadenas de TV
	Confunde a los consumidores
El radiodifusor decide, programa a programa, si utiliza o no PALplus	Puede incomodar a los que sigan con pantallas 4/3
	Receptores necesitarán un conversor externo

## **LA SITUACION AMERICANA**

La televisión digital en los Estados Unidos ya ha superado todas las etapas de estudio, evaluación, desarrollo de prototipos, estudios de implantación, desarrollo de los estándares y se encuentra ahora a la espera de la aprobación oficial por la Federal Communication Commission (FCC) (si es que no está aprobado ya).

Esta nueva televisión nace con una vocación mucho más abierta de lo que fué cualquier sistema anterior. Intenta crear un lugar de encuentro para la enorme proliferación de sistemas de tecnología digital de grandes niveles de calidad y penetración en el mercado. Supera el concepto de televisión como sistema de hacer llegar imágenes a un usuario pasivo, cambiándolo por otro nuevo en el que el televisor se convierte en un terminal a través del cual el mundo entra en los hogares, pero también a través del cual el usuario sale de su hogar y se conecta con el mundo. Es quizá un paso decidido hacia convertir el televisor en un terminal multimedia de comunicaciones.

La forma de hacer llegar la señal de televisión al usuario se amplía enormemente en la dirección del cable. Este, el cable, añade muchísimas más posibilidades en el sentido de permitir al usuario salir de su casa a través del televisor que los sistemas más convencionales como son la radiodifusión terrestre o vía satélite.

Con el televisor convertido en un terminal multimedia y conectado a redes de distribución de cable, se crea la infraestructura básica para ese mundo donde la información fluye en todas direcciones con una fuerza imparable. No es necesario esperar a las autopistas de la información. Están aquí. Solo falta dar contenidos y formas sencillas de acceso que hagan subir a la demanda de redes y de más ancho de banda en las ya existentes.

La televisión digital americana ya ha decidido su posición.

## **HISTORIA DE LA HDTV EN USA**

Fué en 1986 cuando en Japón empezaron a desarrollar un sistema de alta definición. La poderosa industria electrónica nipona, juntamente con la NHK (la televisión del gobierno) se embarcaron en un proyecto en el que se invirtieron sobre mil millones de dólares. El sistema desarrollado, llamado MUSE por Multiple Sub-Nyquist

Encoding, utiliza compresión digital de la señal sin embargo la transmite en forma analógica y, por su necesidad de ancho de banda, directamente desde satélite.

A mediados 80 en USA se plantea la posibilidad de reasignar ciertos canales en la banda de radiodifusión de televisión para su utilización en emisiones de radio móvil. Los radiodifusores alegan que esos canales serán necesarios para la introducción de los nuevos sistemas de televisión, con lo cual en 1987 se organizan unas demostraciones del MUSE en Wasington. Con esto se consigue que no se haga la reasignación de canales, pero el nuevo sistema no se considera suficientemente satisfactorio. La señal MUSE ocupa dos canales de 6 MHz, es bastante susceptible a interferencias con otros canales y contiene errores en escenas con mucho movimiento.

En este momento mucha gente pensaba que las opciones para mejorar el NTSC pasaban por mejorar este en el sentido de EDTV o la utilización del MUSE bien directamente o con alguna pequeña modificación. Al plantearse las alternativas al MUSE, la FCC en 1988 ya había recibido 23 propuestas de sistemas de alta definición.

Para la evaluación de los sistemas propuestos, el gobierno crea un centro de test, el Advanced Television Test Center (ATTC) en Alexandria, Va. El gobierno canadiense estableció asimismo en Ottawa el Advanced Television Evaluation Laboratoy (ATEL)

### **Decisiones de la FCC sobre la nueva letevisión**

En mayo de 1990 la FCC anuncia una serie de decisiones claves :

- 1.- La introducción de un sistema nuevo de televisión se hará por transmisión simultánea de ambas señales y no mejorando la señal del NTSC.
- 2.- Decididos por el cambio, se prefiere la opción HDTV a la EDTV.
- 3.- La señal HDTV tiene que caber en un canal de 6 MHz.
- 4.- Se abre un plazo para la admisión de candidatos al desarrollo de un nuevo sistema de televisión que cumpla los tres requisitos anteriores.

A este reto se presentan:

- General Instruments (GI)
- ATRC un consorcio en donde están Philips y Thompson entre otros.
- Zenit y AT&T
- MIT (Massachusets Technical Institute) en equipo con GI

Estas cuatro opciones presentan sistemas totalmente digitales, pero también se presentan otras dos:

- NHK con un MUSE de banda estrecha (MUSE en canales de 6 MHz)
- ATRC con una proposición EDTV compatible con el NTSC

---

Los seis sistemas son chequeados en el ATTC y en ATEL en los años 91 y 92. El FCC descarta las soluciones analógicas y sugiere mejoras en el sonido. Bajo una enorme competición los cuatro sistemas digitales dicen poder mejorar el sonido digital para incluir 2 canales estéreo o 5 canales con sonido sensorround. El FCC, en Febrero de 1993, decide no poder seleccionar un ganador entre las cuatro opciones digitales presentadas. Recomienda hacer más chequeos y sugiere algunas mejoras.

El FCC, enterado de que los competidores ya estaban manteniendo contactos entre ellos, decide formar una alianza en la que se intente aprovechar lo mejor de cada uno de los sistemas contendientes. Es el comienzo de la 'HDTV Grand Alliance' que se forma en Mayo de 1993 con 7 miembros: AT&T, GI, MIT, Philips, Sarnoff, Thompson y Zenith.

### **DISEÑO DE UNA HDTV**

El sistema HDTV que se incorpore debe conseguir un crítico balance entre un elevado número de factores:

- Difusión
- Interferencias
- Transición
- Flexibilidad
- Interoperabilidad

#### **Difusión.-**

El sistema HDTV habrá de transmitirse por red terrestre, por satélite y por cable.

#### **Interferencias.-**

Se han de diseñar entonces las formas de modulación para cada caso y se ha de asegurar que las nuevas señales introducidas en el espectro no producen interferencias sobre las ya existentes ni son interferidas por estas.

#### **Transición.-**

Es necesario dejar una fase de transición en la que los radiodifusores preparen su material y los productores de equipos preparen sus receptores para salir al mercado.

---

**Flexibilidad.-**

Otro requerimiento para el sistema HDTV es la suficiente flexibilidad para servir como base a servicios variados, tanto presentes como futuros.

Flexible para que la señal HDTV se pueda distribuir por diferentes medios (red terrena, cable, fibra, satélite).

Flexible para admitir diferentes formatos de fuente y de presentación, de modo que se puedan visionar películas de calidad, deportes o imágenes generadas por ordenador.

**Interoperabilidad.-**

Para poder operar, a través del televisor, con otros equipos electrónicos, con otros sistemas de telecomunicación, con ordenadores.

Interoperabilidad para que se extienda el consumo de receptores de HDTV.

Interoperabilidad para que se extienda el uso de la red de difusión de HDTV.

Con la adopción de los mismos estándares de compresión de imagen y de sonido que los utilizados en el mundo de los ordenadores se facilita el intercambio de material entre aplicaciones informáticas y la HDTV a la vez que se conserva una mayor calidad.

La base de la interoperatividad del HDTV se basa en tres principios:

- La estructura por capas del sistema digital es compatible con el modelo OSI (Open System Interconnection).

- El sistema aprovecha toda la flexibilidad de un sistema digital utilizando en los paquetes una cabecera con la descripción de los contenidos en vez de utilizar un formato fijo.

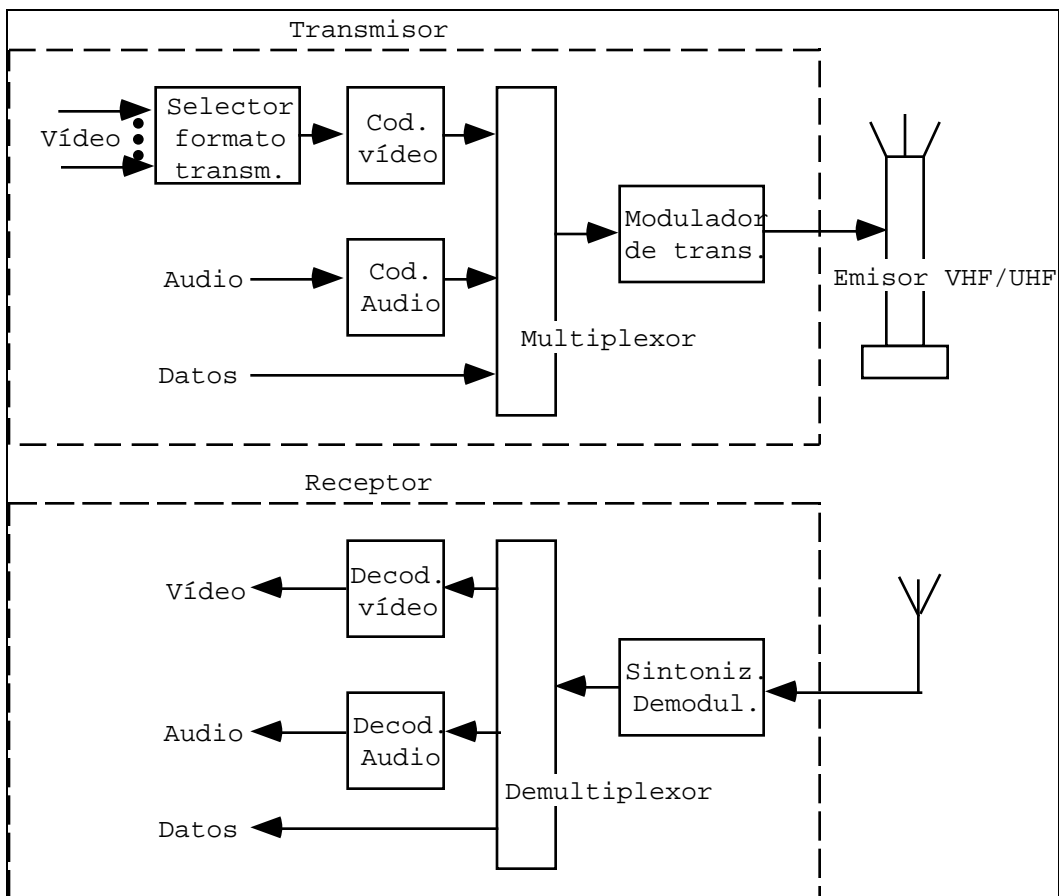
- Cada capa del sistema de televisión digital está diseñado para poder interoperar con otros sistemas en las capas correspondientes, de modo que muchas aplicaciones pueden utilizar varias capas de la arquitectura HDTV.

Los formatos de presentación se han elegido de modo que mantienen una relación 3:2 con el formato VGA de 640x480 pixels utilizado en los ordenadores y al igual que en estos, los pixels son cuadrados. En cinco de los seis formatos de presentación el barrido se hace de modo secuencial por sus ventajas y por la facilidad de interoperar con los ordenadores.

## LAS CINCO FUNCIONES DEL SISTEMA HDTV

Las cinco funciones básicas del sistema de alta definición son:

- Selección de formato.-
- Codificación de vídeo.-
- Codificación de audio
- Transporte de la señal
- Transmisión de la señal



*Esquema funcional del sistema de HDTV*

### **Selección de formato.-**

Ordenadores, NTSC y alta definición usan diferentes formatos de presentación. Los formatos elegidos utilizan dos tipos de estructuras de líneas y varias frecuencias de campo.

#### Estructuras de líneas:

Dependiendo de la definición deseada se utilizarán 720 o 1080 líneas activas por imagen. Al ser un sistema de pantalla ancha (relación de aspecto 16/9) con estas líneas se corresponden 1280 y 1920 pixels por línea respectivamente.

Estos formatos junto con simples conversiones entre ellos, pueden representar señales de televisión, multimedia, computer graphics y son aceptados como pantalla de presentación por la NII (National Information Infraestructure).

#### Formas de barrido:

La estructura de 720 líneas y barrido secuencial admite frecuencias de imagen de 60, 30 y 24 Hz.

La estructura de 1080 líneas con barrido secuencial admite frecuencias de imagen de 30 y 24 Hz.

Esta estructura de 1080 líneas admite asimismo un barrido entrelazado con frecuencia de campo de 60 Hz.

Se utilizarán 24 Hz para material de cine y 30 ó 60 Hz para material NTSC o de fuentes HDTV.

Este conjunto de formatos de presentación de imagen, podrá ser ampliado cuando aparezcan las necesidades en nuevas aplicaciones y estas sean técnicamente logrables.

<b>Formatos HDTV y aplicaciones para las que se pensaron</b>	
<b>Formato</b>	<b>Aplicaciones</b>
720x1280, Sec., 60 campos/seg.	Deportes, conciertos, dibujos animados, material NTSC
720x1280, Sec.24 ó 30 campos/seg.	Cine con mucho mov. gráficos,... cuando se puede reducir la tasa binaria
1080x1920, Sec. 24 o 30 campos/seg	Cine con alto nivel de detalle
1080x1920, Ent. 60 campos/seg	Material de cámaras HDTV

**Codificación de video.-**

Para la codificación de video se elige el estándar MPEG-2. El codificador de video soporta todos los formatos de presentación, entrelazado o progresivo, vectores de movimiento y predicción de campos B (campos no enviados que se interpolan entre uno anterior y otro posterior con ayuda de los vectores de movimiento).

**Codificación de audio.-**

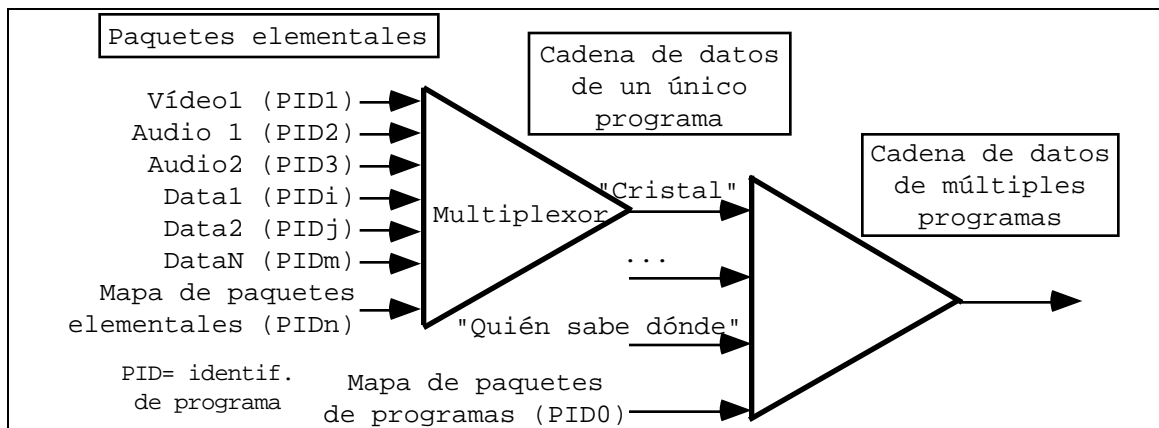
El sistema empleado para la codificación de audio es el AC-3. Este sistema, desarrollado en los laboratorios Dolby, comprime un sonido multicanal (derecha, centro, izquierda, derecha detrás, izquierda detrás y un canal de mejora de las bajas frecuencias) en una tasa de bits de 384 Kbps. La calidad de este sonido es muy alta. El sistema está aderezado además con funciones tales como la prevención de grandes fluctuaciones del nivel de sonido al cambiar de emisora, dejando que el usuario elija el rango dinámico en el que puede fluctuar ese sonido.

**Transporte de la señal.-**

La señal digital con la información HDTV será transportada según la técnica digital de dividir esta en paquetes de información. Mucha de la flexibilidad alcanzada por HDTV se debe en parte a este sistema de transporte.

El sistema MPEG-2 en el que se basa la HDTV crea paquetes de datos de tamaño fijo con la información de vídeo, de audio e información auxiliar. Esta estructura de paquetes se adapta bien al sistema de transmisión terrena, en donde se producen errores en la transmisión que pueden ser corregidos después de comprobada la recepción defectuosa. La misma estructura de paquetes permite incluir otras dos funciones muy importantes: multiplexado y sincronización de los servicios que comprenden un programa. La sincronización afecta al correcto movimiento de los labios en una persona que habla y también da la posibilidad de transmitir varios programas por el mismo canal.





### *Múltiples capas en el sistema de transporte*

#### **Transmisión de la señal.-**

El sistema propuesto para el estandar HDTV utiliza la transmisión en Banda Lateral Vestigial (VSB). Aunque el sistema de modulación se parece a otros sistemas de modulación digital, esta modulación tiene algunas ventajas que mejoran su comportamiento en condiciones difíciles de recepción.

Para radiodifusión el sistema usa una señal llamada 8-VSB que comprende una señal AM con banda lateral vestigial de cuatro niveles y codificación trellis que pasa los cuatro niveles de entrada a 8 de salida. El espectro de la señal transmitida es plano en la mayor parte del canal con una región de caída en cada extremo al igual que el espectro de una señal modulada en cuadratura (QAM). Pero al contrario que QAM que tiene la portadora suprimida en el centro del canal, la portadora suprimida en VSB está en la zona de caída del espectro en el lado inferior del canal.

Para evitar los picos que produce en el espectro la emisión de una serie de datos iguales (ej todo ceros) los datos de entrada se modifican con una señal pseudo-aleatoria conocida aplanando de esta manera el espectro. El hecho de que la señal VSB sea unidimensional permite que en el receptor haya un único conversor analógico-digital siendo digitales todos los pasos posteriores.

Para asegurar la recepción incluso en condiciones de muy poca señal se incluye una pequeña señal piloto (en vez de la portadora que va totalmente suprimida). Este piloto, en el caso de que no interfiera con otros canales, permite que se enganche la recepción en condiciones de señal a ruido tan duras como 0 dB's.

---

Sobre cable, en donde la relación señal a ruido está controlada, basta una modulación 16-VSB sin codificación trellis. El incremento del número de niveles no altera el comportamiento del espectro, pero dobla la tasa binaria respecto al 8-VSB.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Barry Fox 'The digital down in Europe' IEEE Spectrum, Abril 1995
- [2] C. Basile, A.P.Cavallerano, M.S.Deiss, R.Keeler, J,S.Lim, W.C.Luplow, W.H.Paik, E.Petajan, R.Rast, G.Reitmeier, T.R.Smith, C.Todd 'The HDTV Standard. The Grand Alliance' IEEE Spectrum, Abril 1995
- [3] A.Ebner et al. 'PALplus - The European System for Wide-screen terrestrial TV' IBC Conf.1992
- [4] C. Schapers et al. 'PALplus in the home'
- [5] PALplus group 'PALplus System Specification'
- [6] Giuliano Beretta 'Introduction de services de television numerique d'Eutelsat'
- [7] J.C.Casarrubios 'Perspectivas de desarrollo de la TV por cable interactiva' Revista Cable y Satélite profesional, Mayo 1994
- [8] A.Chiari, G.Fierro, S.Micelli, P.Migliorini 'Organización estratificada de un sistema de televisión digital' Revista Telettra nº 45, Enero 1991
- [9] Jim Slater 'Modern Television Systems. To HDTV and beyond' Ed. Pitman Publishing 1991
- [10] A. Michael Noll 'Television Technology: Fundamentals and Future Prospects' Ed. Artech House, 1988