

CURSO DE TELEVISIÓN

CAPÍTULO 3: TV ACTUAL

3.1 PALplus

1. INTRODUCCIÓN

¿Por qué PALplus?

La televisión actual está lejos de satisfacer las exigencias de calidad que serían deseables. Cuando se plantean las mejoras posibles a los sistemas actuales surgen los siguientes desafíos:

- Mejor definición en la imagen. Superar las 625 líneas de la televisión clásica.
- Mejor calidad de sonido. Sonido estéreo con más respuesta en frecuencia.
- Relación de aspecto mayor. Pasar de una relación de 4:3 a 16:9

Desde el punto de vista puramente tecnológico lo más adecuado sería diseñar un sistema nuevo utilizando los avances en electrónica y procesado digital de imagen. El problema de esta solución es que no contempla la compatibilidad con el sistema de televisión actual, los programas emitidos en el sistema de "televisión mejorada" no se podrían ver en un receptor convencional y lo que es peor: un receptor nuevo no recibiría los programas convencionales; ¿cómo convencer a un comprador de que opte por un receptor que es mucho más caro y en el que no podrá ver, al menos en un periodo de tiempo inicial, la totalidad de programas que sus vecinos, con un receptor más barato si ven?

En este contexto surge la necesidad de un sistema que permita una transición razonable entre ambos sistemas. De las mejoras enumeradas antes la que produce un cambio más traumático es el cambio en la relación de aspecto. La mejora en la definición y en la calidad del sonido se podría compatibilizar añadiendo una caja negra, pero lo que no es posible es "añadir" pantalla al televisor.

Está claro por tanto que el paso decisivo será el cambio en el formato de la imagen.

¿Qué es PALplus?

PALplus es un sistema de transmisión diseñado por un grupo paneuropeo para permitir la difusión de televisión en formato de pantalla ancha, al tiempo que mantiene una alta compatibilidad con las transmisiones y con los receptores PAL. El sistema PALplus puede operar en dos modos diferentes: modo film, usado cuando la imagen de origen es una película (resolución temporal limitada a 24 imágenes por segundo) y modo cámara, cuando la fuente de origen es video con 50Hz.

Partiendo de una señal [625/50/2:1](#) con digitalización [4:2:2](#) y 576 líneas activas por cuadro y una relación de aspecto de 16:9, se lleva a cabo en primer lugar una conversión a cuadros compatibles con el formato 4:3, para ello es necesario submuestrear por un factor de 3/4 con lo que se obtiene una señal de 432 líneas activas en "formato buzón". Las 144 líneas correspondientes a las bandas negras se utilizan para la transmisión de la "ayuda vertical". El submuestreo implica un filtrado paso bajo. Para evitar la pérdida de información se introduce un filtro paso alto de igual frecuencia que genera a su salida una señal conocida como "ayuda vertical".

Con el fin de reducir la interferencia entre las señales de luminancia y croma que se presenta en PAL, se introduce una técnica de codificación y decodificación conocida como "Motion Adaptive Colour Plus". En modo film se conoce como Colour Plus fijo, debido a que utiliza codificación intra-frame (es posible debido a la redundancia temporal). En modo cámara se utiliza la misma técnica salvo en las zonas que contienen colores saturados en movimiento, ya que en estas la aplicación del Colour Plus acarrea aberraciones cromáticas al existir una cantidad apreciable de movimiento entre campos de un frame. En estas zonas se implementa un detector de movimiento en codificador y decodificador que identifica las zonas con cambios rápidos de la croma.

2. PROCESO DE CODIFICACIÓN PALplus

Proceso de codificación

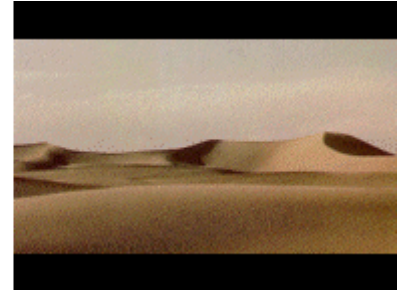
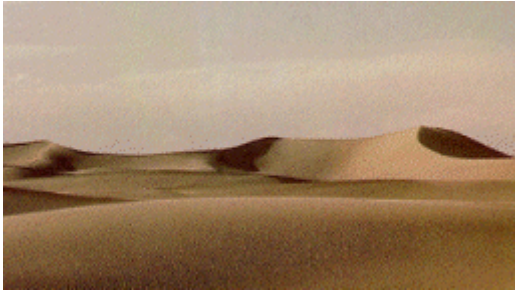
Partiendo de una señal [625/50/2:1](#) con digitalización [4:2:2](#) y 576 líneas activas por cuadro y una relación de aspecto de 16:9, se lleva a cabo en primer lugar una conversión a cuadros compatibles con el formato 4:3, para ello es necesario submuestrear por un factor de 3/4 :

$$(16/9) \cdot (3/4) = 4/3$$

$$576 \cdot (3/4) = 432 \text{ líneas activas}$$

$$576 - 432 = 144 \text{ líneas negras}$$

Procediendo de esta manera obtendríamos una señal de 432 líneas activas, pero las líneas 23 y 623 se reservan para señalización. Obtenemos de esta forma una señal en formato buzón de 430 líneas activas y dos bandas negras que comprenden 144 líneas activas. Estas líneas, que en principio quedan con información nula, se utilizan para transmitir la señal de ayuda vertical.



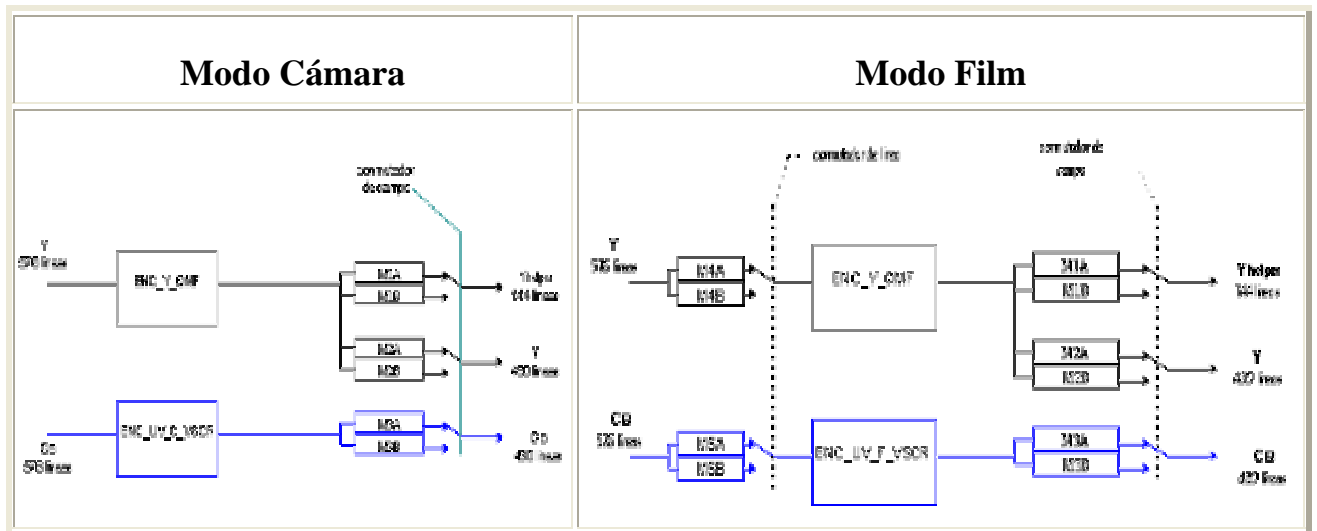
El submuestreo supone un filtrado paso bajo de la señal. Para no sufrir una merma en la calidad debemos recuperar la parte de alta frecuencia, lo que se logra mediante la introducción de un filtro paso alto de la misma frecuencia de corte. La señal proveniente de este filtrado paso alto se conoce como "ayuda vertical".

FIGURA filtros.gif

La señal de ayuda vertical contiene información de luminancia únicamente y se modula como una señal de croma. Como en las bandas superior e inferior la luminancia es cero esta señal no será visible en los receptores convencionales. En modo film la conversión se lleva a cabo intra-frame mientras que en modo cámara se hace intra-field.

Previamente a la conversión vertical las líneas 23 y 623 de la señal entrante se colocan en negro sobrescribiendo la línea activa de vídeo.

ESQUEMA DEL CODIFICADOR PALplus



En modo film las memorias de campo M4A (para la luminancia) y M5A (para los canales de croma azul Cb y rojo Cr) junto con interruptores y las memorias de línea asociadas M4B (para la luminancia) y M5B (para los canales de croma) realizan la inserción de campo durante el período correspondiente al segundo campo. De esta forma se obtiene

Codificación de la luminancia

Mediante el empleo de un filtro QMF se generan dos sub-bandas que contienen la luminancia de las 430 líneas en formato buzón y 144 líneas que se corresponden con la información vertical de detalle que se pierde en el submuestreo a 430 líneas.

El filtro QMF opera a 13.5MHz en modo cámara y a 27MHz en modo film. En modo film las memorias M1, M2, M3, M4 y M5 se usan para ajustar las frecuencias de muestreo de entrada y salida a la velocidad de proceso de la luminancia y croma, que es el doble.

A continuación del filtro QMF es necesario introducir un conjunto de interruptores y memorias debido a que, aunque la señal formato buzón tiene el número de líneas adecuado, existe un [multiplexado](#) de tres líneas de imagen por una línea de ayuda vertical en cada periodo de campo (modo cámara) o de cuadro (modo film).

Las memorias M2A y M2B almacenan la luminancia de los dos campos de cada cuadro. M3A y M3B almacenan el primer y segundo campos de la señal diferencia de color. M1A y M1B almacenan las líneas correspondientes a la ayuda vertical. Las memorias deben estar correctamente dimensionadas para asegurar que el retardo de proceso en modo cámara y modo film es idéntico.

Dimensión de las memorias

M1A, M1B:	144 x 720 x 8
M2A, M2B:	430 x 720 x 8
M3A, M3B:	430 x 360 x 8 (x2)
Modo Cámara	

M4A:	288 x 720x8	M4B:	1 x 720 x 8
M5A:	288 x 360 x 8 (x2)	M5B:	1 x 360 x 8 (x2)
M1A:	72 x 720 x 8	M1B:	144 x 720 x 8
M2A:	215 x 720 x 8	M2B:	430 x 720 x 8
M3A:	215 x 720 x 8 (x2)	M3B:	430 x 360 x 8 (x2)
Modo Film			

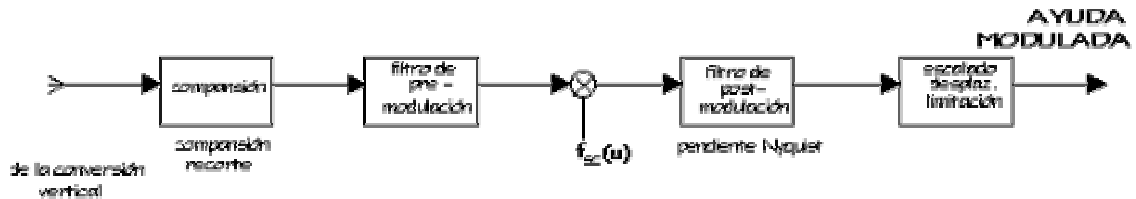
Las señales de color deben sufrir un submuestreo para obtener la señal formato buzón de 430 líneas. En modo cámara la conversión se realiza sobre cada campo independientemente. El proceso es equivalente a un filtrado cuya respuesta se ilustra en ENC_UV_C_VSRC.

En modo film se genera una señal diferencia de color promediada de 215 líneas mediante un submuestreo representado en ENC_UV_F_VSRC que presenta a su salida

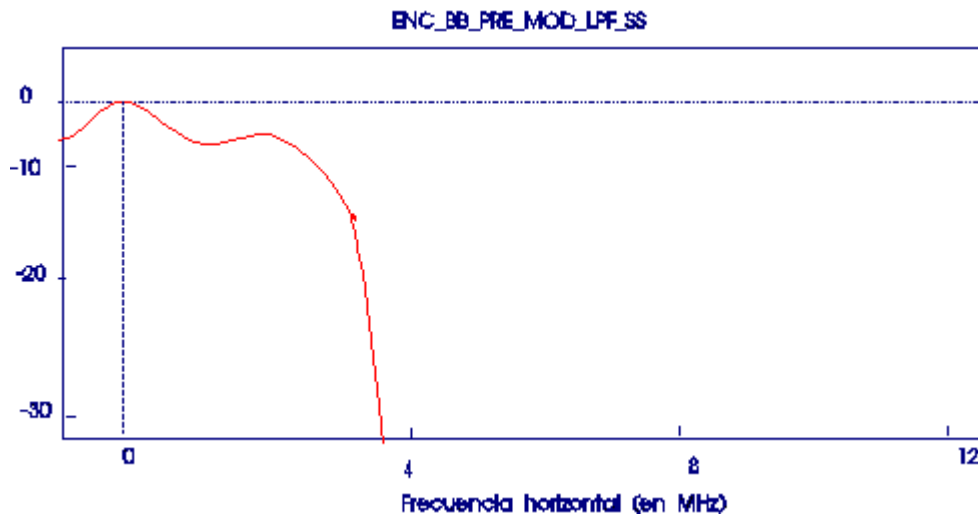
un único campo. Las memorias de campo M3A y M3B tienen la función de almacenar la señal de color durante 64 microsegundos para asegurar que la señal de los dos campos de un cuadro es idéntica.

Codificación de la ayuda vertical

La señal de ayuda vertical se transmite simétricamente respecto al nivel de negro, con una amplitud de 300mV pico a pico. Se utiliza [banda lateral vestigial con supresión de portadora](#).



Previamente a la modulación se debe aplicar una combinación de expansión y recorte. FIGURA E7 A fin de minimizar la visibilidad de la señal de ayuda vertical y el ruido se utiliza un filtrado ajustado al criterio de Nyquist. El filtrado paso bajo previo a la modulación debe tener una respuesta en frecuencia como la mostrada en la figura. La



modulación se realiza en banda lateral vestigial con supresión de portadora y a continuación se pasa por un filtro de postmodulación Nyquist con una atenuación de 6dB a la frecuencia de portadora f_{sc} . Es necesario un limitador para que la señal de ayuda modulada esté comprendida en el intervalo -150mV a +150mV.

En la figura se ilustra el espectro de la señal de ayuda vertical modulada.

MOTION ADAPTIVE COLOUR PLUS

Los procesos de codificación y decodificación de PALplus se han diseñado con el fin de que la interferencia entre las señales de luminancia y de croma sea mínima a la salida del decodificador. Esta técnica se conoce como "Motion Adaptive Colour Plus"

comprende el Colour Plus fijo que se utiliza en modo film, y el adaptativo que se utiliza en modo cámara.

El Colour Plus fijo utiliza el hecho de que en una señal PAL la separación de 312 líneas conlleva una oposición de fase en la sub-portadora. Tomemos por ejemplo una línea "n" en el primer campo, la línea n+312 es la inmediatamente superior en el cuadro y corresponde al segundo campo.

FIGURA campos.gif

Se puede [demostrar matemáticamente](#) que si estas dos líneas llevan igual información de luminancia, la luminancia y croma pueden separarse mediante suma y resta respectivamente de las señales compuestas.

$$\begin{aligned} \text{línea } n: y + \vec{c}_R & \quad \text{suma: } y + \vec{c}_R + y - \vec{c}_R = 2y \\ \text{línea } n + 312: y - \vec{c}_R & \quad \text{resta: } y + \vec{c}_R - (y - \vec{c}_R) = 2\vec{c}_R \end{aligned}$$

Las señales de croma Cr y Cb pueden ser recuperadas mediante promediado en el cuadro (intra-frame) y demodulación de la crominancia. Este último método es la implementación más usada del decodificador PALplus.

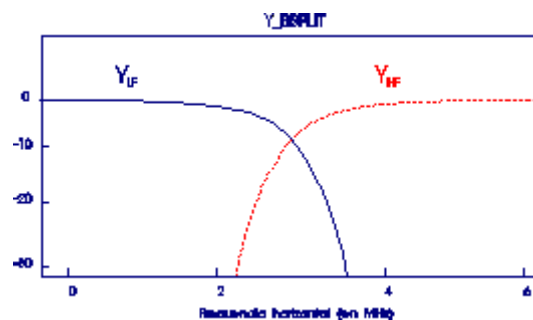
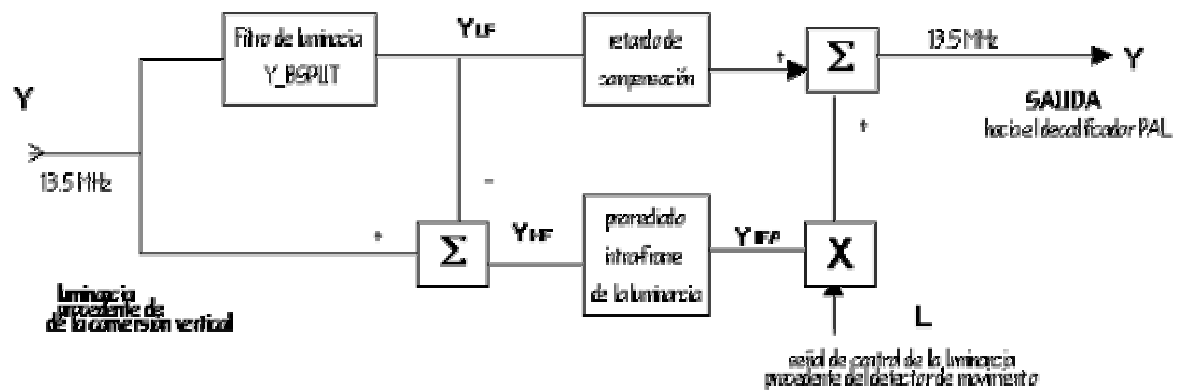
En la práctica sólo es necesario procesar de esta forma por encima de 3MHz, ya que es donde la luminancia comparte espectro con la croma modulada.

El método de Colour Plus fijo descrito es idóneo para el uso en modo film. En modo cámara no podemos simplemente promediar las muestras separadas 312 líneas, ya que puede existir movimiento entre los dos campos de un cuadro. Este efecto es especialmente problemático en zonas que contengan colores saturados en movimiento. Se implementa como solución sendos detectores de movimiento en codificador y decodificador que deben tomar idénticas decisiones para discriminar las regiones de color saturado en movimiento, cuyas salidas son señales de control que seleccionan entre:

- zonas convencionales, donde se aplica el Colour Plus fijo y solo se codifica la parte de luminancia hasta 3MHz
- zonas de colores saturados en movimiento, en las cuales el espectro de la señal PALplus por encima de 3MHz se ocupa únicamente por la croma

Preprocesado del codificador

La figura representa el esquema global de codificación de la luminancia.



Mediante el filtro Y_BSPLIT se separan las componentes de alta frecuencia Y_h de las de baja Y_l . La parte de alta frecuencia pasa por un prefiltrado antes de ser procesada de la siguiente manera:

$$0 \leq n \leq 214 \quad (\text{Imagen en formato buzón de 430 líneas})$$

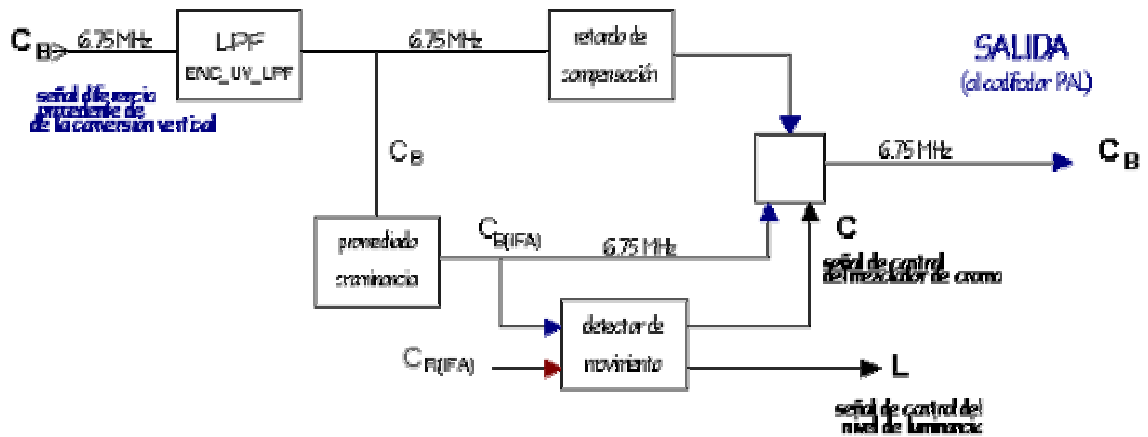
$$-36 \leq n \leq 250 \quad (\text{MACP no PALplus})$$

$$Y_{FA}(60+n) = \frac{1}{2} * (Y_{FA}(372+n) + Y_{FA}(60+n))$$

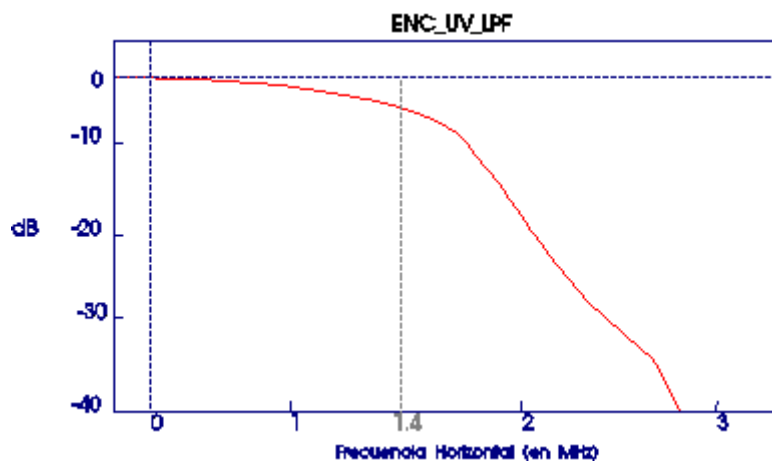
$$Y_{FA}(372+n) = Y_{FA}(60+n)$$

La señal promedio de cuadro Y_{fa} se suma a la componente de baja frecuencia Y_l . En modo cámara se realiza un ajuste previo controlado por la señal L del detector de movimiento.

A continuación se representa el procesado que sufre el canal azul CB. El procesado del canal rojo es idéntico. En el procesado de la señal de croma es necesario atenuar las frecuencias por encima de 1.4MHz mediante la introducción de un filtrado paso-bajo previo. Esta atenuación debe ser mayor que la requerida en las especificaciones de PAL convencional.



El ancho de banda horizontal de la señal debe estar restringido mediante un filtro ENC UV LPF antes del promediado intra-frame.



El proceso de promediado dentro de un cuadro (intra-frame) se aplica de la siguiente manera:

$$0 \leq n \leq 214 \quad (\text{Imagen en formato buzón de 430 líneas})$$

$$-36 \leq n \leq 250 \quad (\text{MACP no PALplus})$$

$$C_{B(IFA)}(60 + n) = \frac{1}{2}(C_B(372 + n) + C_B(60 + n))$$

$$C_{B(IFA)}(372 + n) = C_B(60 + n)$$

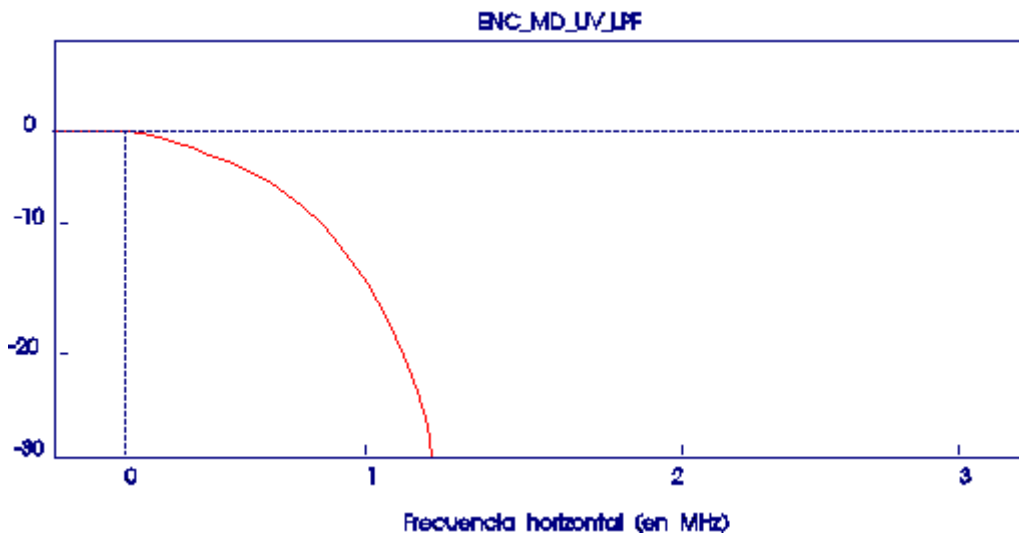
El proceso se ha descrito para una de las señales de croma Cb, ya que para la Cr es idéntico. El índice n representa el número de la línea.

En modo cámara se selecciona la salida entre la señal directa Cb o la promediada Cbifa mediante la señal de control C obtenida del detector de movimiento, mientras que en modo film la salida es siempre la promediada

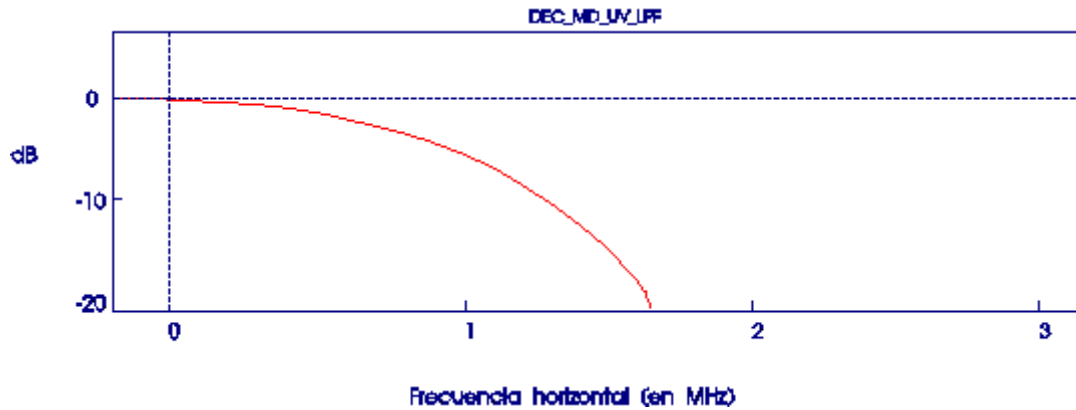
El método MACP puede aplicarse a cualquier señal que cumpla la recomendación 601 del CCIR, independientemente de su relación de aspecto, sin transmisión de la señal de ayuda. En este caso, que se conoce como "MACP no PALplus", se procesan las 574 líneas activas del cuadro (el primer cuadro contiene las líneas 24 a 310 y el segundo de la 336 a la 622). La segunda mitad de la línea 23 y la primera de la 623 (que como se comentó antes se usan para señalización) se ponen a nivel de negro y no contiene señales de referencia.

Funcionamiento del detector de movimiento

Mediante el empleo de las señales de croma promediadas en cuadro Cbifa (y Crifa) previamente filtradas con ENC_MD_UV_LPF, el detector de movimiento proporciona las señales de control L y C que determinan en modo cámara si por encima de 3MHz se envía información de croma y luminancia promediadas o solamente la de croma.



Los detectores de movimiento del codificador y decodificador deben tomar las mismas decisiones, para lo cual el codificador no puede utilizar información que no este disponible en el decodificador. Para garantizar que el ancho de banda de la señal Cbifa (y Crifa) es el mismo en ambos se realiza un filtrado pasobajo con DEC_MD_UV_LPF en el decodificador.



3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **625/50/2:1**

Se expresa habitualmente de esta forma el formato de la señal de televisión, siendo:

- 625 es el número de líneas totales (activas y no activas) de la imagen.
- 50 es la frecuencia de cuadro, cuadros por segundo.
- 2:1 es la relación de entrelazado, cuadros que contiene una imagen.

- **4:2:2**

Abreviatura usada en sistemas para describir las componentes digitales. En sistemas cuyas frecuencias de muestreo están relacionadas con la frecuencia de subportadora f_{sc} , la notación 4:2:2 significa que la luminancia se ha muestreado a $4 \cdot f_{sc}$ y las señales de color a $2 \cdot f_{sc}$.

- **Banda lateral vestigial con supresión de portadora**

Modalidad de AM en la cual se transmite íntegramente la banda lateral superior, mientras que de la inferior solo se transmite una pequeña porción o vestigio. Debido a esto permite un ahorro de ancho de banda frente a la doble banda lateral convencional, al tiempo que la complejidad del receptor no aumenta notablemente. La eficiencia de ancho de banda mejora con la introducción de la banda lateral única, pero el precio que se paga es una mayor complejidad en el demodulador.

- **Multiplexado**

El multiplexado conlleva siempre la transmisión de varias señales por un canal mediante la compartición de este. El multiplexado conlleva siempre la transmisión de varias señales por un canal. En el [multiplexado en tiempo](#) se asignan intervalos temporales a cada una de las señales a transmitir, mientras que en el multiplexado en frecuencia se asignan intervalos espectrales a cada señal.

- **Multiplexado en tiempo TDM**

El multiplexado conlleva siempre la transmisión de varias señales por un canal. En el multiplexado en tiempo se asignan intervalos temporales a cada una de las señales a transmitir. Durante el primer intervalo se transmite la señal A, a continuación se hace lo mismo con B y C. Esta técnica en consecuencia elimina los efectos de cross-color y cross-luminancia.



- **Demostración matemática**

Si expresamos la frecuencia de subportadora de color como $f_{SC}=(283+3/4)\cdot f_L+25\text{MHz}$, obtenemos un valor de: $f_{sc} = 4.433619\text{MHz}$

El desfase entre la señal de croma de dos líneas separadas 312 líneas es igual a la parte decimal del cociente $(312\cdot T_L/T_{SC})$

Si desarrollamos la expresión queda:

$$\frac{312 \cdot T_L}{T_{SC}} = 312 \cdot T_L \cdot f_{SC} = 312 \cdot 64 \cdot 10^{-6} \cdot 4,433619 \cdot 10^{-6} = 312 \cdot 283.75161$$

Podemos separar el segundo factor $283.75161=283+0.75+0.00161$, procediendo así el producto anterior queda descompuesto en:

- $312 \cdot 283=88296$ que es claramente entero
- $312 \cdot 0.75=243$ de igual forma entero
- $312 \cdot 0.00161=0.5032$ que es la parte decimal y representa por tanto un desfase de medio ciclo de subportadora de croma.

3.2 MMDS(Microwave Multipoint Distribution System)

1. INTRODUCCIÓN

El MMDS constituye una alternativa viable al cable, en especial en zonas de baja densidad de población donde el coste técnico y económico lo hace poco interesante. En España, dado el largo periodo de consolidación que espera al cable, se presenta como un sistema con futuro.

EL CABLE SIN HILOS

La televisión por cable consigue una calidad y una ausencia de perturbaciones mucho mejor que la tradicional, como contrapartida tiene un costo de instalación elevado y un desarrollo lento.

Como respuesta a esta lentitud en el desarrollo de la CATV, unido a la incertidumbre legal que sufría, se desarrolló en los Estados Unidos un sistema que si bien compartía con el cable el carácter de servicio de pago, permitió a los operadores comenzar a transmitir con mucha mayor rapidez.

ASPECTOS TÉCNICOS

El MMDS utiliza una red de difusión similar a las utilizadas en UHF y VHF tradicionalmente pero la de frecuencia de trabajo es de 262.5GHz, si bien algunos utilizan la banda Ku (10.7 a 13GHz), que es la usada mayoritariamente en Europa para transmisión por satélite. Las potencias requeridas son del orden de 100W, mucho menores que en UHF y VHF.

UNA PERSPECTIVA ECONÓMICA

Estos sistemas están consiguiendo una eficiencia técnica y (sobretudo) económica muy superior a la del cable. Ofrece a los abonados una oferta similar a la del cable con un precio mucho menor.

Se considera que cablear un municipio es entre un 25 y un 40% más caro que utilizar MMDS.

Un emisor de 50 canales tiene un coste entre 20 y 40 millones de pesetas y las torres de emisión de 800.000 a 8 millones de pesetas.

EL MMDS FRENTE AL SATÉLITE

Debido a que las antenas de recepción de abonados son mucho menores, se ha pensado en utilizar como una alternativa al satélite. Este enfoque tiene su punto débil en la cobertura y calidad de la señal. Las situaciones particulares de la orografía de cada terreno han de tenerse en cuenta a la hora de instalarlo como sustituto del satélite

EL MMDS FRENTE AL CABLE: ALGUNAS DESVENTAJAS

A la hora de instalar un sistema MMDS en una comunidad que posea una red de cable consolidada, se establece una competencia desde el primer momento, ya que precisamente nació como sustituto de este. La competencia con un sistema que posee un número de abonados importante exige un esfuerzo importante. La programación se base en gran medida en los canales de satélite. Si se desea restringir el acceso hay que añadir un equipo de decodificación en el receptor

EL MMDS: UNA REALIDAD EN ESPAÑA

Existe una primera toma de contacto con este sistema llevada a cabo por *Antena 3 TV* en El Carralejo (Majadahonda). Se trata de una única torre de emisión con un radio de cobertura de 25km., que en un principio emitirá 14 canales analógicos y 4 digitales. El equipo de recepción tendrá un coste estimado de 25.000 pesetas. Se dispondrá también de un sistema PPV (pay per view, o pago por visión), con el pago de un canon adicional.