

# La Alta Definición es... ¿Conveniente, deseable o necesaria?

Por Juan Navalpotro



Juan Navalpotro.

Su actividad en el campo de la electrónica y especialmente en el de la TV se extiende desde 1962 con los once años de trabajo en Telefunken Ibérica, los seis últimos en el Laboratorio de Desarrollo de TV Color. Otros seis años (desde 1973) en Honeywell SA dedicado a la instrumentación y ordenadores de control de procesos industriales en tiempo real. Desde 1979 hasta 2002, veintidós años con Tektronix Española SA, y un año en PESA, 1982. Desde 1996 hasta 2002 la labor de desarrollo de mercados en Tektronix le permitió representar a dicha empresa en diversos organismos internacionales como el DVB (UER), UIT y 3GPP (ETSI). Actualmente es Director Gerente de Abacanto Digital SA, compañía que representa en España a Tektronix, Anritsu, Albalá Ing., Z-Technology, Thomson Content Security (Nextamp), Mediornet, Cranework, ELC, Agama, Alitronika. [www.abacantodigital.com](http://www.abacantodigital.com)

*La respuesta a las tres preguntas del título bien puede ser un SI rotundo a todas ellas. La propuesta de establecer un sistema de Televisión de Alta Definición, TVAD (o las siglas en inglés HDTV, High Definition TV) data desde los comienzos de la TV allá por los años 30 del pasado siglo XX. Los análisis y las preguntas que se hacían en aquella época rondaban alrededor de lo que era deseable, lo que era técnica y económicamente posible y lo que resultaba a todas luces prohibitivo. En las dos últimas décadas de dicho siglo XX se volvió a retomar el tema y las preguntas siguen siendo las mismas, pero el grado tecnológico alcanzado y las posibilidades de alcanzar unos buenos resultados a un costo razonable permiten definir diferentes formatos de TVAD (analógicos y digitales) que se han venido usando en estudios y en la producción de programas en la década de los 90.*

Con el advenimiento de los sistemas de compresión de vídeo, disponibles al digitalizar la señal de TV, y a la llegada de los sistemas de difusión digitales por vía terrestre, por cable y por satélite ha sido posible pensar en el uso extensivo de la TVAD para la distribución de programas de alta resolución. También la llegada de los sistemas de almacenamiento digital masivo, como son los CDs, DVDs, etc. está contribuyendo en la aceleración para la implantación de sistemas de TVAD.

Pero ¿cual es la razón para desear o necesitar un sistema de mayor resolución que los actuales? Si se analizan las consideraciones realizadas en los años 30 y 40 se llega a la conclusión que la razón fundamental estriba en la agudeza visual media del ojo humano. Pero no se trata de que esta agudeza visual haya cambiado con los años, naturalmente; se trata de que la relación entre el tamaño de la pantalla y la distancia óptima de visualización depende de la agudeza visual.

En definitiva el verdadero motor de esta necesidad es el deseo de los espectadores de disponer de una pantalla cada vez más grande en el salón de casa para tener una visión panorámica, salón que no por ello cambia de tamaño, o incluso el hecho de que las viviendas vienen a ser cada vez más reducidas.

Por tanto, los dos parámetros iniciales a considerar para un sistema de TVAD son la dimensión de la pantalla y la distancia media de visualización, pero no considerados por separado de modo absoluto, sino como la relación entre ambos. Para los que quieran recordar los tiempos escolares pueden pensar que la relación entre la altura de un objeto y la distancia desde la que se observa define el valor de la tangente del ángulo visual con el que se observa y esto tiene mucho que ver con el ángulo sólido que representa la agudeza visual del espectador.

De este modo se concluye que el tamaño de la pantalla por sí solo no determina la necesidad de utilizar un sistema de TVAD, sino que es la relación entre el tamaño y la distancia. Sencillamente se trata de acomodar los detalles de la imagen a la agudeza visual media de los espectadores.

Los estudios de cómo llevar a cabo dicha adaptación se llevaron a cabo en los principios del cine y luego se completaron y reafirmaron en los comienzos de la TV y, entre las dificultades encontradas, conviene destacar que la agudeza visual varía entre los individuos, por lo que hubo que determinar un valor medio que represente al ojo humano, que además depende de la intensidad luminosa percibida y que la agudeza es mayor en el eje horizontal que en el eje vertical y por ello merece la pena echar un vistazo a los debates realizados hace unos 75 años.

Y puestos a revisar, parece prudente considerar también el parpadeo, la relación de aspecto, etc. y dar un pequeño repaso parcial a la historia de la TV.

## Un poco de historia

Rastreando los trabajos pioneros sobre la transmisión de imágenes en movimiento se puede llegar hasta 1881 año en el que el notario francés Constantin Senlecq propuso un sistema para proyectar las imágenes sobre una superficie recubierta por puntos aislados de selenio (material foto-eléctrico) y transmitirlos secuencialmente a un receptor sincronizado con el emisor. Así estableció el principio de la exploración secuencial que es la base de todos los sistemas de TV actuales. Pasando por el disco giratorio del alemán Paul Nipkow en 1884 y por el invento del iconoscopio por el investigador ruso Vladimir Zworykin en 1923 se llega a una de las primeras transmisiones de TV en el Londres de 1925 realizada por John Logie Baird.

Después hubo muchas propuestas y pruebas con distintos sistemas en varios países. En 1931, Henri de France fundó la Compañía General de Televisión CGT para el desarrollo de la TV en Francia (él fue quien, posteriormente, al principio de los años 60, inventó el sistema SECAM de TV en color)

Un hito importante fue la estandarización en los EEUU de un sistema de TV para ser usado a lo largo y ancho del país, se trata del sistema propuesto por el "National Television System Committee" (NTSC) y aprobado por la Comisión Federal de las Comunicaciones (FCC) en 1941.

Hasta ese momento las muchas propuestas existentes en diversos países, que en su mayoría eran fruto de trabajos de investigación de empresas privadas y/o comités establecidos por los gobiernos, no cuajaban en el establecimiento de un sistema común de TV, por lo que para obtener éxito en la implantación era necesario llegar a un acuerdo entre las empresas y, en el caso de los EEUU, de eso se encargó dicho comité para la definición de un sistema de TV nacional.



Los trabajos se extendieron durante ocho meses entre 1940 y 1941 y se distribuyeron en tres grupos de estudio; uno de ellos analizó las ventajas y desventajas de los principales sistemas propuestos hasta la fecha, entre ellos dieciséis sistemas de B/N y cuatro sistemas de TV en color desarrollados todos ellos en EEUU, seis sistemas desarrollados en Francia, dos sistemas de Alemania, uno de Italia y otro de Rusia.

Estos sistemas se demostraron entre 1934 y 1940 y cubrían resoluciones bajas y altas entre 120 líneas y 16 imágenes por segundo pasando por 240/25; 405/25 y 525/30, siendo esta resolución la adoptada por el sistema conocido como NTSC.

En Europa se estandarizaron diversos sistemas, en el Reino Unido se adoptó el sistema A de 405/25 que se vino utilizando hasta 1985 para sus emisiones en B/N, aunque en los años 60 adoptaron el sistema I de 625/25 para las emisiones en color PAL.

En Alemania se adoptó el sistema B de 625/25 y 7 MHz de anchura de banda, y posteriormente y con

la ampliación a la gama de UHF adoptaron una variante de 8 MHz de ancho de banda, el sistema G. Estos sistemas permanecieron en uso con la posterior adopción, en 1966, del sistema de TV Color PAL desarrollado por el doctor Walter Bruch de Telefunken.

En Francia se adoptó el sistema E de 819/25 (¿Alta Definición?, SI, fue en el año 1948 por un decreto de Mitterrand y comenzaron las emisiones en 1949, que duraron hasta 1984). Posteriormente, en 1964, con la llegada de la segunda cadena de TV adoptaron el sistema G de 625/25 para las emisiones en B/N, resolución que se siguió utilizando en 1967 cuando dicha cadena comenzó las emisiones en color SECAM III B.

Volviendo a los años 30, se consideraron también diversos sistemas para el barrido de la pantalla, como el barrido espiral o el rectilíneo, lineal o sinusoidal, progresivo o entrelazado, así como muchos otros parámetros.

Entre los sistemas analizados por el comité NTSC había anchos de banda desde 1,5 MHz hasta 4,5 MHz y

diversas relaciones de aspecto incluyendo formatos de imagen de tipo vertical y horizontal o apaisado. Aunque había propuestas de TV en color, se desestimaron por considerar que la tecnología tendría que mejorar, por lo que el primer sistema NTSC era de B/N y evolucionó posteriormente, hacia 1953, al sistema de color M que conocemos actualmente simplemente como NTSC.

También la tecnología de TV en color, como se ha indicado anteriormente, evolucionó en Europa. Basándose principalmente en el sistema NTSC de 1953, se introdujeron pequeñas pero importantes variaciones que dieron lugar, a principios de los 60, a los dos sistemas europeos principales PAL y SECAM desarrollados en Alemania y Francia respectivamente.

Después de las estandarizaciones a nivel nacional se recogieron las diversas normas en organismos internacionales como el CCIR (Comité Consultivo Internacional para las Radiocomunicaciones) que recopiló los sistemas existentes en el mundo en un documento que sirve de normativa mundial para los sistemas de TV analógicos de B/N y de color. Otro comité similar se creó para regular la Telefonía y la Telegrafía, el CCITT.

Los organismos CCIR y CCITT conformaron posteriormente la ITU (Internacional Telecommunication Union, es decir, la UIT) con sus dos ramas más representativas ITU-R e ITU-T. Los sistemas de TV analógicos están recogidos en "CCIR Rec. 470 - Informe 624 y en ITU-R BT.470" y la HDTV en "ITU-R BT.709".

Es interesante observar que el desarrollo de los sistemas de compresión y de difusión digital se suele realizar por organismos independientes, jugando un papel importante en Europa la EBU (European Broadcasting Union, o en sus siglas francesas, que coinciden con las españolas, UER) y en EEUU el SMPTE (Society of Motion Pictures and Television Engineers, es decir la Sociedad de Ingenieros de Cine y TV) otros organismos como el

Figura 1. Fotografía de un esquema del primer TV de color comercial PAL, modelo 708T, desarrollado por Telefunken en 1967. Se han superpuesto algunos componentes típicos de la época incluyendo la línea de retardo ultrasónica lineal de 64 microsegundos, VL 1 con nº de serie 323, que formaba el corazón del sistema.

La precisión en la longitud de esta línea de retardo hacía de ella un componente más caro que la línea equivalente para el sistema SECAM que por su propia naturaleza de modulación de frecuencia en lugar de la modulación sincrónica del sistema PAL no necesitaba tanta precisión. Y este era uno de los argumentos utilizados en la competición por implantar un sistema u otro.

También puede apreciarse la línea de retardo de luminancia que permite igualar los tiempos de procesado de la señal de crominancia en el descodificador PAL. Hay también algunas bobinas-transformadores de FI y del circuito de crominancia.

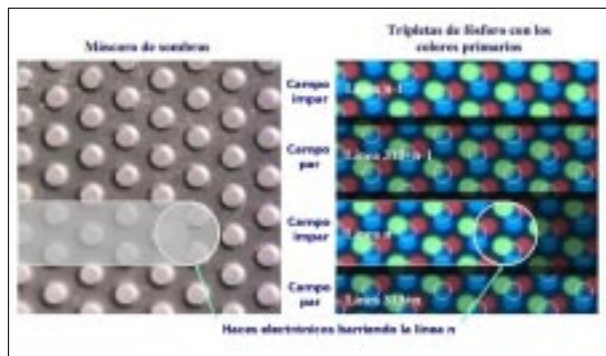


Figura. 2 Fotografías de la máscara de sombras del tubo de rayos catódicos y de la pantalla iluminada. Se han añadido dibujos simulando las trazas de los tres haces de electrones barriendo las líneas n-1 y n. Por cada agujero de la máscara de sombras existe una triada de fósoros que emiten luz en cada uno de los tres colores primarios. Se han dibujado los circuitos blancos para ayudar a la visualización de dicha correspondencia. Corresponden al televisor Telefunken PAL 708T.

MPEG Forum y el DVB, consolidan y aprueban los desarrollos realizados por sus participantes. Las propuestas son luego estandarizadas, a nivel Europeo por el ETSI (European Telecommunication Standard Institute), y finalmente adoptadas por la ITU para su estandarización internacional.

Como puede apreciarse por este sucinto recorrido histórico, tanto los aspectos del color como los de la alta definición, se estudiaron en detalle en la primera mitad del siglo XX y ahora seguimos beneficiándonos de los resultados obtenidos entonces.

En lo que a España respecta se iniciaron las emisiones de TV B/N en 1957 en la banda de VHF (sistema B) y en 1965 comenzaron las emisiones en la banda de UHF (sistema G), y en 1968 se iniciaron pruebas con los sistemas de color PAL y SECAM. En 1969 se emitió a Europa, desde el Teatro Real de Madrid, el Festival de la Canción de Eurovisión usando el sistema PAL. Este sistema se estableció como estándar "de facto" desde dicha fecha, con emisiones ocasionales que fueron aumentando en número y haciéndose cada vez más regulares, finalmente el sistema PAL se estableció oficialmente como estándar de color definitivo para España en los primeros años 80.

Para la difusión de TV digital, España ha adoptado los sistemas propuestos por el ETSI (DVB). Se comenzaron los servicios de DVB-S con la formación de una plataforma de servicios por el satélite ASTRA en 1995 seguidos de otros servicios por

una segunda plataforma a través del Hispasat en 1997 que luego se fundieron en una sola en 2004. Los servicios de TV digital por cable DVB-C se van añadiendo progresivamente a los programas analógicos por las compañías de cable.

España colaboró intensamente en las pruebas para el desarrollo de la TDT desde 1993 hasta que se aprobó el estándar DVB-T en 1996. Las primeras emisiones oficiales en Europa comenzaron en el Reino Unido, con el modo denominado 2k, en Octubre de 1999 y en España en Noviembre del mismo año con la particularidad de ser el primer país utilizando el modo 8k con cuatro redes simultáneas en isofrecuencia (en inglés SFN, "Single Frequency Network").

Este conjunto de sistemas de TV digital usan una señal en banda base configurada como un flujo de transporte digital (Transport Stream) tal y como se definió por el MPEG Forum y adoptado por el DVB, que es independiente del uso que se haga de él. Es decir, un TS puede contener uno o varios servicios (lo que normalmente se conocía como programas), estos servicios pueden ser de TV en definición estándar SD o en alta definición HD, con uno o varios sonidos, con teletexto, subtítulos, con otro tipo de datos auxiliares denominados carrusel, etc.; los servicios pueden ser de audio solo (programas de radio), de datos solo o cualquier combinación de todos ellos, siendo la única limitación el ancho de banda disponible.

A título de ejemplo se puede decir que en un canal de un transpondedor de satélite, donde se podía transmitir un solo servicio analógico (programa) modulado en FM y con una ocupación típica entre 27 y 35 MHz por canal, se puede ahora transmitir un canal digital conteniendo una mezcla de varios servicios (programas) que pueden alcanzar entre 2 servicios de TVAD simultáneos o uno de TVAD y varios (entre

4 o 5) de TV con definición estándar o varios de definición estándar únicamente (entre 8 y 12 ó 15, dependiendo de la calidad que se desee) y varios programas de radio donde antes solo había un programa analógico de TV en definición estándar.

La frase "dependiendo de la calidad que se desee" indica que, a voluntad del operador que emite, es posible combinar servicios cambiando cantidad por calidad, es decir cuantos mas servicios se transmiten, peor calidad de video y audio tienen. Esta flexibilidad que ahora aporta la técnica digital con los diversos sistemas de compresión de la información, y que no estaba disponible en la era analógica, hace caer en la tentación de decantarse a favor de la cantidad en detrimento de la calidad, por lo que debe avisarse a los usuarios, que la calidad intrínseca de la TV digital puede llegar ser igual de buena que la de la analógica (cuando la recepción analógica es buena), pero que en condiciones de mala o regular recepción, la digital se comporta mucho mejor que la analógica proporcionando mejor calidad que la analógica y mayor número de servicios por canal de RF.

Es conveniente insistir que la calidad de la TV analógica en buenas condiciones de recepción es superior a lo normalmente ofrecido, actualmente, por los servicios digitales. Pero también es conveniente observar que dichas condiciones de recepción analógica de calidad óptima se da en pocas ocasiones, generalmente en casos que suelen coincidir con recepción de visión directa de la antena emisora y con buenos sistemas de distribución de antenas colectivas o incluso sin amplificadores de distribución.

Estos aspectos de multiplicidad de servicios y mezclas entre diferentes calidades, incluida la TVAD, es posible en todos los sistemas de difusión digital, tanto por satélite DVB-S, por cable DVB-C, terrestre DVB-T y la difusión a dispositivos portátiles



o de mano DVB-H (la H es por Hand-held). O sea, que la TVAD no está ligada a ninguno de los sistemas en particular y está disponible técnicamente en su formato digital desde mediados de los años 90 del pasado siglo.

Queda claro que los aspectos de difusión de la TVAD no están influenciados por el sistema de difusión empleado sino por la disponibilidad de receptores y las pantallas adecuadas así como la capacidad de inversión de los proveedores de servicios para producir y suministrar programas con la resolución deseada, aunque no hay que ocultar que hay un problema adicional que consiste en alcanzar un consenso acerca del formato de TVAD se adopta a nivel mundial, o al menos, a nivel Europeo.

En las figuras que acompañan esta primera parte del artículo se pueden observar algunos de los componentes clave utilizados en los años 60 e imágenes con la técnica empleada durante muchos años en las pantallas de TV color basadas en el tubo de rayos catódicos de máscara de sombras patentado por la RCA en los años 50 y que se ha venido utilizando hasta la actualidad, aunque han ido surgiendo otras técnicas a lo largo de los 60 y 70, como el Trinitrón de Sony, el de fósforos en línea de Philips, etc. y llegando en la actualidad a las pantallas planas LCD, TFT, de Plasma...

## Evolución de la TVAD

Naturalmente la alta definición también tiene su historia que comenzó en formato analógico con los sincronismos tri-level y su ancho de banda de 30 MHz o más dependiendo del número de líneas e imágenes.

En 1972 la NHK, televisión pública japonesa, lanzó la investigación para la TVAD del futuro y en 1974 se hicieron las primeras demostraciones con 1125 líneas, naturalmente en formato analógico.

En 1981 se presentó un sistema completo de producción profesional de TVAD a la Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) en Los Ángeles denominado HiVision de 1125 líneas y 60 Hz.

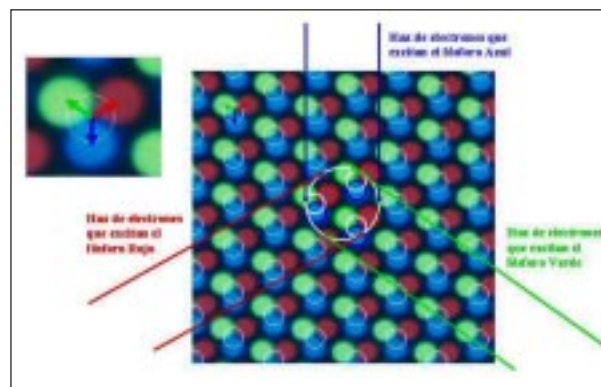
La Unión Europea adoptó en 1983 el sistema C-MAC Paquet presentado por la CCETT, y en 1986 apareció el D2MAC; mientras en EEUU se evaluaban varios sistemas por el "Advanced Television System Committee" (ATSC).

La norma HiVision, tras algunos cambios, pasó en 1988 a denominarse MUSE y en 1990 aparecieron los primeros productos para el gran público en dicha norma. Este principio de la década fue testigo de muchos cambios, pues en 1992 la TDF transmitió en Alta definición según la norma D2MAC los JJOO de Albertville, pero este sistema fue abandonado por Thomson y Philips en 1993 y casi al mismo tiempo Japón abandonó la norma MUSE en 1994 para concentrarse en la TVAD en formato digital.

Como se indicó anteriormente, en 1995-97 el DVB definió los formatos de difusión de TV Digital, que fueron aprobados por el ETSI y se sentaron las bases para el futuro de la TVAD Digital.

La parte de la difusión terrestre digital apareció en 1997 con dos normas diferentes, la DVB-T para Europa que también ha sido adoptada por diversos países y que puede utilizarse indistintamente para emisión con definición estándar (SDTV) como con alta definición (HDTV) mientras que en EEUU se aprobó la norma ATSC de difusión que también se ha adoptado por algunos países fuera de EEUU y que la comisión ATSC diseñó inicialmente para ser usada exclusivamente para HD (High Definition).

Fue en 1997 cuando en EEUU la FCC concedió licencias a los difusores de canales analógicos con definición estándar para emitir programas de TV digital, según la norma ATSC y en HD, en el canal adyacente.



Ya en 2003 se estimaba una población de dos millones de receptores de HD en EEUU.

En Europa se lanzó la cadena Euro 1080 en 2004 vía satélite utilizando el sistema DVB-S y pronto pueden comenzar emisiones en de alta definición en DVB-T.

Conviene tener en cuenta que, en general, siempre se habla del número de líneas de transmisión, en lugar del número de líneas activas que son la que de verdad determinan la resolución de un sistema, por ejemplo el sistema de 625 líneas usado en España tiene 576 líneas activas en su formato digital o 575 en su formato analógico. En cuanto a la alta definición se refiere se habla directamente del número de líneas activas, por lo que los tres sistemas bajo discusión se reducen a dos, 720 y 1080 líneas activas de vídeo, éste último en dos versiones barrido progresivo y entrelazado, siendo el de 720 líneas con barrido progresivo.

Estos tres formatos bajo discusión, 720p, 1080i y 1080p tienen sus defensores y detractores, por lo que, de nuevo parece que se establecerán diversos sistemas de TVAD en el mundo sin que se llegue al tan deseado sistema único.

En la segunda parte de este artículo se discutirán algunos de los parámetros básicos respecto a la percepción visual humana y se describirán algunos aspectos técnicos de los sistemas en discusión sobre alta definición. □

Figura. 3 En la máscara de sombras del tubo de rayos catódicos cada agujero se corresponde con una tripleta de fósforo y debido al ángulo de llegada de cada uno de los haces a dicho agujero, que se encuentra a unos 12 mm de la pantalla, los electrones de cada haz solo inciden sobre el fósforo que corresponde al color asignado a cada haz.