

La Alta Definición es... ¿Conveniente, deseable o necesaria? (2ª parte)

Por Juan Navalpandro

Figura 5. Izquierda: Pantalla vista a la distancia óptima (4 veces la altura) con campo visual de 19°. Derecha: Pantalla de doble dimensión lineal vista a la misma distancia, el campo visual aumenta a 37°

Como ya se indicó en el primer artículo de esta serie, el comité NTSC examinó muchos aspectos antes de tomar la decisión para hacer una propuesta a la FCC. Analizaremos aquí alguno de estos parámetros que tienen que ver con la elección del tipo, tamaño y forma de la pantalla y la resolución a emplear. Hubo muchos más aspectos que se estudiaron y se tuvieron en cuenta en las decisiones sobre los sistemas de TV, pero no se pretende ser exhaustivo en la revisión de todos los criterios.

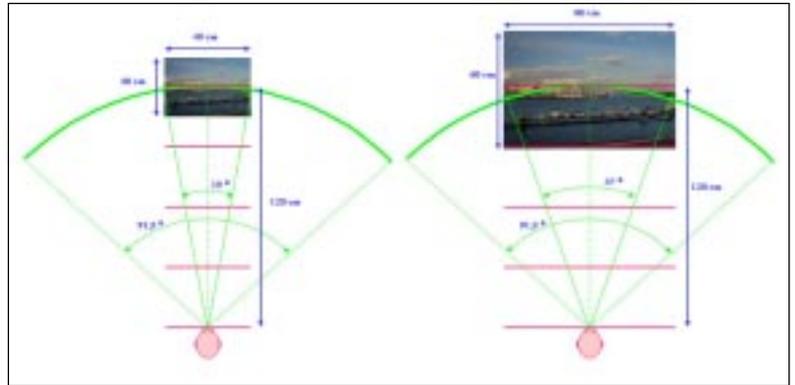
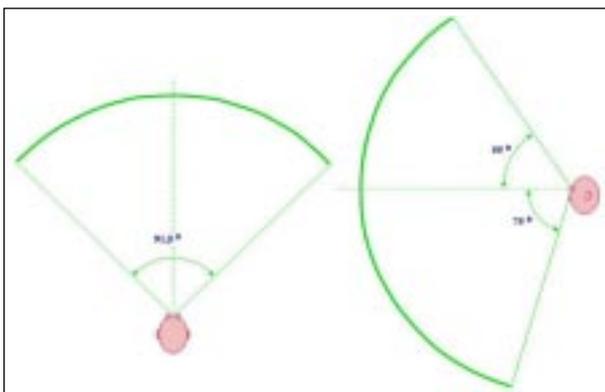
Campo visual y distancia del espectador a la pantalla

Se puede definir el campo visual como la zona cubierta por el ojo en la que se pueden apreciar objetos y acciones sin mover la cabeza.

Una definición más precisa, usada en oftalmología, indica que el campo visual es el área total en la cual un objeto puede ser visto en la visión periférica mientras el ojo está enfocado en un punto central.

Estas definiciones son bastante ambiguas desde el punto de vista que no especifican cual es la resolución de los detalles del objeto pues, como se sabe, la calidad de la visión es peor en la periferia que en el centro del campo visual y aunque no ayudan directamente a decidir que resolución sería deseable, sí ayudan a considerar lo que sería confortable para un espectador que quiera sentirse inmerso en la acción.

Figura 4. Campo visual medio del ojo humano



Fuera de la zona central de la visión el ojo es capaz de detectar movimiento pero no detalles. Incluso hay zonas ciegas, debidas al nervio óptico, que normalmente no se perciben más que con dibujos y pruebas preparadas específicamente para mostrar estos fenómenos. El rápido movimiento de los ojos, que es automático, permite captar todo lo que ocurre en la zona de visión dirigiendo la atención sobre aquellas cosas de interés, sobre todo centrando el foco de interés en los objetos que se mueven.

El campo visual binocular medio es simétrico y cubre 91,5° en la dirección horizontal siendo de 130° en la dirección vertical (55° hacia arriba y 75° hacia abajo). (Fig. 4)

Si la escena se proyecta sobre una pantalla grande y el espectador se sitúa muy cerca, tendrá la sensación de sentirse dentro de la escena aunque no llegue a verla en su totalidad, pero al mismo tiempo puede ver la imagen borrosa si a esta le falta detalle para describir bien los objetos de la escena.

Si el espectador se aleja demasiado, su campo visual le permite ver aquellos objetos, ajenos a la escena, que rodean la pantalla y no consigue el efecto de sentirse inmerso en la acción proyectada, y además, en este caso, puede que su limitada agudeza visual no le permitirá captar los detalles finos que pueda poseer la imagen proyectada.

Esto hace pensar que hay una distancia óptima para la visualización de la TV, o al menos un rango de distancias desde las que se puede ver confortablemente y apreciar los detalles. Esta dis-

tancia tiene que ver con los parámetros de resolución que se definen en los sistemas de TV y puede indicarse aquí que el formato de la TV clásica de 4:3 y 525 líneas, se diseñó para una distancia de visión óptima de unas cuatro veces la altura de la pantalla, aunque se admite que puede extenderse hasta ocho veces la altura, que equivale a cinco veces la diagonal de la pantalla, en el sistema usado en España de 625 líneas esta distancia puede ser incluso menor.

Es decir, un televisor normal de 4:3 con una pantalla de 50 cm de diagonal (40 cm de anchura y 30 cm de altura) tiene una distancia óptima de observación de $4 \times 30 = 1,2$ metros y una distancia máxima de $8 \times 30 = 2,4$ metros; que viene a ser 5 veces la diagonal $5 \times 50 = 2,5$ metros. Esta distancia no es crítica y varía con cada individuo, pues los estudios se realizan siempre buscando el comportamiento medio de muchas personas. Sin embargo, estas distancias no llenan el campo visual del espectador como podría ser deseable, ya que el ángulo de visión es, tan solo, de $[2 \times \arctg(20 / 120)] = 18,92^\circ$, que es un ángulo muy inferior a los $91,5^\circ$ del campo visual horizontal medio. (Fig. 5, parte izquierda)

El deseo de cubrir un campo visual tan amplio como sea posible, y que permita que el espectador se sienta inmerso en la acción, es lo que recomienda tener una distancia de visualización más cercana manteniendo la misma pantalla o bien una pantalla más grande manteniendo la distancia de observación.

En ambos casos es necesario aumentar la resolución de las imágenes transmitidas, es decir llegar a la denominada Alta Definición con unos parámetros que cumplan con los compromisos para permitir mantener una distancia adecuada, confortabilidad, detalles y también unas características técnicas viables respecto al ancho de banda del canal de comunicaciones y de los algoritmos de compresión.

La figura 5 en su parte derecha ilustra un espectador ante una pantalla de TV convencional de dimensiones lineales dobles que en el ejemplo anterior, pero manteniendo la misma distancia de observación, 60 cm de altura y a una distancia inferior a la óptima (2 veces la altura). Es evidente que se aumenta la sensación de verse inmerso en la acción con un ángulo de 37°, que aunque sigue sin cumplir el deseo de cubrir todo el campo visual del espectador, mejora respecto al caso anterior. Pero si se mantiene la distancia y el sistema de TV sigue siendo el mismo que en el caso anterior, el espectador podrá llegar a ver las líneas de barrido, cosa que no es deseable, y sin mejorar los detalles por el hecho de acercarse. Este razonamiento sencillo es un indicador de que se necesita aumentar la resolución.

Agudeza visual

Se refiere a la habilidad del ojo para percibir objetos pequeños, donde el tamaño del objeto se considera en sentido relativo a la distancia desde la que se observa.

En oftalmología, cuando el ojo de un individuo puede resolver letras de una pulgada de altura a 20 pies de distancia, se dice que tiene una agudeza visual de 20/20, que es considerada la agudeza "normal" para la mayoría de las personas.

En estas condiciones la letra se ve y se distingue con un ángulo de 14 minutos y 19,43 segundos (1 pie es equivalente a 12 pulgadas), ya que la letra se ve desde una distancia de 240 veces su altura, y el ángulo subtendido por el ojo para ver la letra se calcula como:

$$\arctg(1/240) = 0,238731^\circ$$

Igualmente se calcula el ángulo para distinguir los trazos que forman la letra y que son de la quinta parte del tamaño de la letra, por lo que resulta: $\arctg(0,2/240) = 0,047746^\circ$, que equivale a 2' y 52".

Esto es lo que se considera visión normal, que no quiere decir visión perfecta, pues hay individuos que ven peor y otros que poseen una estupenda visión de 20/15, e incluso de 20/10 (1' y 26"). Las resoluciones inferiores representan peor visión siendo, en algunos países, el requisito para obtener el carné de conducir tener una agudeza visual de 20/40, mientras que visiones inferiores a 20/200 se considera legalmente como ceguera.

Es bien conocido que las águilas y otras rapaces poseen una agudeza visual extraordinaria que les permite detectar a sus presas desde gran altura. En realidad se trata de un aspecto dual, es decir, tienen gran agudeza y además detectan el movimiento con gran facilidad, de ahí que las supuestas presas se quedan inmóviles cuando detectan un peligro, el ojo humano no alcanza tanto, pero no se queda demasiado a la zaga.

Estos estudios de oftalmología no coinciden exactamente con las consideraciones que se hicieron en los años 40, pero debe hacerse notar que las diferencias son pequeñas y se deben a que las condiciones de medida eran diferentes, en la carta de Snellen se usa la reflexión de la luz sobre un cartel de fondo blanco con letras negras (proceso sustractivo) y en la TV la luz es emitida directamente por la pantalla, es decir se trata de un proceso aditivo.

En los estudios sobre la agudeza visual se encontró que esta varía aproximadamente con el logaritmo del brillo de la fuente, para la mayor parte del rango visual del ojo y tiende a alcanzar un máximo alrededor de los 50 mililamberts:

$$1 \text{ candela} / \text{cm}^2 = 3,146 \text{ lamberts};$$

$$50 \text{ mililamberts} = 15,89 \text{ milicandelas/m}^2.$$

En los casos más favorables, es decir con iluminación "fuerte" de unos 10

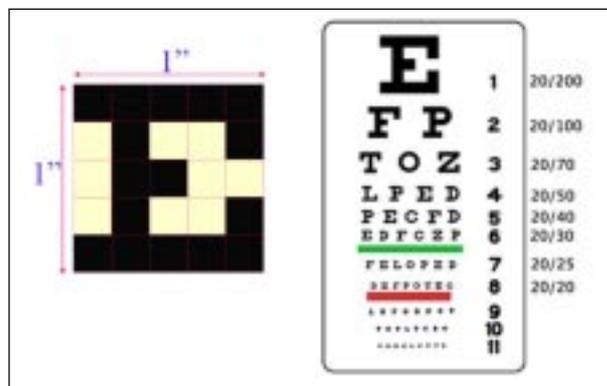


Figura 6. Letra E de la carta de Snellen utilizada en oftalmología

mililamberts o más, la máxima capacidad de resolución del ojo humano viene a ser de 0,5 minutos de arco (equivalente a 20/4 en la escala de Snellen).

Y volviendo al tema de la distancia de visualización óptima se infiere que esta no solo está determinada por el tamaño de la pantalla y el deseo de cubrir una gran parte del campo visual sino que se ve afectada por la agudeza visual, por ejemplo se determinó que la distancia a una imagen de 7 x 9 pulgadas y un brillo de 10 mililamberts debe ser superior a 2,5 metros si se desea que una rejilla de 400 líneas horizontales permanezca imperceptible al ojo, aunque bajando la luminosidad puede reducirse la distancia sin que el ojo aprecie las líneas.

Por otra parte, en los mencionados estudios sobre el comportamiento del ojo humano, se encontró que la sensibilidad de la retina a la luz es mayor en

Figura 7. Dos pantallas de AD con 1080 y 720 líneas y otra con definición estándar de 576 líneas, vistas a gran distancia. El ojo pierde los detalles, pero con menores distancias se pueden apreciar las diferencias en los detalles, se ha ampliado un recuadro central para ver el efecto.





Figura 8. Relaciones de aspecto consideradas adecuadas en los años 40. El cuadrado verde indica el mejor aprovechamiento posible de la superficie de un círculo, las dos imágenes representan el formato actual de la TV 4:3 y el propuesto para la TVAD 16:9. El rectángulo de fondo azul representa la máxima relación propuesta pero no adoptada para ningún sistema de TV.

el eje horizontal que en el vertical, tanto en el aspecto de la luminosidad como en el de percepción del color.

También se constató que la agudeza visual es mayor en la dirección horizontal que en la vertical, encontrándose que la relación de agudeza vertical: horizontal se encuentra en valores desde 1:1,5 y 1:1,6.

Considerando el aspecto de la agudeza visual respecto a la TVAD la figura 7 intenta representar la percepción del ojo respecto de tres pantallas de TV con la misma altura y vistas desde gran distancia (izquierda de la figura). El recuadro central se ha ampliado, simulando que el observador se acerca a las pantallas, con el fin de apreciar más detalle (parte central) y ya puede apreciarse que hay más detalle en el recuadro superior, siendo el inferior más borroso. En la ampliación de la parte derecha se puede apreciar con más detalle lo que se observaría con cada una de las tres resoluciones representadas de 1080, 720 y 576 líneas respectivamente.

En definitiva, si se quiere aumentar el tamaño de la pantalla para mejorar la sensación de sentirse dentro de la escena es necesario aumentar la resolución de la imagen para que la agudeza visual no delate falta de calidad en las imágenes observadas. Dicho de otro modo hay que ir a la Alta Definición.

Figura 9. Diferencia de panorámica obtenida con la relación de aspecto de 16:9 respecto a la de 4:3



Relación de aspecto

Se refiere al formato de la pantalla de TV y es la relación entre la anchura y la altura. (Aspect Ratio)

Se consideró si habría alguna característica peculiar de los sistemas de TV o al sistema de visión humano que permitiera aconsejar una relación de aspecto diferente a la empleada en el cine de aquella época, y se llegó a la conclusión de que no había, o no se encontró ninguna razón con suficiente peso técnico que aconsejara una u otra relación de aspecto por lo que se decidió utilizar el formato de 4:3 empleado en el cine para la TV puesto que las películas serían una fuente de material para elaborar los programas de TV.

Todos los demás aspectos estaban relacionados con la estética pero no con la técnica. Debido al hecho de que el único tipo de pantalla viable entonces eran los tubos de rayos catódicos TRCs, que solo se fabricaban con superficie de pantalla circular, se puso bajo consideración el uso de pantallas circulares con barrido en espiral, tanto progresivo como entrelazado. Sin embargo los formatos rectangulares eran más atractivos.

Se consideró el cuadrado (inscrita en la pantalla del TRC, naturalmente) como el que mejor aprovechaba la superficie fosforescente de la pantalla. Hubo propuestas de formatos rectangulares verticales y apaisados, y se consideraron aspectos artísticos usados en la pintura clásica como el uso de la proporción áurea, la proporción divina, etc. y finalmente la relación pitagórica 3:4:5 fue seleccionada, como lo había sido anteriormente en el cine, de modo que el conocido formato 4:3 (relación ancho:alto) ha venido siendo utilizado por todos los sistemas de TV.

Recuérdese que la diagonal de la pantalla (el 5 de la relación pitagórica) era el modo de expresar las dimensiones de las pantallas pues correspondía con el diámetro del TRC que se podía medir fácilmente. Por ello hoy se sigue usando el mismo criterio de expresar las dimensiones de las pantallas por su diagonal. Resultaba fácil calcular la altura

de la imagen como el 60% del diámetro y la anchura como el 80%.

Sin embargo, considérese una pantalla con relación de aspecto de 16:9 con unas dimensiones de 51 cm (20,08 pulgadas) de anchura y 28,7 cm (11,3 pulgadas) de altura, a la que corresponde una diagonal de 58,5 cm (23 pulgadas).

Esta diagonal representaría el tamaño nominal de la pantalla, pero si se emite un programa de formato 4:3, la anchura utilizada de dicha pantalla es, tan solo, de unos 38,3 cm y su diagonal útil sería de 47,86 cm. Luego, referir actualmente el tamaño de las pantallas por su diagonal, como se ha venido haciendo tradicionalmente, puede dar lugar a confusiones y quizás sea más interesante hacer referencia a la altura de la pantalla que es un parámetro que permanece independiente del formato de TV usado en cada programa (aparte del formato denominado buzón) en lugar de usar la diagonal como referencia.

En los sistemas de TVAD considerados actualmente solo se considera la relación de aspecto de 16:9, por lo que parece que, al menos, en un parámetro se ha conseguido un consenso de manera que se adoptará a nivel mundial.

Sin embargo esta relación de aspecto de 16:9 ha de convivir con la de 4:3 y también con las películas de cine de 2,21:1 y de 11:9 que se emiten por televisión.

La relación de aspecto no se puede convertir de una a otra a no ser que se deformen las proporciones de los objetos y personas intervinientes en las películas. Esto da lugar a las presentaciones denominadas Letterbox o buzón y la Pillarbox o columna.

La presentación Letterbox corresponde a la presentación de películas de 16:9 y de 2,21:1 sobre pantallas físicas de 4:3, y también a la presentación de 2,21:1 sobre pantallas de 16:9.

La presentación Pillarbox corresponde a la presentación de películas de 4:3 sobre pantallas físicas de 16:9. A veces se recurre, en estos casos a ensanchar el barrido de la pantalla para que la imagen ocupe toda la pantalla dan-

do lugar a las horribles presentaciones anamórficas, es decir a presenciar como unos jugadores de fútbol más gruesos de lo normal corren tras el balón o como unas modelos han curado su anorexia por obra y gracia del botón de un televisor usado por un espectador mal informado.

Algunos TV con pantalla de 16:9 disponen también de una posibilidad de aumentar el barrido horizontal y vertical en la proporción adecuada para presentar las emisiones de 16:9, previstas para pantallas de 4:3 que se presentarían en formato buzón en dichas pantallas de 4:3 y en formato simultáneo de Buzón y Columna en una pantalla de 16:9, cubriendo toda la pantalla, aunque sin poseer la resolución que sería conveniente para dicha transformación. Sin embargo producen un resultado muy aceptable para estos casos sin distorsiones anamórficas.

Respecto a las relaciones de aspecto utilizables en la TV digital actual, es conveniente indicar que ya el DVB definió a mediados de los años 90 que todos los IRDs (Integrated Receiver Decoder o STB, Set Top Box en terminología americana) compatibles DVB han de soportar al menos las relaciones 4:3 y 16:9, siendo opcional el soporte adicional de la relación 2,21:1. Sin embargo en los formatos propuestos para TVAD solo se contempla el formato 16:9.

Movimiento continuo o entrecortado

Se refiere al efecto producido en el ojo por la presentación de las imágenes de foto fija en secuencia con un intervalo determinado entre ellas. (Jerkiness)

El cine primitivo utilizó secuencias de fotogramas a una velocidad de 16 imágenes por segundo, que se admitirían después como insuficientes para "engañar" al ojo humano, pues aunque proporcionaban la sensación de movimiento este se producía a saltos reconocibles. Muchas personas recordarán las películas antiguas y el efecto de los movimientos poco naturales de los personajes que intervienen.

Con la proyección de 24 imágenes por segundo quedaba subsanado este efecto y se lograba una continuidad suficiente. En la TV se podría haber continuado con dicha velocidad, pero se optó por frecuencias relacionadas con la frecuencia de distribución eléctrica de cada país. La razón principal de ello estriba en que en aquella época era muy difícil evitar la influencia de los circuitos de alimentación en el resto de los circuitos de proceso analógico de la señal y se producían interacciones de distorsión de los barridos y de la luminosidad por la influencia de la frecuencia de la red y su segundo armónico. Al ser iguales las frecuencias del barrido y de la red, las perturbaciones, aunque pequeñas, permanecían estacionarias o casi estacionarias (pues no eran sincronas) respecto a la pantalla y eran menos perceptibles.

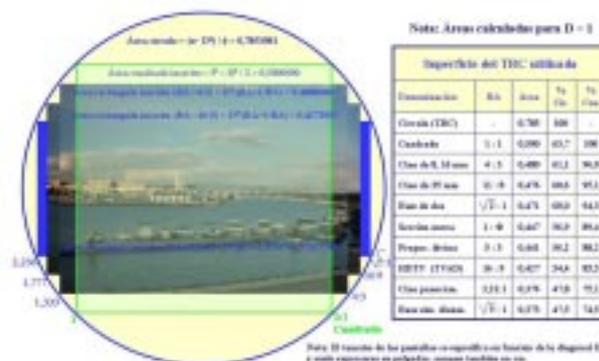
En Europa se inclinaron por los 50 Hz (25 imágenes por segundo en barrido entrelazado de dos campos cada una) y en EEUU se adoptó la frecuencia de 30 imágenes con frecuencia de campo de 60 Hz (aunque no en todos los estados la frecuencia de la red era de 60 Hz). En EEUU posteriormente se cambió a 60/1,001 que dio lugar a los 59,94 Hz actuales del sistema NTSC, este cambio se realizó para mejorar la respuesta de los transmisores y receptores a intermodulaciones en el sistema de separación del sonido por el sistema de interportadoras utilizado en los receptores.

Las actuales 25 imágenes por segundo utilizadas en TV convencional en Europa son suficientes para que el ojo perciba una continuidad en el movimiento en la mayor parte de las situaciones. Sin embargo un mayor número de imágenes por segundo proporcionará un mayor descanso visual y mejor continuidad de movimiento.

En este aspecto para la TVAD en Europa se proponen dos soluciones,

Primera solución de 25 imágenes por segundo con los formatos:

- 720/576/50/2:1 (entrelazado) Sistema actual con definición estándar conocido como 625/50/2:1 (BT.601)
- 1280/720/25/1:1 (progresivo)
- *1920/1080/50/2:1 (entrelazado)



1920/1080/25/1:1SF (Segmented Frame) (Progresivo en la toma y entrelazado en la transmisión)

1920/1080/25/1:1 (progresivo)

Segunda solución de 50 imágenes por segundo con los formatos:

- 720/575/50/1:1 (progresivo) Es una versión del sistema actual 625/50/1:1 con 50 imágenes por segundo
- *1280/720/50/1:1 (progresivo)
- *1920/1080/50/1:1 (progresivo)

Los formatos señalados con asterisco, son los tres candidatos con más probabilidades de adopción, conocidos con más brevedad por 720p, 1080p y 1080i respectivamente, (la i proviene del inglés "interlaced"), aunque el formato 1920/1080/25/1:1SF podría tener muchas probabilidades de adopción en lugar del 1080i.

Nótese que en la primera parte, al hablar del aspecto histórico, se enumeraban los sistemas de TV en función del número total de líneas del sistema incluyendo tanto las líneas activas como las de borrado, así el sistema usado en España es de 625 líneas totales, pero tiene 575 líneas activas (576 en el formato digital) y 50 líneas en los borrados de retrasado vertical (49 en el formato digital). Sin embargo para los sistemas de TVAD se suele especificar el número de líneas activas solamente.

De los sistemas enumerados más arriba, los de 720 líneas son ambos progresivos y constan de 750 líneas de barrido total. Los de 1080 líneas activas tienen 1125 líneas de barrido total y es un número impar para que se pueda hacer un entrelazado sencillo en aque-

Figura 10. Relaciones de aspecto y el aprovechamiento de la superficie de un círculo representada por cada una de ellas en valor relativo a un círculo de superficie unitaria, con el porcentaje respecto al círculo y también respecto al cuadrado inscrito. Los cálculos de las superficies se encuentran sobre las imágenes.



Figura 11. Ilustración del Pillarbox producido por una imagen de 4:3 vista sobre una pantalla de 16:9 (arriba). Si a esta pantalla se le forzara el barrido horizontal para cubrir toda la pantalla se caería en la distorsión anamórfica que tan desagradable resulta por ver todos los objetos alargados horizontalmente, los círculos se aprecian como elipses y las personas engordan exageradamente.



Figura 12. Ilustración del Letterbox producido por una imagen de 16:9 transmitida por un sistema de 4:3 y visualizada en una pantalla de 4:3 (centro), se pierde resolución al adaptarla pues parte de las líneas de barrido se desaprovechan.

Figura 13. Abajo puede verse el efecto de una imagen de 16:9 transmitida por un sistema de 4:3 y visualizada en una pantalla de 16:9. Aunque la resolución perdida ya no se puede recuperar, sí es posible ampliar los dos ejes de barrido proporcionalmente para ocupar toda la pantalla sin distorsión anamórfica



llos casos en que el barrido se propone como entrelazado y SF. Nótese también que todos los sistemas tienen un número de líneas activas que es múltiplo de 8, esto facilita dividir la imagen en bloques de 8x8 píxeles para hacer la compresión usando la transformada discreta coseno.

Parpadeo

Se refiere al efecto producido en el ojo la presentación de las imágenes en secuencia con una iluminación intermitente. (Flicker)

A diferencia del cine, en el que las 24 imágenes por segundo se transmiten cada una como un "fogonazo" de luz que ilumina toda la pantalla al mismo tiempo proyectando una imagen completa, en la TV se transmite un punto o "píxel" (abreviatura de elemento de imagen en inglés, picture element) de la escena detrás de otro por lo que el resto de puntos de la escena se va atenuando en su luminosidad en función de la curva de respuesta del fósforo correspondiente y cuando, después de transcurrir el segundo campo de exploración (40 milisegundos en el sistema PAL) el haz de electrones pasa por el mismo punto, la luminosidad de la pasada anterior se ha desvanecido en su mayor parte.

Esto produce un efecto de parpadeo en la escena mucho mayor que el observado en el cine y se acentúa con la luminosidad de la escena, de modo que escenas muy brillantes se observan con mayor parpadeo que escenas de brillo medio o bajo, y también son mucho más notorias en pantallas grandes que en las pequeñas.

Estos dos efectos de aumento de la percepción del parpadeo en función del brillo de la imagen y del tamaño de la misma ya se estudió en los prolegómenos de la TV.

Para reducir este efecto en el cine se propuso la repetición de cada escena de manera que en lugar de mantener cada imagen durante una gran parte de los 41,6 milisegundos que dura cada una (1/24), esta se "apaga" momentánea-

mente en el centro de su duración, con lo que se reduce el brillo medio y la sensación lumínica aparece más continua. De este enmascaramiento se encarga la denominada cruz de Malta que se sincroniza con el avance a saltos de la película.

En el caso de la TV esto se lleva a cabo por medio del barrido entrelazado, que recorre las líneas impares de la pantalla durante un campo de exploración y las líneas pares durante el siguiente. De este modo cuando un punto de una línea se ha atenuado, al cabo de los 20 ms del barrido correspondiente a su línea, los puntos que le rodean de la línea superior e inferior se iluminan de nuevo con el barrido del campo siguiente. Véase la figura 2.

Aunque el proceso de formación de las imágenes en las pantallas planas de tipo TFT o de plasma es distinto que el caso de las pantallas de tubos de rayos catódicos, el efecto del parpadeo producido en la retina es muy similar al descrito.

Desde hace más de dos décadas se mejoró el efecto del parpadeo en las pantallas grandes por medio del sistema digital denominado de 100 Hz. Este método consiste en incluir en el receptor de TV una memoria que almacena una imagen completa de TV y esta se reproduce dos veces en lugar de una, es decir, cada imagen dura 20 ms en lugar de 40 ms. Este truco mejora grandemente la percepción de la imagen y desaparece la sensación de parpadeo a todos los efectos. Sin embargo esto no mejora la continuidad del movimiento pues sigue siendo 25 el número de fotogramas que se presentan por segundo.

En algunos televisores con 100 Hz, la calidad de la imagen empeora, pero esto no es debido al concepto de los 100 Hz, propiamente dicho, sino a la implementación real que se haga de las dimensiones y número de bits de las memorias y de los convertidores A/D y D/A necesarios para llevar a cabo el proceso de almacenamiento de la imagen y la posterior reproducción al doble de velocidad. Como se ha dicho, el propósito de

los 100 Hz es el de la reducción del parpadeo, y este objetivo se cumple plenamente en dichos televisores.

Conviene hacer énfasis en el hecho de que este efecto de parpadeo es más notorio con pantallas grandes y con escenas brillantes, por lo que al hacer pantallas grandes es más conveniente tener muchas líneas finas en lugar de pocas líneas gruesas, es decir también desde este punto de vista del parpadeo, un aumento del tamaño de la pantalla implica la conveniencia de pasar a la alta definición.

Tipo de barrido, entrelazado, progresivo y segmentado

Se refiere a como se recorre la pantalla por el denominado "pincel electrónico" para "pintar" la imagen sobre la misma. (Sweep Type)

En los sistemas de TV se transmite la intensidad y color de cada uno de los puntos de la pantalla, o píxeles, en secuencia y hay que transmitirlos en un orden determinado.

Se eligió un barrido lineal y rectilíneo que recorre la pantalla de izquierda a derecha y de arriba abajo según se mira la pantalla por parte del espectador. Este formato fue el más aconsejado debido a que el barrido lineal (contrapuesto a los barridos sinusoidales, tanto lineal como circular) simplificaba los circuitos electrónicos de barrido y sincronización.

Barrido entrelazado

El formato entrelazado es el que se ha venido utilizando en la TV convencional pero para la TVAD se intenta pasar al barrido progresivo que tiene más ventajas, no solo desde el punto de vista de percepción humana, sino también desde el punto de simplificación de los circuitos electrónicos de proceso de señales, pues si las muestras tomadas para los píxeles son "cosited" y ortogonales el tratamiento digital es más sencillo. Cosited implica que los tres parámetros que forman la luminosidad y el color de un píxel se han tomado en el mismo punto y al mismo tiempo y ortogonal

quiere decir que hay una correlación en la posición vertical, horizontal y temporal de los píxeles que forman las sucesivas imágenes, es decir, en ningún caso quedan al "tresbolillo" o desalineados.

En el barrido entrelazado la cámara explora una línea sí, y otra no, durante un primer campo y cuando termina se desplaza el comienzo del barrido una línea para pasar a explorar entremedias de las líneas exploradas anteriormente y formar así la imagen del segundo campo. Este procedimiento tiene el inconveniente de que los objetos de la imagen que estén en movimiento ya no ocupan la misma posición, al barrer el segundo campo, que tenían al barrer el primero.

Barrido segmentado:

El formato SF (Segmented Frame) está muy considerado actualmente debido a que la cámara explora la imagen con barrido progresivo y almacena la imagen en memoria que luego es leída de manera entrelazada, es decir, las líneas impares primero y las líneas pares después para transmitir las y presentarlas en pantalla a un ritmo de 50 campos por segundo para reducir el parpadeo. La ventaja respecto al barrido entrelazado es que ambos campos se ha tomado al mismo tiempo.

Barrido progresivo

Es el más natural de los analizados, consiste en que la cámara explora todas las líneas, una detrás de otra, sin dejar espacio entre ellas y la imagen tiene un solo campo. El inconveniente es que al no hacer entrelazado, el parpadeo se vuelve muy evidente, por lo que hay que aumentar el número de imágenes tomadas por segundo, con el consiguiente aumento de ancho de banda. Aunque también puede utilizarse un procedimiento como el descrito de 100 Hz para presentar cada imagen 2, 3 ó 4 veces para obtener la reducción del parpadeo.

La mejora de tomar la imagen en modo progresivo y no entrelazado estriba en que cuando se hace una parada de imagen en movimiento a cuadro completo no se observa el movimiento



Figura 14. Barrido entrelazado de la TV digital con resolución convencional y relación de aspecto de 4:3.

de parpadeo que ocurre cuando la toma se hace con barrido entrelazado ya que ambos campos de SF corresponden a una sola imagen temporal, mientras que en la toma entrelazada los dos campos que forman una imagen corresponden a diferentes instantes de tiempo.

El tiempo dirá cual de los diversos formatos se adopta definitivamente como formato único de TVAD en Europa, aunque bien puede ocurrir que, de nuevo, haya que convivir con múltiples formatos y las correspondientes transformaciones entre ellos, pues existen más formatos en discusión relacionados con las frecuencias de cuadros correspondientes a los sistemas de 60 Hz, 59,94 Hz, 30 Hz, 29,97 Hz, 24 Hz y 23,98 Hz con sus diversas combinaciones de barridos entrelazados, SF y progresivos.

En cualquier caso, el paso a la TVAD exige también considerar cuales son los sistemas de barrido más confortables para la visualización de programas de TV sin fatiga para el ojo. □

Figura 15. Barrido entrelazado de la TV digital con resolución convencional y relación de aspecto de 16:9.

