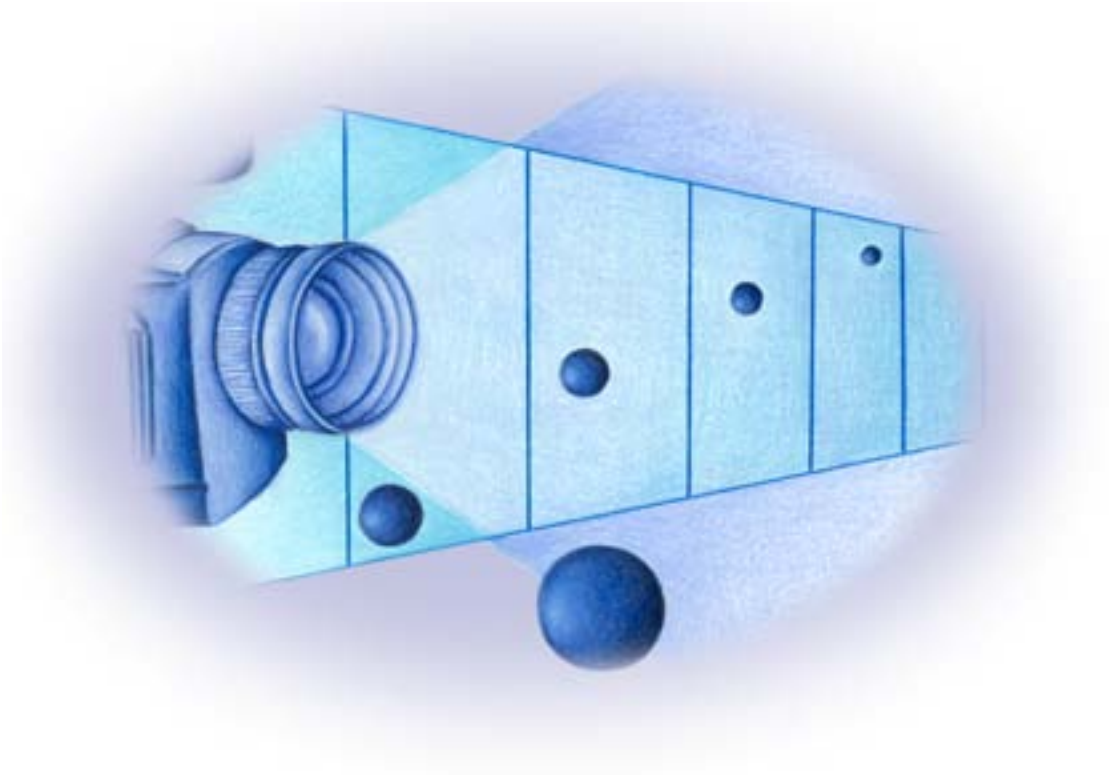
Introducción a la señal de vídeo



Índice

Etapa 1: La televisión en blanco y negro 5
Introducción 5
Estructura de la imagen en televisión 5
Estructura de la señal de televisión en blanco y negro 6
Líneas de borrado de pantalla 7
Entrelazado de campo 8

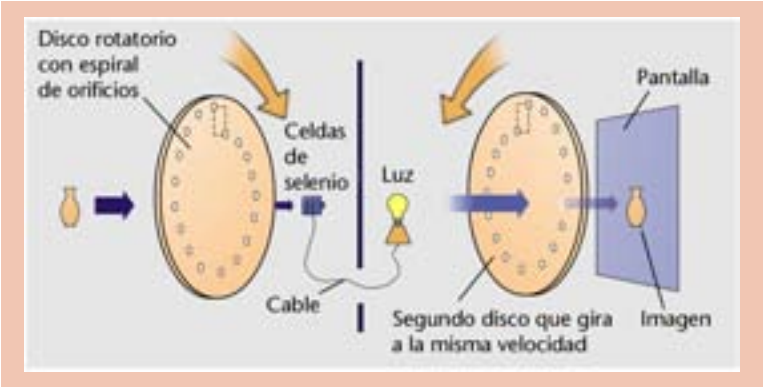
Etapa 2: Televisión en color 11
Introducción 11
Cómo cumplir los otros requisitos 11
Recepción de la señal PAL 13

Etapa 1: La televisión en blanco y negro

Introducción

A lo largo de la historia han sido muchos los intentos de crear sistemas de captación y visión de imagen en movimiento. Desde 1884, cuando Paul Gottlieb Nipkow, un estudiante alemán, realizó su primer intento de captación mediante procesos electrónicos, hasta la actualidad, la evolución de esta técnica ha sido muy notable.

Ya en el invento del joven estudiante se introdujo la base del funcionamiento de los actuales sistemas de televisión, cuyo procedimiento consistía en la fragmentación de la imagen, durante el proceso de captación, en forma de líneas que se situaban una bajo otra, mediante un disco giratorio perforado en forma de espiral que a un lado tenía imagen y al otro lado, un sensor que se encargaba de transformar en electricidad la luz que dejaba pasar cada orificio.

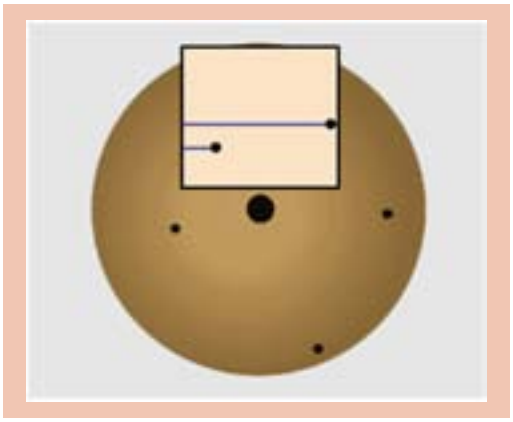


Hoy día, los sistemas de captación de imagen han evolucionado enormemente hasta los actuales CCD, aunque, de todos modos, la estructura de funcionamiento siga siendo la misma.

Estructura de la imagen en televisión

Observando el disco de Nipkow, se puede deducir que cada orificio cruza el sensor de izquierda a derecha, estimulando una región en forma de línea (como si de la punta de un lápiz se tratase). Teniendo en cuenta de disposición espiral de los orificios, cada uno de ellos irá representando parte de la imagen original en forma de líneas que se disponen una debajo de la otra.

Si controlamos la velocidad de giro del disco, se podrá definir la cantidad de veces que se explora la imagen entera, en la que una vuelta del disco equivale a una exploración. Cuantas más vueltas realice, mayor será la frecuencia de imagen captada por el sensor y menor la sensación de parpadeo producida. Los sistemas PAL y SECAM trabajan a una frecuencia de 25 imágenes/s, mientras que el NTSC tiene una frecuencia de imagen de 30 imágenes/s.



Una imagen de televisión está formada por una cantidad fija de líneas separadas entre sí por una cierta distancia.

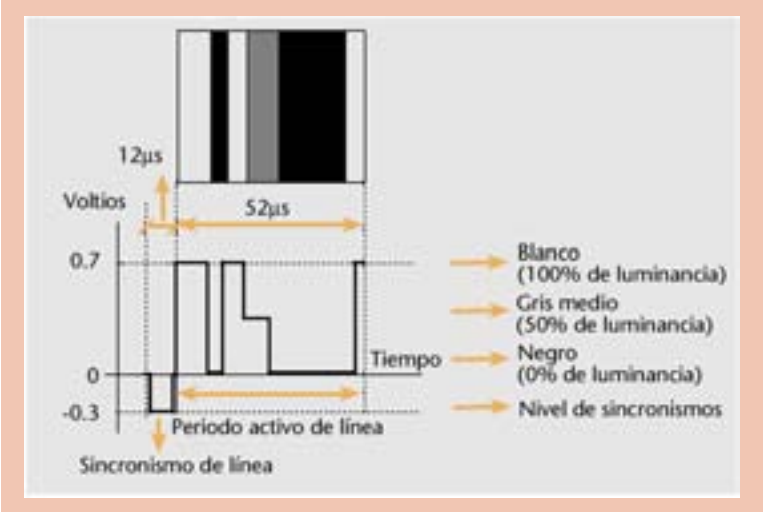
En concreto, en Europa se consideró que 625 era un número adecuado de líneas para un televisor, ya que así un espectador situado a una distancia de cuatro veces la diagonal de la pantalla percibe la imagen como un conjunto homogéneo, de forma que no es capaz de discernir la separación entre líneas.

Estructura de la señal de televisión en blanco y negro

Si se mide el voltaje que el sensor del sistema Nipkow entrega en la salida, se puede saber la evolución de la cantidad de luz que transmite cada orificio del disco, es decir, la cantidad de voltaje de cada línea de televisión. En aquellas zonas de la imagen en las que hay poca luz, el sensor entregará poco voltaje, mientras que en las que hay

más luz, el voltaje crecerá (ocurrirá lo mismo con todos los posibles valores de intensidad lumínica intermedios).

Teniendo en cuenta que la señal de televisión posee una amplitud de 1 voltio, se ha estandarizado que el nivel máximo de voltaje se corresponda con la máxima cantidad de luz (0,7 voltios), y el nivel mínimo de voltaje corresponda a la mínima cantidad de luz (0 voltios). Reservando la región de los 0 a los –0,3 voltios a información correspondiente a sincronismos, de esta forma cualquier señal con voltaje positivo poseerá señal útil para ser representada en pantalla, y cualquier señal con voltaje negativo, información para el correcto funcionamiento del televisor.



En la imagen anterior se puede observar la estructura de tiempos de una línea de televisión, en la que básicamente existen dos partes diferenciadas: el **periodo activo de línea**, de 54 microsegundos, y el **sincronismo de línea o sincronismo horizontal**, de 12 microsegundos, que forman la totalidad de la línea de televisión de 64 microsegundos.

- **Periodo activo de línea:** tiene la información que el tubo de rayos catódicos (TRC) del televisor deberá representar en la pantalla.

- **Sincronismo de línea o sincronismo horizontal:** corresponde al tiempo que necesita el TRC para desplazarse desde el final de una línea hasta el inicio de la siguiente.

Líneas de borrado de pantalla

De las 625 líneas del sistema PAL o SECAM, no todas poseen información útil en pantalla, ya que sólo cincuenta de ellas se destinan a indicarle al televisor que ha llegado al final de una imagen. Durante el intervalo de estas cincuenta líneas, éste hará retornar el haz de electrones de la parte inferior derecha de la pantalla a la superior izquierda, para iniciar así la exploración de la siguiente imagen. Este grupo de líneas se denominan líneas de **borrado de pantalla** o de **borrado vertical**.

Del mismo modo que los sincronismos horizontales, los sincronismos de borrado de pantalla son una serie de impulsos de –0,3 voltios, pero de duraciones superiores a los 12 microsegundos.

Entrelazado de campo

El motivo por el que se utilizan 25 imágenes por segundo en PAL y SECAM es doble. En primer lugar, porque permite sincronizar la imagen con la frecuencia de la corriente alterna de la red eléctrica (50 Hz), lo cual simplifica el diseño de los circuitos, ya que 25 Hz es múltiplo de 50 Hz por la misma razón, en NTSC se trabaja a 30 imágenes/s, múltiplo de la frecuencia de red (60 Hz).

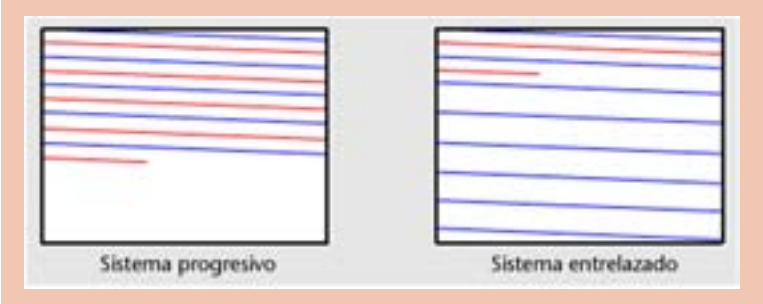
En segundo lugar, 25 imágenes/s se encuentra muy cerca de los 24 fotogramas/s del cine, de tal forma que se puede pasar el material filmado directamente por televisión. Esta diferencia de un fotograma por segundo supone que las películas de cine que se ven en televisión duren un poco menos (unos tres minutos por cada película de hora y media).

Una desventaja importante de esta frecuencia relativamente baja es que se produce parpadeo. En cine este problema se soluciona proyectando la misma imagen dos veces mediante un obturador mecánico, pero el hecho de solucionar este problema de la misma forma en televisión supondría transmitir dos veces cada imagen, es decir, 50 imágenes/s, con lo que aumentaríamos enormemente el **ancho de banda**, algo que, por otra parte, no es posible debido a que el ancho de banda en televisión se encuentra limitado.

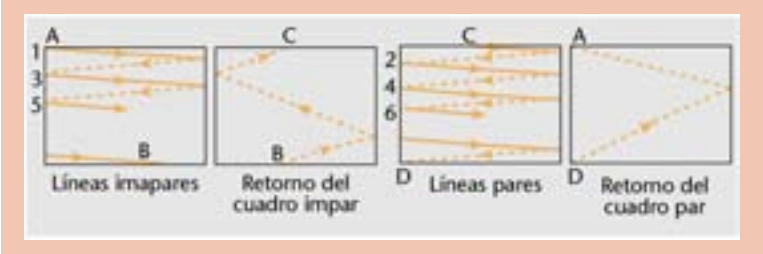
- **Ancho de banda:** este parámetro define el flujo de información por segundo de un sistema; habitualmente se puede considerar que cuanto mayor sea el ancho de banda, mejor será la calidad del sistema.

La solución al parpadeo en televisión consiste en la proyección de las líneas impares (1, 3, 5, 7...) y acto seguido las pares (2, 4, 6, 8...), como si de semiimágenes (campos) de 312,5 líneas se tratase, en el tiempo correspondiente a una imagen entera ($625 \times 64\mu s = 40$ ms).

Con esta técnica se consigue llenar la pantalla dos veces, en el tiempo correspondiente a una imagen de 625 líneas (40 ms), con dos semiimágenes de 312,5 líneas y 20 ms cada una.



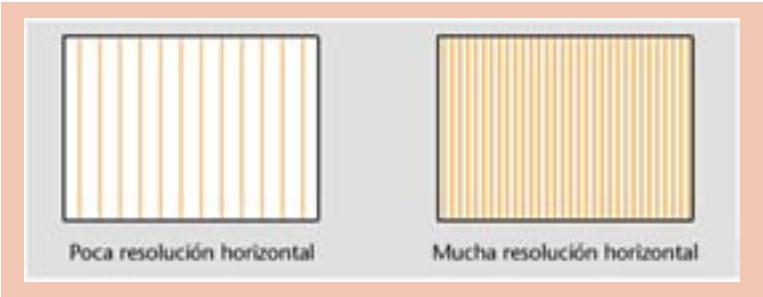
Si se analiza todo el proceso de creación de una imagen considerando el entrelazado de campo, seguiremos la secuencia que exponemos a continuación: se proyectan las primeras 287,5 líneas correspondientes al campo impar (cada una con su sincronismo de línea), y seguidamente tendremos 25 líneas de borrado de pantalla (287,5 + 25 = 312,5 líneas del campo impar). El mismo proceso se realizará con el campo par (287,5 + 25 = 312,5 líneas del campo par). Así pues, en total tenemos las 625 líneas de una imagen completa.



Con un sistema de 625 líneas por imagen, como es el caso de la señal PAL, el ancho de banda máximo permitido es de 5,5 MHz, lo cual significa que la máxima frecuencia que se permite emitir, que a su vez es la que permite conseguir la misma **resolución horizontal** que **resolución vertical**, es de 5.500.000 ciclos por segundo (el equivalente a unas 766 columnas por imagen).

- **Resolución vertical:** parámetro indicativo de la definición de imagen en el sentido vertical, es decir, nos indica el grado de separación de la imagen entre filas o líneas. Hasta ahora se ha dicho que este valor era constante y de 575 líneas en pantalla.

- **Resolución horizontal:** parámetro indicativo de la definición de imagen en el sentido horizontal, es decir que nos representa el grado de separación entre columnas de la imagen. Este parámetro es variable y servirá para definir el ancho de banda del sistema. Cuando se define la resolución de un formato o sistema mediante la expresión líneas de televisión, se está haciendo referencia a la capacidad que tiene éste de realizar transiciones en el sentido horizontal.



Etapa 2: Televisión en color

Introducción

La televisión en color nació en Estados Unidos en 1953. En aquella época, la gente demandaba imágenes en color como las que estaba acostumbrada a ver en el cine y en fotografía, ante lo cual el gobierno federal encargó la creación de un comité que se dedicase al estudio de la televisión en color, un comité que se llamó National Television System Comitee (NTSC).

Este nuevo sistema tenía que cumplir tres requisitos: debía ser un sistema totalmente compatible con los sistemas en blanco y negro, tal que cualquier receptor en blanco y negro debía poder funcionar con imágenes transmitidas en color (las cuales se verían en blanco y negro).

El segundo requisito era que cualquier receptor en color tenía que contar con la capacidad de funcionar con imágenes emitidas en blanco y negro.

En principio puede parecer que la cantidad de información de una imagen en color debería incorporar mucha mas información (ancho de banda) que una imagen en blanco y negro y, sin embargo, la tercera limitación impuesta a la NTSC fue que el ancho de banda de la televisión en color no podía superar el definido para la televisión en blanco y negro (de 5,5 MHz).

Considerando que el ser humano es mucho más sensible a la luminancia que al color, la solución al tercer requisito consiste en reducir un poco la cantidad de información destinada a la luminancia (es decir, a blanco y negro) y utilizarla para la nueva información de color. Con esto se obtiene una imagen de blanco y negro con una definición aceptable a la que se le añaden unos toques de color.

Cómo cumplir los otros requisitos

Si medimos la señal que nos entrega cada uno de los sensores de la cámara cuando ésta enfoca una cartulina blanca, podremos observar que cada sensor de cámara nos entrega los siguientes valores:

- El sensor rojo (Red-R) aportará el 30% del total (100%).

- El sensor verde (Green-G) aportará el 59% del total (100%).
- El sensor azul (Blue-B) aportará el 11% del total (100%).

O lo que es lo mismo, sobre una cartulina blanca que refleja un 100% de luz, la cámara es capaz de descomponerla mediante una combinación lineal de los tres colores primarios de la luz.

Lo más interesante es que si colocamos una cartulina gris capaz de reflejar un 50% de luz, la cámara seguirá entregando la misma proporción de R, G y B:

- El sensor rojo (Red-R) aportará el 30% del total (50%).
- El sensor verde (Green-G) aportará el 59% del total (50%).
- El sensor azul (Blue-B) aportará el 11% del total (50%).

Este fenómeno se podrá observar con cualquier valor de luz, desde el negro al blanco, pasando por toda la gama de los grises.

Representando la cantidad de luz mediante la letra Y, podemos afirmar que para cualquier valor de luminancia se cumple:

$$Y = 30\% R + 59\% G + 11\% B$$

En el momento en que la cartulina sea de color, esta relación se romperá. De todos modos, cada color también genera una cantidad de luz y, por lo tanto, cada color contará con su valor de luminancia asociado.

Una cartulina roja que refleje el 100% de la luz incidente creará la siguiente combinación:

$$Y = 30\% R + 0\% G + 0 \% B$$

Es decir, YR corresponde a un gris del 30% de reflexión.

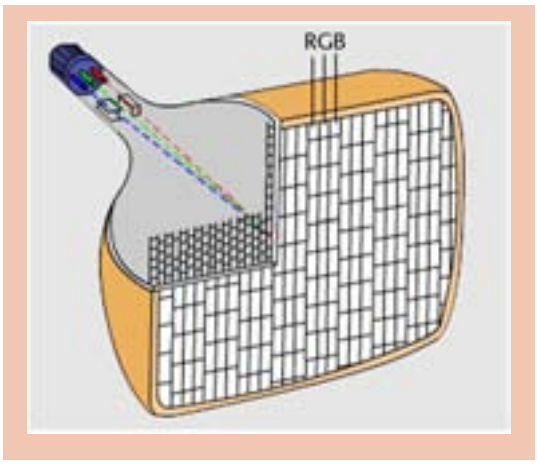
Sabiendo esto, solucionamos los dos primeros requisitos impuestos a la NTSC, ya que cualquier imagen en color captada con una cámara de color podrá ser representada en un televisor en blanco y negro.

Asimismo, cualquier imagen captada en blanco y negro podrá ser reproducida en un televisor en color (con tres cañones de electrones R, G y B), manteniendo la relación de proporcionalidad Y = 30% R + 59% G + 11% B.

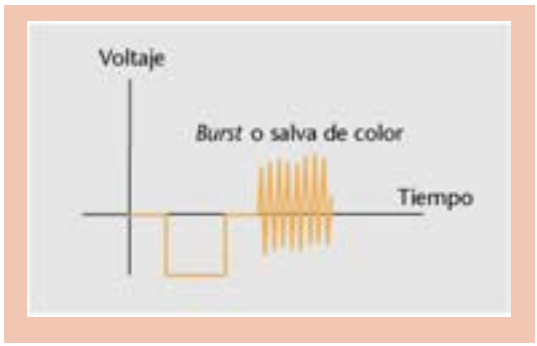
Recepción de la señal PAL

En el proceso de emisión de una señal de televisión, sólo se utiliza una única señal que se encarga de transportar la información de luminancia y crominancia de cada una de las imágenes.

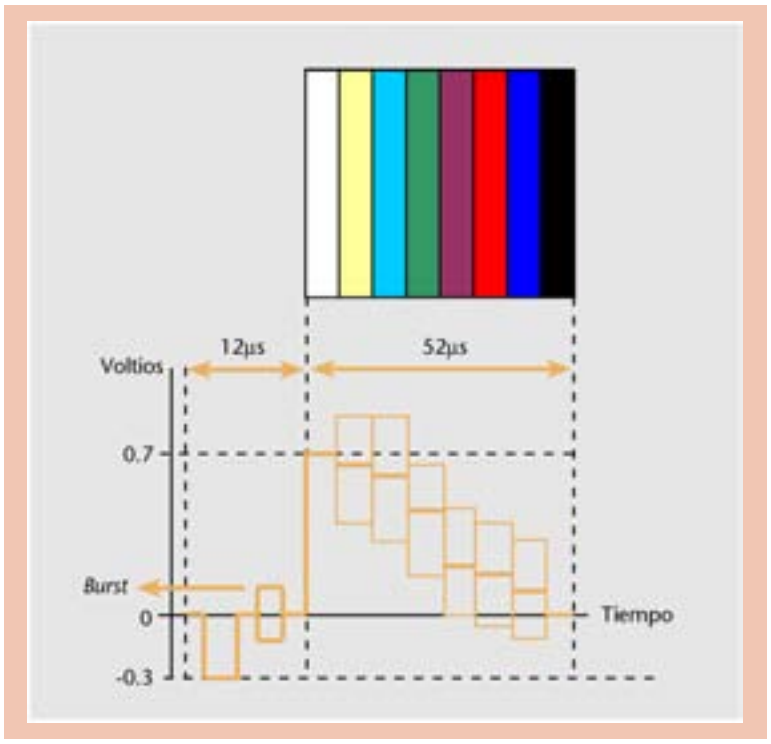
El receptor deberá ser capaz de separar a partir de esta señal los tres canales R, G y B para enviarlos a los tres cañones de electrones, con el fin de que éstos proyecten el haz sobre la pantalla que está formada por tríadas de fósforos luminiscentes R, G y B.



La señal que recibe el televisor consiste en la suma de la señal Y con la señal de croma modulada en amplitud de forma previa. Para que el receptor pueda separar la información Y y la de croma, es necesario enviar de forma periódica en cada línea, justo después del intervalo de borrado horizontal, una muestra de la croma llamada ***burst*** o **salva de color**. De esta forma, el receptor sabrá constantemente cómo evoluciona la señal de croma. Ahora separarlas será relativamente sencillo.



A continuación se puede observar la información que contiene una línea de televisión de la imagen correspondiente a unas barras de color, donde se puede apreciar la suma de Y con la crominancia y la introducción necesaria del *burst*.


12µs
52µs
Voltios
0.7
Burst
0
-0.3
Tiempo