Sistema PAL

|  |  |
| --- | --- |
| Fecha | 20210201 |
| Autor | Ramón Junquera |

**Índice**

[​ Sistema PAL 1](#__RefHeading___Toc137_2750939115)

[​ Gestión de líneas 1](#__RefHeading___Toc139_2750939115)

[​ Gestión de columnas 2](#__RefHeading___Toc141_2750939115)

[​ Niveles de señal 2](#__RefHeading___Toc143_2750939115)

[​ Sincronismo vertical 2](#__RefHeading___Toc145_2750939115)

[​ Sincronismo horizontal 4](#__RefHeading___Toc147_2750939115)

[​ Centrado 4](#__RefHeading___Toc424_3393713556)

# Sistema PAL

PAL es el acrónimo de Phase Alternating Line.

Es uno de los sistemas de codificación de señal de vídeo analógica más utilizados en todo el mundo.

Otros sistemas son NTSC o SECAM.

En 1963, el Dr. Walter Bruch que trabajaba en los laboratorios de Telefunken, creó este sistema como una variante de NTSC para mejorar la calidad y reducir los defectos en los tonos de color.

En esta época sólo existían las televisiones tubo (de rayos catódicos).

Este tipo de pantallas funcionan gracias a un barrido de un haz de electrones, cuya dirección es controlada por unos imanes. El haz barre la pantalla de arriba a abajo y cada línea de izquierda a derecha.

Enviar cada uno de los fotogramas de vídeo consecutivamente suponía varios problemas:

* La resolución de pantalla debía mostrar todas las líneas del fotograma original
* Los fotogramas se deben enviar lo suficientemente rápido como para que el pixel dibujado no pierda intensidad y haga parpadear la imagen.

Ninguno de los problemas tenía solución. Las pantallas tenían un número de líneas de barrido fijas muy inferior a la resolución vertical del fotograma original. Aproximadamente la mitad.

Por otra parte, el ancho de banda permitía enviar unos 25 fotogramas por segundo. Suficiente para que el ojo humano no notase los cambios de fotogramas, pero insuficiente para evitar el parpadeo en una pantalla de resolución completa.

# Gestión de líneas

Para solventar estos inconvenientes se tomo una inteligente decisión. Un fotograma se dividirá en dos medios. El primero medio contendrá las filas impares y el segundo las pares. Y se enviarán en este orden.

Al recibirlos sólo necesitaremos una pantalla con la mitad de resolución vertical que el fotograma horizontal. Mostraremos los medios fotogramas tal y como se reciben. La primera línea de pantalla mostrará la línea 1 del fotograma y a continuación la línea 2.

Puesto que la imagen es a color, al ojo humano le cuesta más apreciar la resolución.

Lo que conseguimos es:

* Refrescar la pantalla 50 veces por segundo, aunque sólo mostremos 25 fotogramas por segundo.
* Dar una sensación de continuidad
* Evitar el posible parpadeo por falta de refresco
* No aumentar la resolución de las pantallas.

Esta solución de medias imágenes entrelazadas no es propia de PAL, sino de todos los sistemas de video de la época.

El sistema PAL necesita 625 líneas para enviar un fotograma.

Si pretendemos mostrar 25 fotogramas por segundo, necesitamos enviar 625\*25=15625 líneas por segundo. Y cada línea tomará 1/15625=0,000064s=64µs en dibujarse. Este es un valor fijo determinado por el protocolo PAL.

# Gestión de columnas

Los pixels de una línea también tienen un orden particular.

Imaginemos que los pixels originales de izquierda a derecha de una línea son 012345… Para que se muestren correctamente se deben enviar en el siguiente orden 103254…

O dicho de otra manera. Si quedemos dibujar los pixels 012345… los mostraremos el pixel 0 en la posición 1, el 1 en la 0, el 2 en la 3, el 3 en la 2, ….

Las posiciones pares e impares están intercambiadas.

# Niveles de señal

Puesto que hablamos de un sistema para envío de vídeo analógico, la información se transcribe como variaciones de voltaje.

En PAL la señal está comprendida en el rango de 0 a 1 voltio.

Tenemos varias niveles de señal característicos:

* Señal nula (sync level): 0.000V. Utilizada para control de sincronismos.
* Señal base (reference blank): 0.339V. Utilizada para control de sincronismos.
* Señal de negro puro (reference black): 0.285V. Corresponde al color negro.
* Señal de blanco puro (reference white): 1.000V. Corresponde al color blanco.

La información de tono y color de un pixel se determina de una señal comprendida en el rango desde el negro puro al blanco puro.

# Sincronismo vertical

Necesitamos un sistema que nos permita identificar cuándo comienza un fotograma. Sabiendo que primero se envía el medio fotograma impar.

También necesitamos saber cuando se ha terminado y comienza el medio fotograma par.

Para esto utilizaremos varias líneas antes (cabecera) y después (pie) de las líneas con información de imagen.

Cada línea de sincronización vertical se compone de dos medias líneas.

Cada media línea tiene una duración de 64/2=32µs.

Las medias líneas que utilizaremos son:

* Media línea larga
  + 29.7 ± 0.2µs de señal nula
  + 2.3 ± 0.2µs de señal base
* Media línea corta
  + 2.3 ± 0.2µs de señal nula
  + 29.7 ± 0.2µs de señal base
* Media línea media
  + 4.7 ± 0.2µs de señal nula
  + 27.3 ± 0.2µs de señal base
* Media línea base
  + 32µs de señal base

La secuencia completa de líneas de un fotograma es la siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **# línea** | **señal** | **comentario** |
| 1 | media línea larga + media línea larga | cabecera de sincronización vertical impar |
| 2 | media línea larga + media línea larga |
| 3 | media línea larga + media línea corta |
| 4 | media línea corta + media línea corta |
| 5 | media línea corta + media línea corta |
| 6 a 310 | filas impares de imagen | 305 líneas de imagen + margen |
| 311 | media línea corta + media línea corta | pie de sincronización vertical impar |
| 312 | media línea corta + media línea corta |
| 313 | media línea corta + media línea larga |
| 314 | media línea larga + media línea larga | cabecera de sincronización vertical par |
| 315 | media línea larga + media línea larga |
| 316 | media línea corta + media línea corta |
| 317 | media línea corta + media línea corta |
| 318 | media línea corta + media línea base |
| 319 a 622 | filas pares de imagen | 304 líneas de imagen + margen |
| 623 | media línea media + media línea corta | pie de sincronización vertical par |
| 624 | media línea corta + media línea corta |
| 625 | media línea corta + media línea corta |

La líneas con información gráfica se dividen en dos grupos: 305 líneas impares + 304 líneas pares.

No todas las líneas contienen información gráfica.

Es obligatorio que cada grupo de líneas tenga un margen superior e inferior de líneas que sólo muestran el color negro.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Mitad impar | Mitad par |
| Margen superior | 8 | 8 |
| Margen inferior | 9 | 8 |

Por lo tanto nos quedan: 305-8-9=288 líneas impares y 304-8-8=288 líneas impares.

La máxima resolución vertical que se podría representar es de 288\*2=576.

# Sincronismo horizontal

De la misma manera que hemos necesitado definir un sincronismo vertical, lo hacemos con el horizontal.

Sabemos que tardamos 64µs en dibujar una línea. La dividiremos en tramos de tiempo:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **inicio** | **duración** | **señal** | **comentario** |
| 0µs | 4.7 ± 0.2µs | nula | cabecera de sincronismo horizontal |
| 4.7 ± 0.2µs | 5.7 ± 0.2µs | base |
| 10.4 ± 0.2µs | 51.93 ± 0.02µs | imagen | información gráfica |
| 62.33 ± 0.02µs | 1.67 ± 0.02µs | base | pie de sincronismo horizontal |
| 64.00 ± 0.02µs |  |  |  |

El voltaje de la señal de la información gráfica estará comprendida entre la señal del negro puro y la del blanco puro.

# Centrado

Si una imagen tiene una resolución inferior a la máxima permitida por el sistema PAL, lo normal es que se incluyan márgenes adicionales que permitan mostrar la imagen centrada en pantalla.