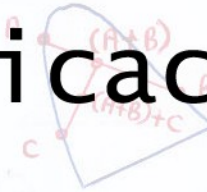




$$C = (-P_1, P_2, P_3)$$

### Lengua de colores

La suma de colores para una línea



# ETSI Telecomunicación

La Unión Internacional de la Iluminación definió 3 colores primarios XYZ no realizables que evita coeficientes negativos

si sólo queremos el color (la cantidad de luz) podemos prescindir de un eje)

# Imagen y Sonido

Ya que todos los colores monocromáticos (en el rango visible) están en la periferia, todos los posibles colores posibles espectros) están dentro (suma de la periferia)

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

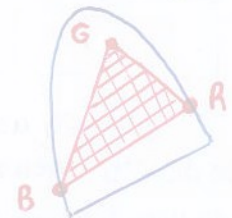
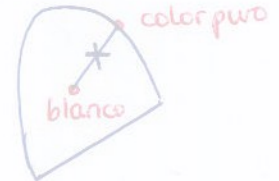
$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

$$z = 1 - x - y$$

podemos representar  $x$  e  $y$ .



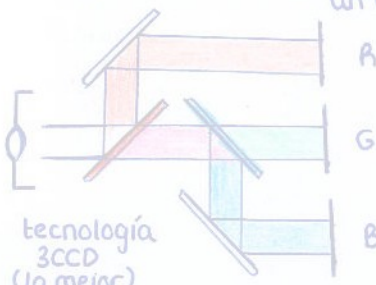
La 'pinta' de un color se ve como blanco un...  
Los colores posibles de un monitor son el área dentro del triángulo cuyos vértices son los luminóforos de la pantalla ej: RGB



## Codificación del color

### Captación de la imagen

Espejos dicróicos (reflejan sólo un color)



tecnología 3CCD (la mejor)

### Reproducción de la imagen

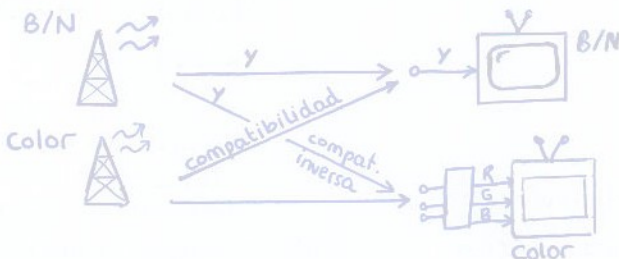
- 3 haces de electrones y 3 tipos de fósforo distintos.
- Los 3 haces van juntitos pero cada uno debe impactar sobre su luminóforo correspondiente



|          |
|----------|
| Blanco   |
| Amarillo |
| Cian     |
| Verde    |
| Magenta  |
| Rojo     |

ordenados por luminancia

## Compatibilidad



## Señal Y

- Transmitir R, G y B no tiene compatibilidad
- Habría que transmitir 3 señales, pero una de ellas Y (la luminancia)

Basándonos en nuestra respuesta en frecuencia

y normalizando 'y' se obtiene:

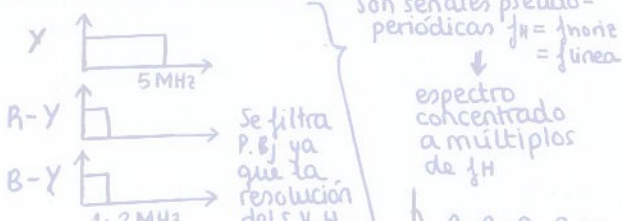
$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$



$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

¿qué otras 2 señales tx para completar el sistema de ecs?

## Transmisión de la croma



## Señales de croma

- si transmitimos Y + dos colores, no habría compatibilidad inversa, ya que las emisoras B/N transmiten Y, lo cual es incorrecto.

- solución: transmitir Y elegir 2 de las 3:

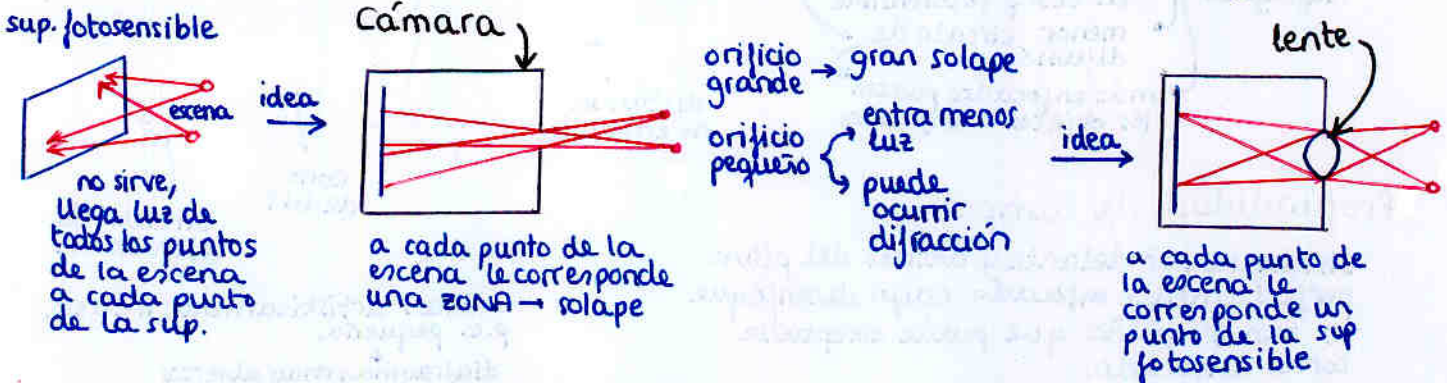
## **Imagen y Sonido**

Apuntes de Pak (Francisco José Rodríguez Fortuño)  
ETSI Telecomunicación. Universidad Politécnica de Valencia.  
Segundo cuatrimestre de 4º curso  
Curso 2006/2007

**Fecha de última actualización:** 30 Julio 2007

## Tema 2: Sistema Visual Humano y Colorimetría

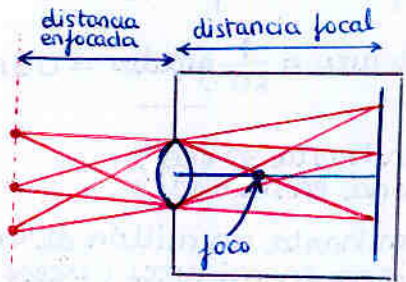
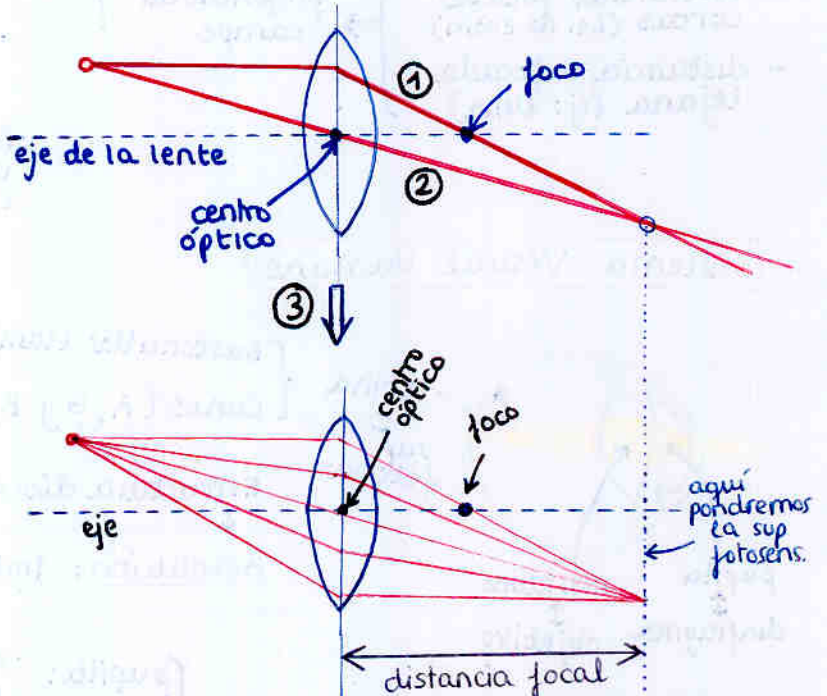
### Óptica de la formación de las imágenes



### Modelo de lente convergente estrecha

se puede demostrar que:

- ① Rayos que inciden paralelos al eje de la lente → Pasan por el foco
- ② Rayos que pasan por el centro óptico → No sufren desviación
- ③ Si 2 rayos provenientes de un punto convergen en un mismo punto, entonces todos los rayos convergen a ese punto



Resulta que todos los puntos a una cierta distancia están enfocados ( todos los rayos que parten de ellos convergen en un punto de la sup. fotosensible a la distancia focal.)

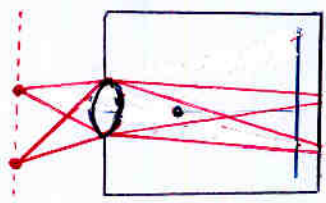
Distancia focal: distancia entre la lente y la sup fotosensible

cuidado: los físicos llaman distancia focal a la distancia hasta el foco

objetivo: lente situada en el orificio de la cámara que permite enfocar un objeto situado a una cierta distancia

Las puntas a otras distancias están desenfocadas

Para poder cambiar la distancia enfocada hay lentes que pueden variar su foco (en realidad es un conjunto de lentes que varían su distancia entre ellas)



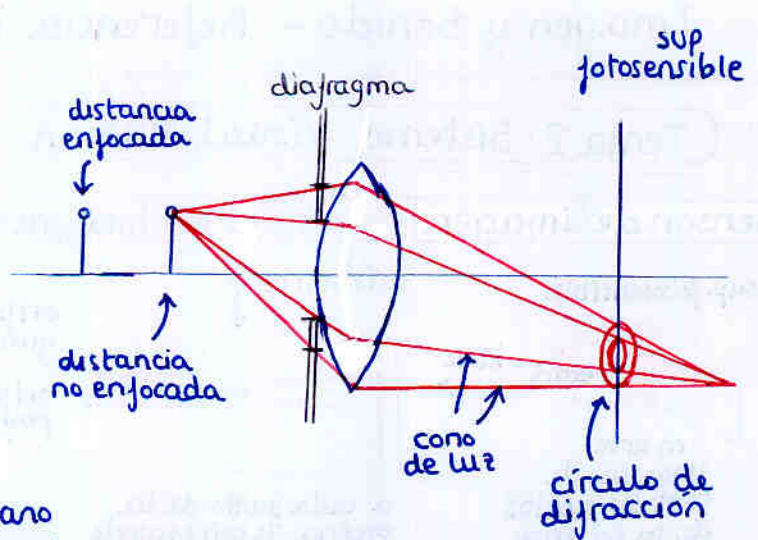
Concepto de zoom:

objetos salen más o menos grandes variando la distancia focal (ajustando el foco para que con la nueva distancia focal, la distancia enfocada sea igual)

## Diafragma:

- Apertura de tamaño regulable
- Permite adaptar el sensor a las condiciones de iluminación

menor apertura diafragma → menor cono de luz → menos luz converge en la sup. fotosensible → menor círculo de difracción → más enfocados parecen los objetos no enfocados



## Profundidad de campo:

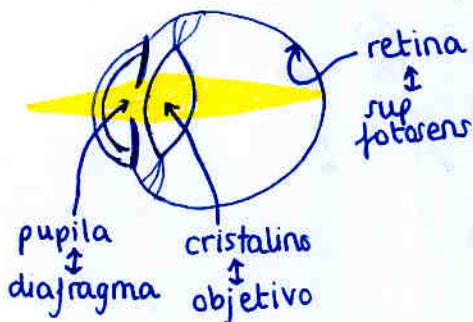
Distancia por delante y detrás del plano perfectamente enfocado cuyo desenfoque es tan pequeño que puede aceptarse como enfocado.

- diafragmas cerrados
  - distancias focales cortas (i.e. no zoom)
  - distancia enfocada lejana (ej: luna)
- profundidad campo ↑

a veces artísticamente interesa p.c. pequeña  
 diafragmas muy abiertos  
 lentes (objetivos) grandes  
 cámaras caras

- La prof. campo es mayor por detrás que por delante
- Para enfocar con mucha exactitud interesa hacerlo con zoom a tope (i.e. mínima prof. campo)

## Sistema Visual Humano



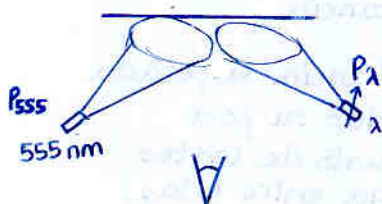
- Bastoncillos (luminosidad) → más cantidad (120M) → más sensibilidad
  - Conos (L, M y S) → menos cantidad (6M) → menos sensibilidad
- Estructura discreta formada por células

**Resolución:** 1 minuto de arco =  $\frac{1}{60}$  grados = 0.3 mm a 1 m

## Adaptación a la iluminación

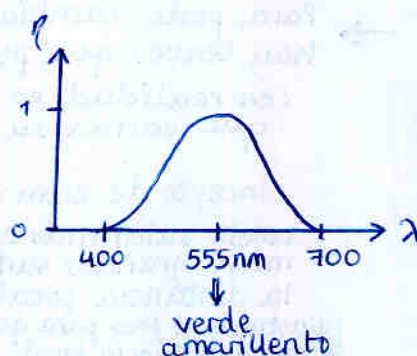
- pupila:
  - margen hasta 30 veces
  - reacciona en segundos
- retina:
  - margen hasta un millón de veces
  - reacciona en minutos (exceso de fotones agota cierto reactivo)

## sensibilidad en función de $\lambda$



se varía  $P_\lambda$  hasta que el observador percibe la misma luminosidad

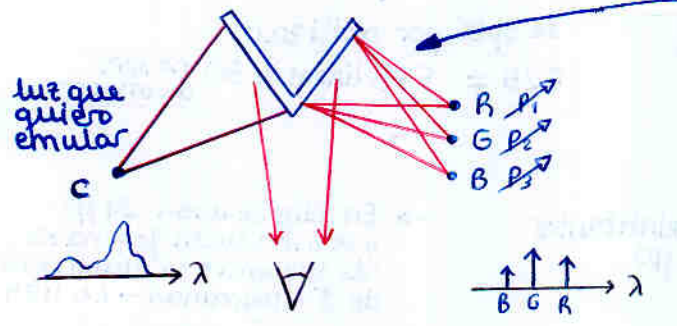
$$\eta = \frac{P_{\lambda=555\text{nm}}}{P_\lambda}$$



# Sistemas de representación del color

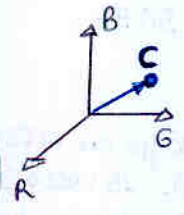
**Tricromía:** casi toda sensación de color se puede obtener por suma (mezcla aditiva, no sustractiva como en pinturas) de tres fuentes de colores que llamamos PRIMARIOS y son Rojo (R), Verde (G) y Azul (B)

## Colorímetro

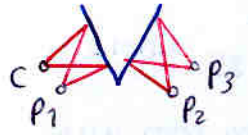


$$C = (P_R, P_G, P_B)$$

igualdad en sentido metamérico: no es igualdad física sino igualdad de sensaciones.



Algunos colores no se pueden lograr así, pero sí de la siguiente forma se denota



$$C = (-P_1, P_2, P_3)$$

## Espacio de color XYZ

La Unión Internacional de la Iluminación definió 3 colores primarios XYZ no realizables que evita coeficientes negativos

si sólo queremos el color (y no la cantidad de luz) podemos prescindir de un eje

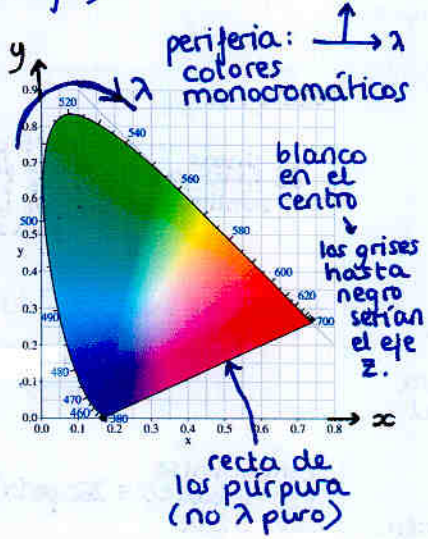
$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

$$z = 1 - x - y$$

podemos representar  $x$  e  $y$ .



mezcla simultánea en tiempo y lugar  
 Otras formas de mezclar:  
 - Alternancia temporal   
 - Alternancia espacial (lo que usa TV)

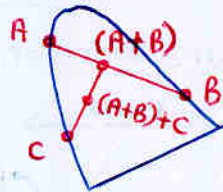
También existen ejes HSL

- Hue: tono de color
- Saturation: ausencia de blanco (i.e. gran diferencia entre R,G,B)
- Luminosity: cantidad de luz (cuanto negro)

Color no saturado se descompone en gris y saturado

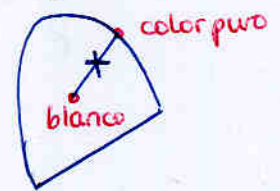
## Lengua de colores

La suma de colores están la recta que los une

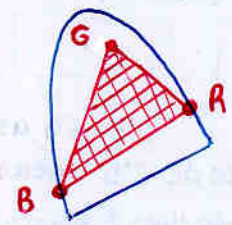


Ya que todos los colores monocromáticos (en el rango visible) están en la periferia, todos los posibles colores (todos los posibles espectros) están dentro (suma de la periferia)

La 'pinta' de un color se ve como blanco + un color puro



Los colores posibles de un monitor son el área dentro del triángulo cuyos vértices son los luminóforos de la pantalla ej: RGB



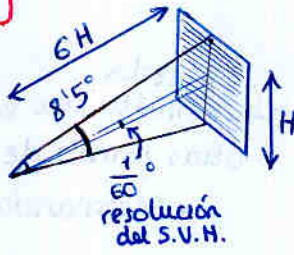
# Tema 3. Sistemas Analógicos de TV

TV color: { USA: NTSC  
 Europa: { Francia: SECAM → Europa oriental  
 Alemania: PAL → Europa occidental excepto Francia

## Captación de la imagen

Sup. fotosensible continua legible mediante un haz de electrones.

¿cuántas líneas? →



$\frac{8'5''}{(1/60)''} = 510$  y al estar muestreando, para evitar aliasing habría que tomar el doble 1020

se optó por utilizar  $625 = 575 \text{ líneas} + 50 \text{ no son de imagen}$

## Frecuencia temporal

El S.V.H. tiene dos cosas distintas

- frecuencia de actualización de imágenes discretas para percibir continuidad ~ veintitantos fps
- frecuencia de iluminación para percibir luz continua ~ 50 Hz (frecuencia parpadeo)

→ En cine se usan 24 fps y se introducen fogonazos de luz entre la iluminación de 2 fotogramas i.e. 48 fogonazo/segundo

→ En TV se utilizan 25 fps (i.e. cada 40 ms) (30 fps en NTSC)  
 Cada luminóforo de la pantalla se ilumina 25 veces/segundo  
 Para cumplir la frec de parpadeo se utiliza barrido entrelazado (líneas pares e impares)

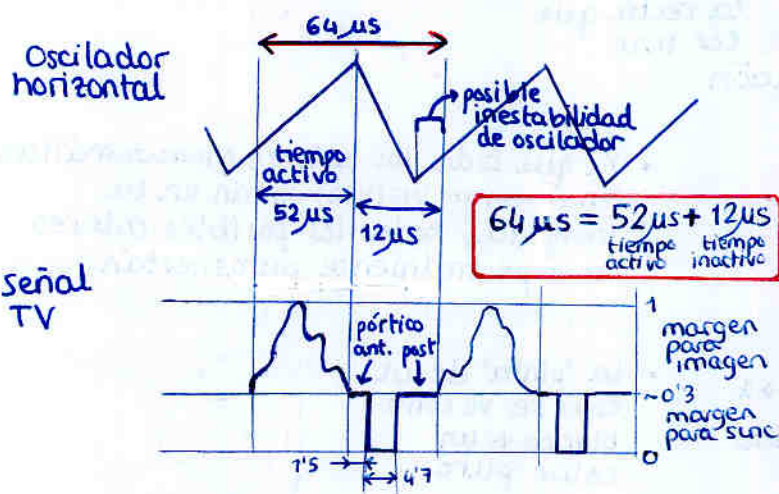


Aunque cada punto se ilumine a 25 imag/s, si miramos un entorno de más de una línea, la intermitencia es de 50 Hz

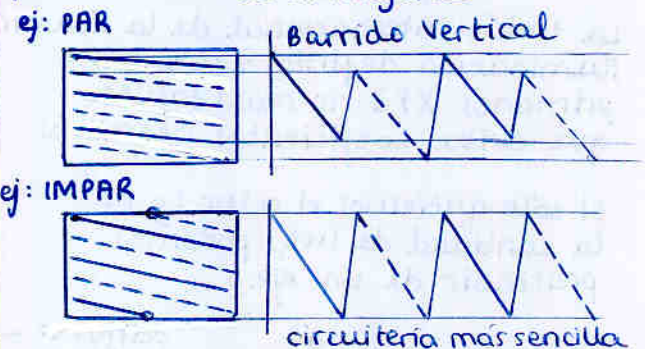
- frecuencia de semiimágenes (campos): 50 Hz
- frecuencia de imágenes (cuadros): 25 Hz

575 + 50 líneas total  
 ↓  
 287'5 + 25 líneas por campo

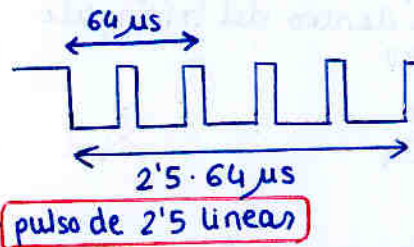
## Sincronismo horizontal



se tomó nº impar para que el barrido vertical fuera igual para ambas semiimágenes



## Sincronismo vertical



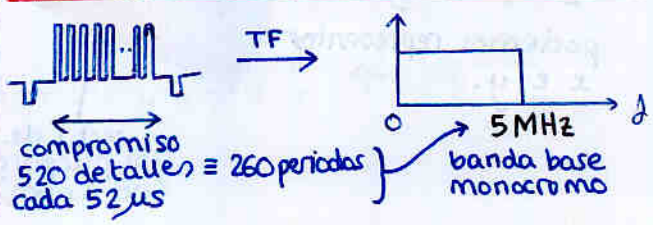
se interrumpe el pulso cada media línea para q. osc. horizontal pueda seguir disparándose

¿Porq media línea? Porq si un campo empieza en línea completa, el otro empieza en media línea

Líneas inactivas 287'5 + 25 líneas/semi-im

- 25 líneas inactivas semiimagen
- 2'5 pulso sinc. vert
  - 2'5 preequalización
  - 2'5 postequalización
  - 17'5 vacías
- Hoy día: teletexto o medidas sin interrumpir progr.

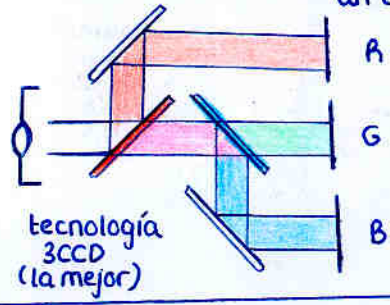
## Ancho de banda (resolución horizontal)



# Codificación del color

## Captación de la imagen

Espejos dicróicos (reflejan sólo un color)



## Reproducción de la imagen

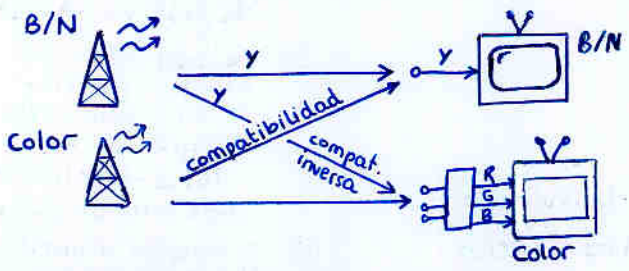
- 3 haces de electrones y 3 tipos de fósforo distintos.
- Los 3 haces van juntos pero cada uno debe impactar sobre su luminóforo correspondiente



|          |
|----------|
| Blanco   |
| Amarillo |
| Cian     |
| Verde    |
| Magenta  |
| Rojo     |
| Azul     |

ordenados por luminancia

## Compatibilidad

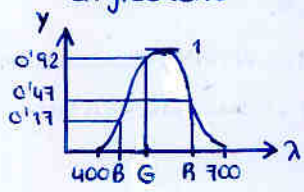


## Señal Y

- Transmitir R, G y B no tiene compatibilidad
- Habría que transmitir 3 señales, pero una de ellas Y (la luminancia)

Basándonos en nuestra respuesta en frecuencia

y normalizando 'y' se obtiene:

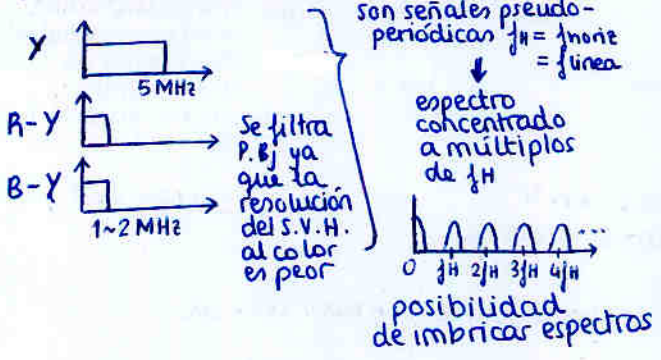


$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

¿qué otras 2 señales tx para completar el sistema de ecs?

## Transmisión de la croma



## señales de croma

- si transmitimos Y + dos colores, no habría compatibilidad inversa, ya que las emisoras B/N tx estos colores como CERO, lo cual es incorrecto.

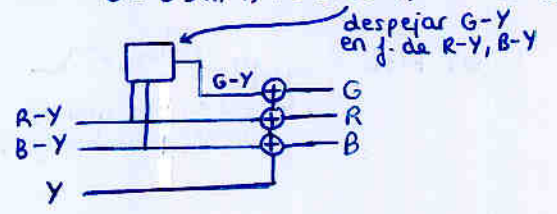
Solución: transmitir  $\begin{matrix} G-Y \\ B-Y \\ R-Y \end{matrix}$  elegir 2 de las 3: se eligió B-Y y R-Y por ser G la más parecida a Y, y por tanto  $G-Y \rightarrow \frac{2}{3}$

de esta forma logramos compatibilidad inversa

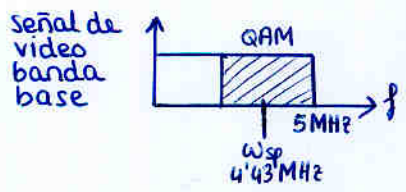
$$\begin{pmatrix} Y=k \\ B-Y=0 \\ R-Y=0 \end{pmatrix} \begin{matrix} A=[R-Y]+Y \\ B=[B-Y]+Y \\ G=Y-0.3R-0.11B \\ \quad \quad \quad 0.59 \end{matrix} \begin{matrix} A=k \\ G=k \\ B=k \end{matrix}$$

señal B/N      señal color q se ve gris

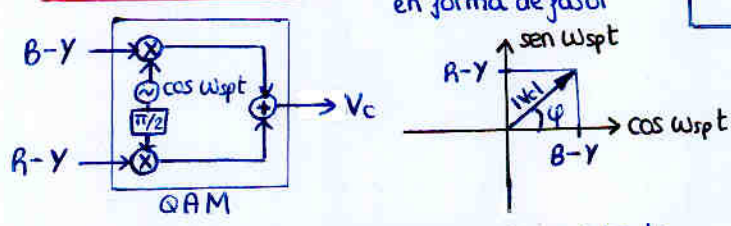
en la práctica:  $0 = 0.3(R-Y) + 0.59(G-Y) + 0.11(B-Y)$



Se optó por modular B-Y y R-Y en QAM a la subportadora de color  $\omega_{sp}$  quedando imbricados el espectro de Y y de la croma en QAM



## QAM de la croma



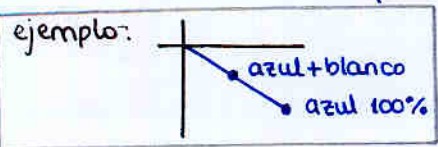
$$|V_c| = \sqrt{(B-Y)^2 + (R-Y)^2}$$

$$\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{R-Y}{B-Y}$$

Curiosamente existe la total relación

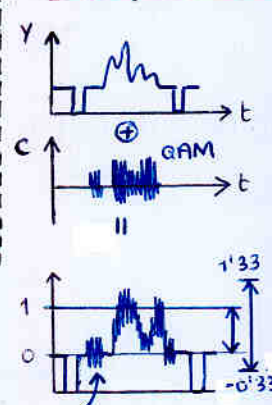
$|V_c| \leftrightarrow$  saturación

$\varphi \leftrightarrow$  tono

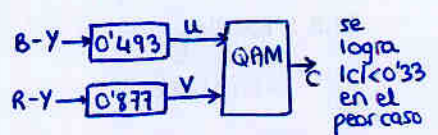


se añade rajaga de subportadora para origen de fase en el demod. QAM

## modificación de amplitud para no saturar



al sumar Y+C, puede saturar por ello se dio un margen de  $|C| < 0.33$ . Y en lugar de escalar todo C se escalaron las componentes de QAM



i.e. en lugar de modular B-Y y R-Y en QAM, se modula

$$U = 0.493 \cdot (B-Y)$$

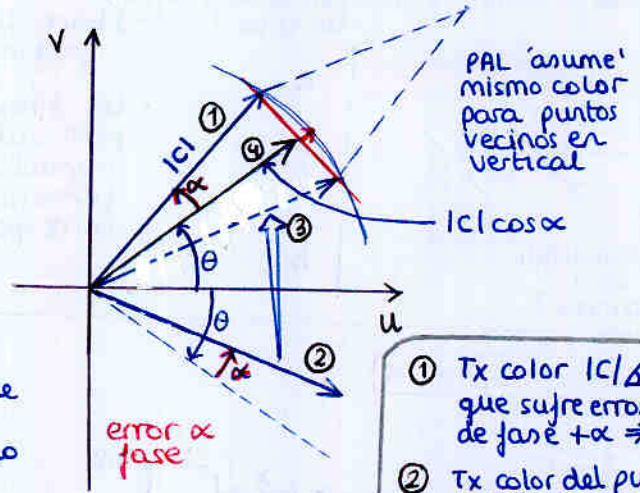
$$V = 0.877 \cdot (R-Y)$$

# Sistema PAL

- Problema de NTSC: error de fase  $\Rightarrow$  cambio de tono (desagradable)

- Solución: PAL: Phase Alternation Line

- cambiamos el signo de V en cada línea; y el receptor deshace el cambio
- PAL obtiene el color de cada punto promediándolo con el punto superior (de la línea anterior), de forma que al haber alternado el signo de V se cancela un error de fase  $\alpha$  cte.

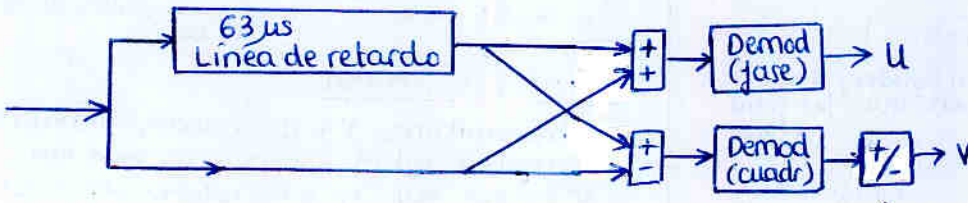


PAL 'asume' mismo color para puntos vecinos en vertical

- a cambio se suaviza el color ya que cada punto se promedia al superior (no pasa nada, ya habíamos reducido el AB en horizontal)
- varía el módulo de lo que se transmitió a  $|C| \cos \alpha$

$\Rightarrow$  PAL transforma errores de fase en errores de módulo cambios en saturación en lugar de cambios de tono

- ① Tx color  $|C| \Delta \theta$  que sufre error de fase  $+\alpha \Rightarrow |C| \Delta \theta + \alpha$
- ② Tx color del punto inferior (mismo color) cambiando el signo de V  $|C| \Delta - \theta \Rightarrow |C| \Delta - \theta + \alpha$  sufre error de fase  $+\alpha$
- ③ El receptor invierte V para deshacer el cambio de signo  $\Rightarrow |C| \Delta \theta - \alpha$
- ④ Promedia ambos colores, cancelándose los errores de fase que tendrán signo contrario, pero reduce el módulo  $|C| \cos \alpha \Delta \theta$



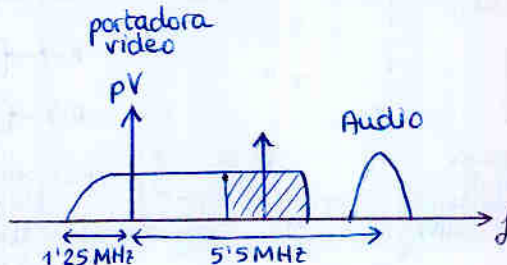
Al haber un número impar de líneas, las líneas con V invertida a veces le toca a las pares y otras veces a las impares.

Se notifica si la V va cambiada de signo en todas las líneas con la ráfaga de sincronización



## Transmisión de video y audio

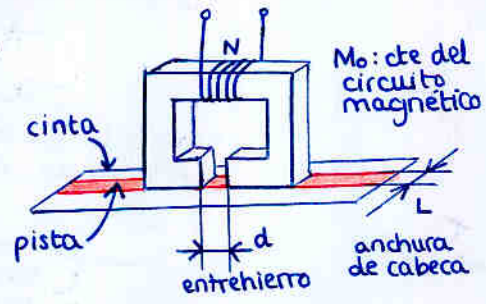
BLR: Banda Lateral Residual





# Tema 4. Sistemas de Grabación

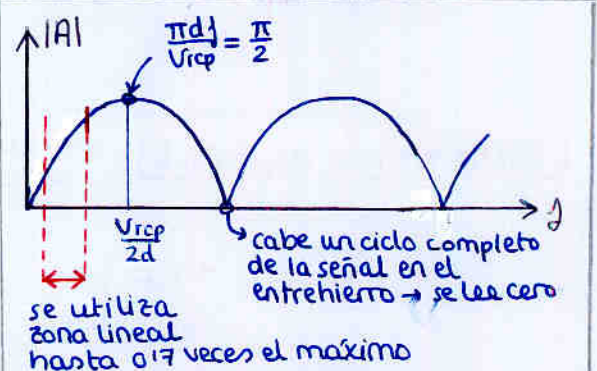
cinta con partículas magnéticas orientables con un campo magnético, y generan su propio campo



$V_{rep}$ : velocidad relativa entre el cabezal y la pista

Suponiendo que hemos grabado un tono, la ec. de reproducción es:

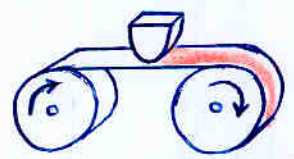
$$V_s = \underbrace{2NL M_0 V_{rep}}_{\text{amplitud del tono } |A|: \text{ respuesta en frec.}} \cdot \underbrace{\text{sen}\left(\frac{\pi d f}{V_{rep}}\right)}_{\text{sen}(2\pi f t)} \cdot \underbrace{\text{sen}(2\pi f t)}_{\text{tono reproducido}}$$



$$f_{max} = 0.7 \cdot \frac{V_{rep}}{2d}$$

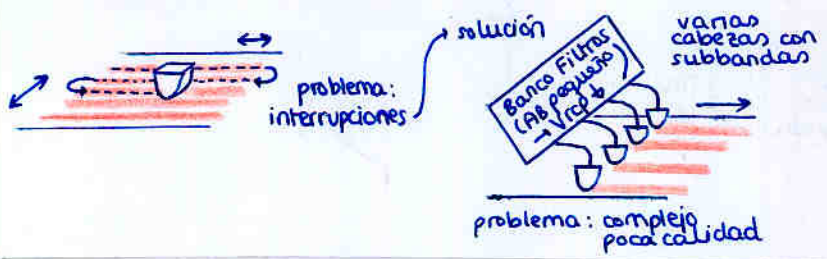
interesa  $V_{rep} \uparrow \rightarrow$  la cinta se acaba antes  
 $d \downarrow \rightarrow$  más caro/difícil VHS=0.3um

## Sistema longitudinal (audio)



audio:  $f_{max} = 15\text{kHz} \rightarrow V_{rep}$   
 video:  $f_{max} = 5\text{MHz} \rightarrow 333 \cdot V_{rep}$   
 la cinta se acabaría muy pronto; inviable

## Solución inicial: varias pistas por cinta



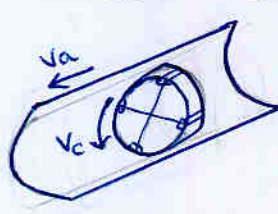
## Sistema transversal

cinta flexible en ambos sentidos



idea: mover la cabeza además de la cinta  
 $V_{rep} \uparrow \uparrow$

Pistas transversales sin interrupciones

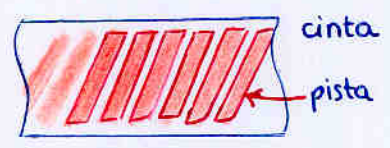
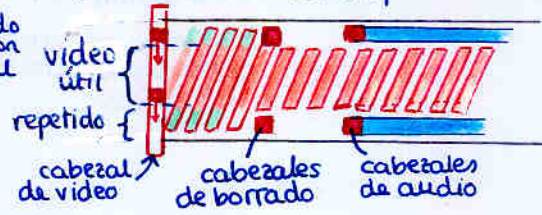


$V_c$ : vel cabezal  
 $V_a$ : vel arrastre  
 $V_{rep} \uparrow$

## Pista de audio



Aprovechamos esa zona para el audio

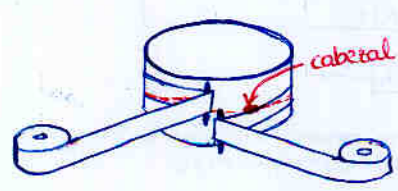


## Parada de imagen:

Reproducir continuamente la misma semi-imagen (mitad líneas) (no misma imagen para que no tiemble)  
 + varias pistas -> difícil de hacer!!

## Sistema helicoidal

Pistas mucho más largas  
 1 pista = 1 semiimagen  
 sistema no segmentado



pistas en diagonal

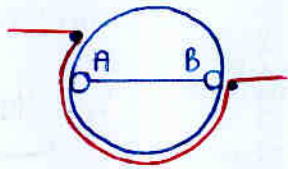
Para facilitar el enhebrado: 2 cabezas



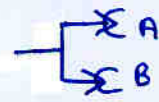
# Redundancia

Hay un momento crítico (cuando sale un cabezal y entra el otro) en que conviene introducir redundancia.

se consigue enhebrando más de 180°



Cabezales en grabación: misma señal en paralelo



Cabezales en reproducción: sólo leer un cabezal - el otro introduciría ruido

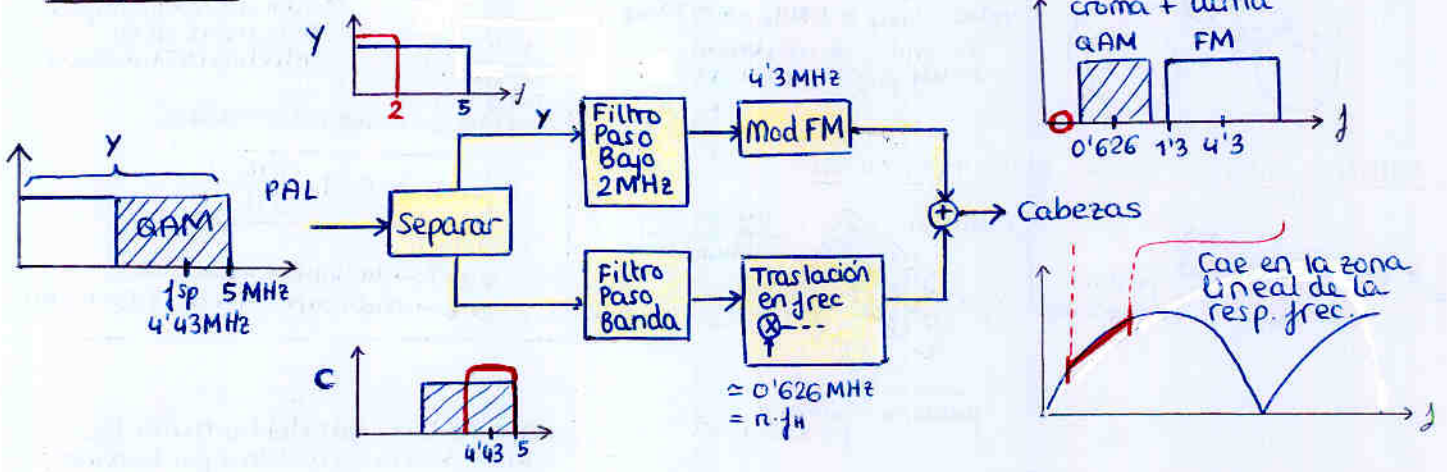


señal de conmutación. la redundancia nos permite un margen de jitter en esta señal

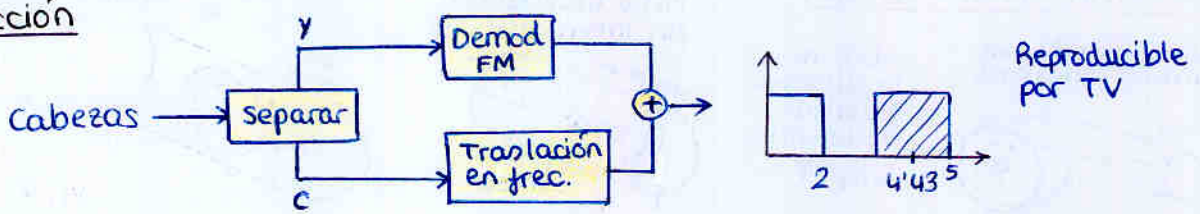
## Tratamiento de señal

VHS quiere ser barato → reducir AB de la señal de TV que se note lo menos posible

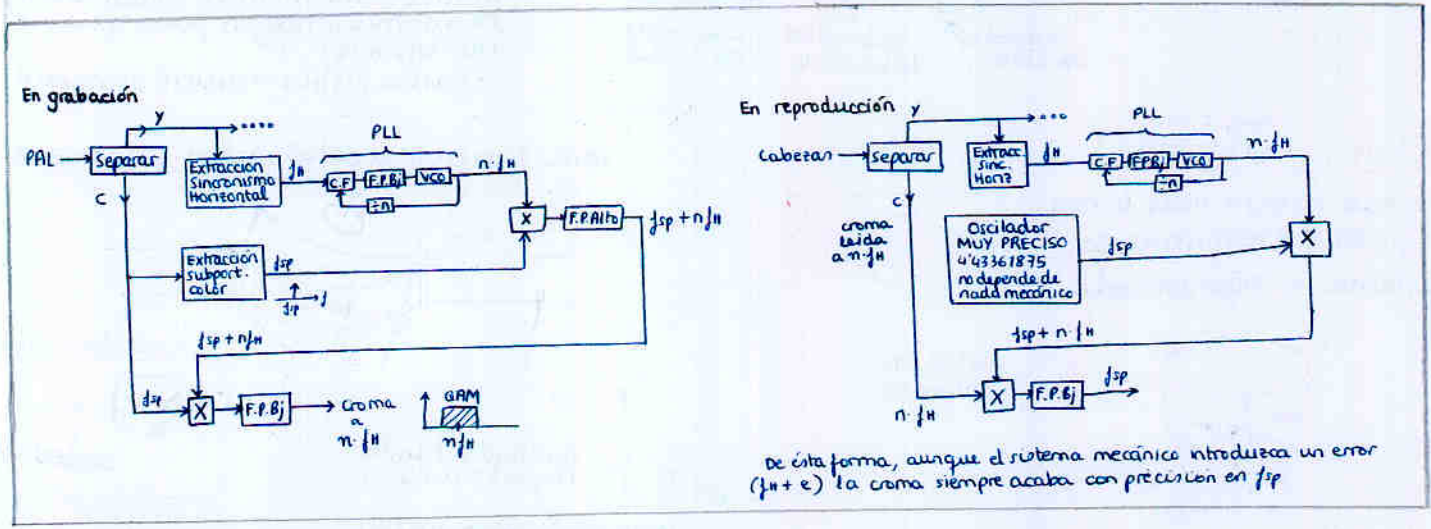
### Grabación



### Reproducción



PERO el motor que hace girar los cabezales no tiene la precisión necesaria para que la croma caiga en 4.43MHz con la precisión necesaria. Se hace un proceso ingenioso que compensa errores en la velocidad del motor



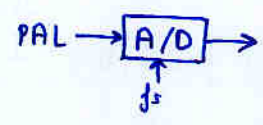
de esta forma, aunque el sistema mecánico introduzca un error (fH + e) la croma siempre acaba con precisión en fsp

# Tema 5. TV Digital

## 1. Digitalización de imágenes

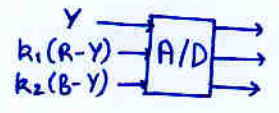
Inicialmente pensaron dos alternativas:

→ muestrear la señal de video compuesto



- sencillo
- única señal
- (-) mantiene la incompatibilidad PAL-NTSC-SECAM
- (-) mantiene degradaciones (imbricar Y con C ⇒ cross color y cross lumin) inherentes al sist. analógico

→ Muestrear las componentes Y, R-Y, B-Y



- (+) Compatibilidad
- (+) No degradaciones

PAL 5MHz  
SECAM 6MHz

### Norma UIT-601

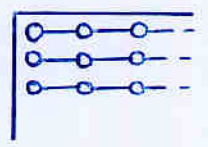
· Digitalización en componentes

· Dos condiciones para escoger la frec.  $f_s$

La 1ª frec que cumple esto es

$f_s = 13.5 \text{ MHz}$

- $f_s \geq 2 \cdot f_{max} \geq 12 \text{ MHz}$  (peor caso)
- Muestreo ortogonal: mismo nº de muestras para cada línea ⇒  $f_s = n \cdot f_H$



↑ teniendo en cuenta las distintas  $f_H$  que existen

625 líneas }  $f_H = 15.625 \text{ Hz}$   
25 Hz

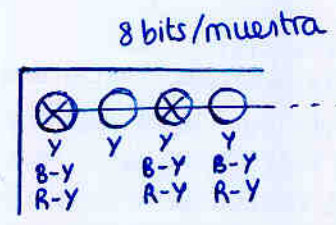
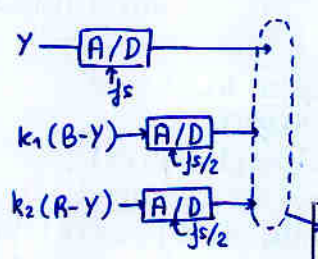
525 líneas }  $f_H = 15.734'266 \text{ Hz}$   
30 Hz

|                   |     |     |
|-------------------|-----|-----|
| nº líneas         | 625 | 525 |
| nº muestras/línea | 864 | 858 |

→ igualamos el nº de muestras activas 720

### Opciones de muestreo en UIT-601

- **4 : 2 : 2**  
Y      B-Y      R-Y  
 $f_s$      $f_s/2$      $f_s/2$



Tasa binaria resultante:  
 $8 \times 13.5 \text{ M}$   
 $+ 2 \times 8 \times 6.75 \text{ M}$   
 $= 216 \text{ Mbps}$

lógico, ya que el ancho de banda del color era menor  
↓  
s.v.H. poca resolución al color

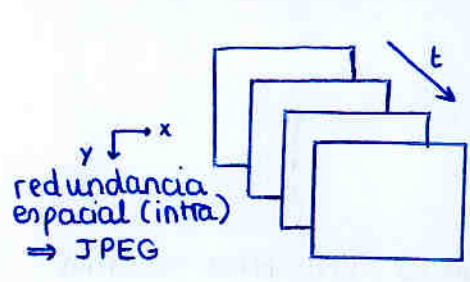
2:1:1    Procesos de baja calidad  
 $\frac{f_s}{2} \quad \frac{f_s}{4} \quad \frac{f_s}{4}$

4:4:4    Procesos donde el color es importante (ej: para hacer croma-key)

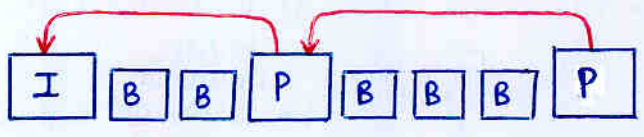
8:4:4    Sistemas de alta definición

es necesario comprimir

## 2. Codificación MPEG-2



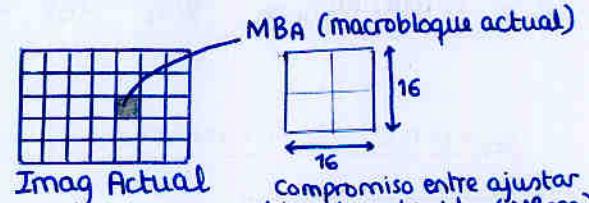
redundancia temporal (inter)  
· codificación diferencial con compensación de movimiento



- Imagen I : Cada macrobloque se codifica íntegramente (keyframe)  
Si tenemos tiempo en la codificación podemos hacerlas coincidir con cambios de escena.
  - Imagen P : Cada macrobloque se codifica o bien íntegramente o bien diferencialmente respecto a la I/P anterior
  - Imagen B : Cada macrobloque se codifica (opciones):
    - íntegramente
    - diferencialmente respecto al I o P
      - anterior
      - posterior
      - media de ambos (tx DOS vectores de movimiento independientes i.e. uno para la anterior y otro para la posterior)
- De las imágenes B no depende nadie  
 → se reducen las generaciones acumulativas de error  
 → Puedo permitirme introducir muchas pérdidas en los tipo B

### Codificación diferencial con compensación de movimiento

1. Dividir la imagen actual en macrobloques  
 macrobloque = 16 x 16 pixeles  
 = contiene 4 bloques 8 x 8 de JPEG



2. Recorremos la imagen; Para CADA macrobloque (MBA) hacemos:

- Búsqueda de una "ventana" 16x16 (MB<sub>Ref</sub>) en la imagen de referencia que sea similar
  - vamos moviendo la ventana pixel a pixel!
  - calculamos en cada posición la similitud de dicha ventana (macrobloque de referencia) con el MBA

Compromiso entre ajustar bien el contenido (MB<sub>peg</sub>) y tener que tx pocas vectores de mov (MB<sub>grande</sub>)



i.e:  
 d(0,0)  
 d(0,1)  
 d(1,0)  
 d(1,1)  
 d(1,-1)  
 d(0,2)  
 ...

definimos un desplaz máximo en pixeles

medida de la similitud entre 2 macrobloques:  
 (cada MB es una matriz de 16x16 = 256 pixeles)  
 ej: diferencia

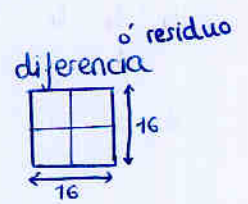
$$d(\text{desplaz en X (pixeles)}, \text{desplaz en Y (pixeles)}) = \sum_{256} |MB_R - MBA|$$

ej: error cuadrático más costoso

vector de movimiento que me permite obtener el MB<sub>referencia</sub> en la imagen de referencia

Algoritmo MUY costoso

- nos quedamos con el MBR más similar al MBA
- calculamos la matriz diferencia  $D = MBA - MBR$  pixel a pixel
- codificamos la diferencia en JPEG

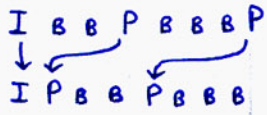


Transmitimos para cada macrobloque la diferencia codificada en JPEG y el vector de movimiento

Nota: si a pesar de haber tomado el MBR más similar al MBA, la diferencia es grande; y resulta que ganamos menos bits codificando directamente MBA en JPEG, se hace esto último

Reordenamiento

Obviamente hay imágenes B que requieren de una I o P posterior. para poder calcularse.



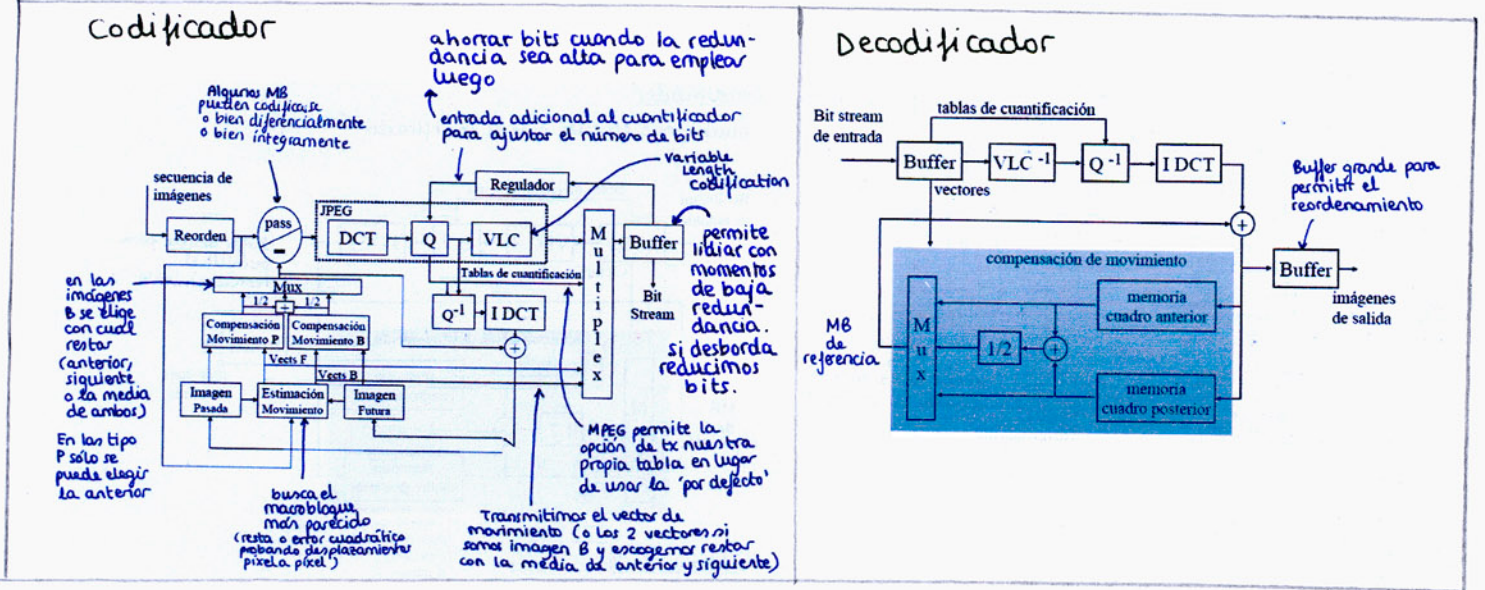
Lo que se hace es reordenar las imágenes para que estén antes las que se necesiten antes; se transmite así reordenado, y por tanto el receptor necesitará un buffer

Color

si el vídeo es en color, cada macrobloque 16x16 tiene

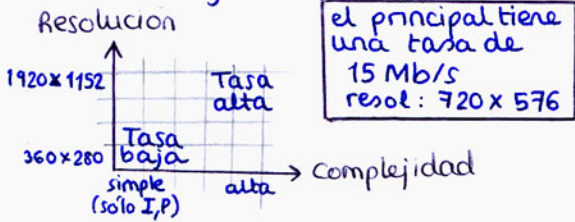
4 bloques 8x8 de luma  
 1 bloque 8x8 para croma roja } ya que la croma se diezma x 2  
 1 bloque 8x8 para croma azul }  
 en el caso 4:2:0

Diagrama de bloques



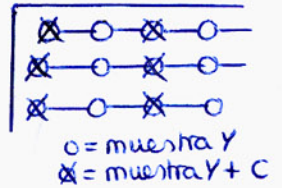
Perfiles y niveles

Hay varios estándares

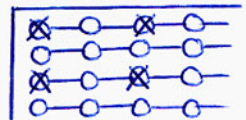


muestreo

Inicialmente 4 : 2 : 2  
 Y R-Y B-Y  
 $f_s$   $f_s/2$   $f_s/2$   
 que es lo fácil muestreando señal analógica

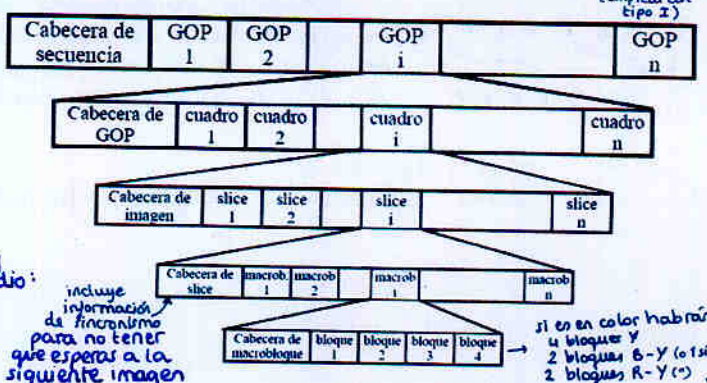
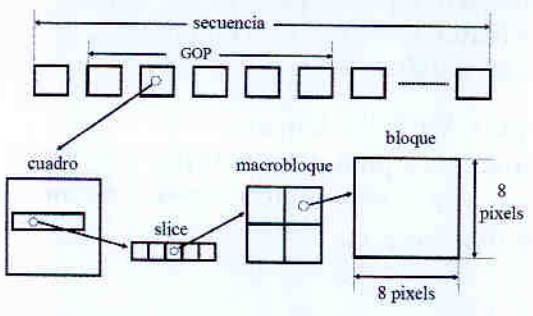


Hoy día (TDT) se hace lo que parece más lógico. se le dió el nombre con poco sentido **4:2:0**



# Empaquetado de MPEG-2

Group of Pictures (empieza con tipo 2)



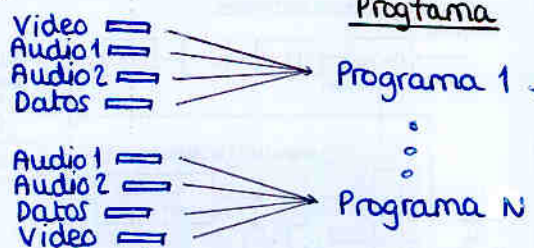
nivel intermedio:

incluye información de sincronismo para no tener que esperar a la siguiente imagen

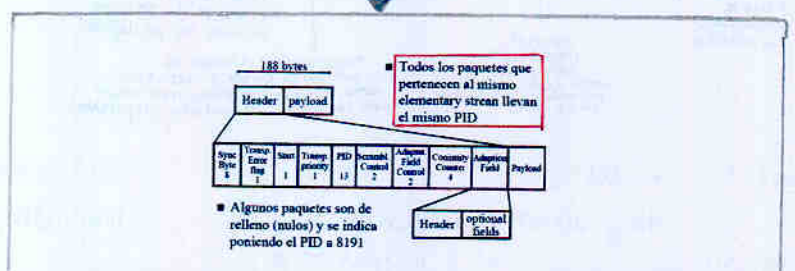
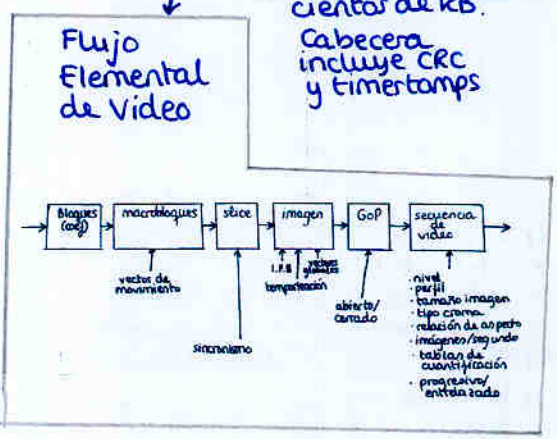
si es en color habrán 4 bloques Y, 2 bloques B-Y (o 1 si 4:2:0), 2 bloques R-Y (\*) V-6

## Flujos Elementales

(PES) Packetized Elementary Stream

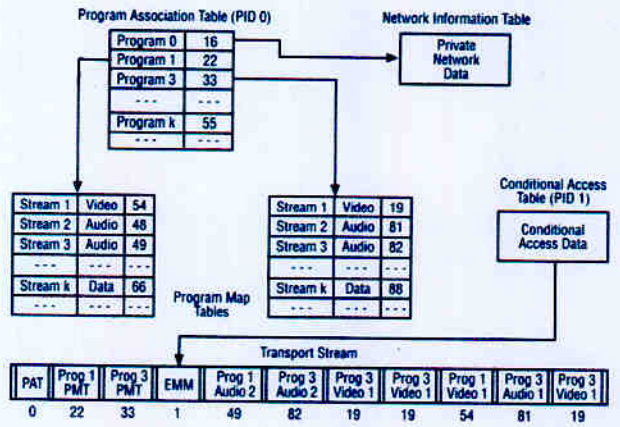


Transport Stream Packets 188 bytes



El usuario enciende su decodificador y quiere ver cierto programa; ¿cómo sabe el decodificador cuál es el PID de los elementary streams de audio, video y datos del programa?

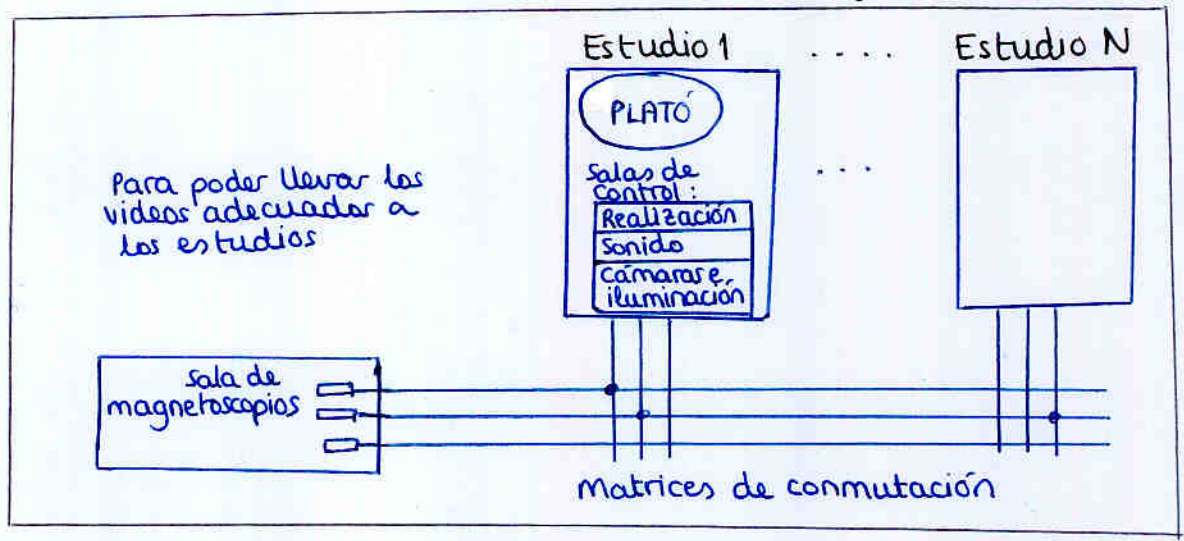
El codificador lee los paquetes con PID 0, que están continuamente transmitiendo una tabla 'Program Association Table'. En dicha tabla busca el programa que quiera y lee un cierto número, dicho número será el PID de los paquetes que contienen una nueva tabla 'Program Map Tables' que informa del PID de cada elementary stream del programa deseado.



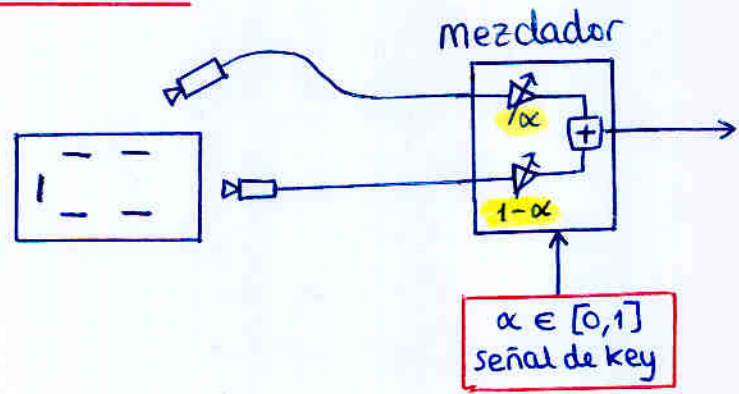
# Tema 6. Procesadores de señal de video

## matrices de conmutación

Centro de producción de programas

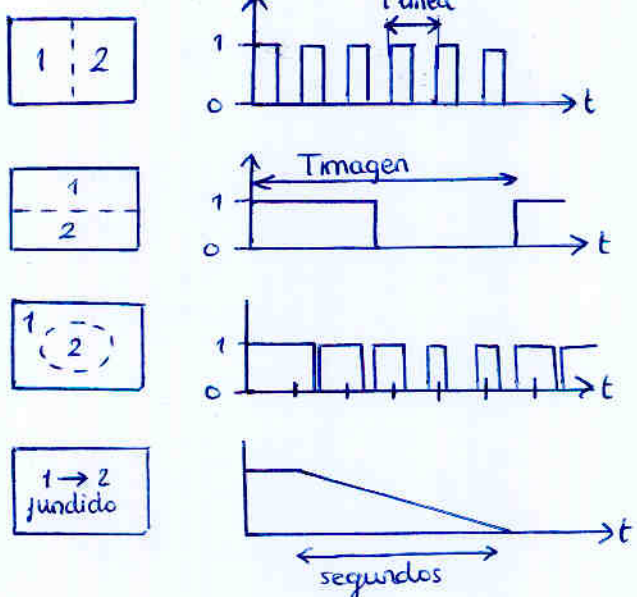


## mezcladores

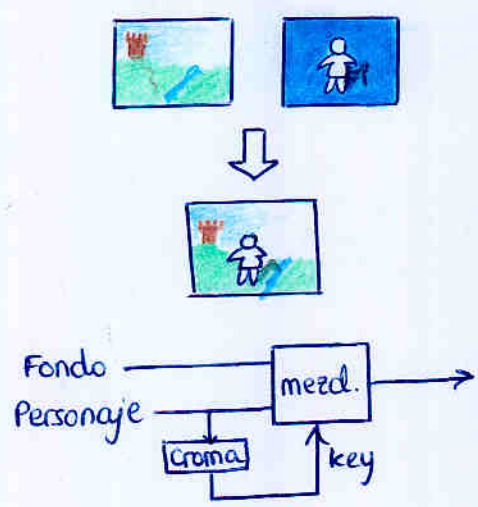


pero cuidado: con esta técnica no puedo "mover" los pixeles; sólo elegir que combinación ponderada de los 2 pixeles de la entrada en una misma posición aparecerán a la salida en esa MISMA posición

### ejemplos:



## Croma-key



¿Y las sombras?  
Debe detectar las versiones oscuras del color de fondo, y poner ahí el fondo más oscuro.

1. The first part of the document  
 discusses the general principles  
 of the system.

2. The second part of the document  
 describes the various components  
 of the system.

3. The third part of the document  
 details the implementation of the  
 system.

4. The fourth part of the document  
 discusses the results of the  
 implementation.

5. The fifth part of the document  
 discusses the conclusions of the  
 study.

6. The sixth part of the document  
 discusses the future work.

7. The seventh part of the document  
 discusses the references.

8. The eighth part of the document  
 discusses the appendix.

9. The ninth part of the document  
 discusses the index.

10. The tenth part of the document  
 discusses the bibliography.

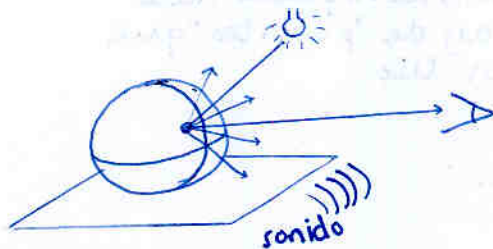


# Imagen y Sonido

1. Introducción
2. Sistema Visual Humano. Colorimetría
3. Sistemas Analógicos de Televisión
4. Sistemas de Grabación
5. Codificación de video
6. Procesadores de señal de video / Centros de producción de programas

## Tema 1. Introducción

Una escena (lugar/cosas) produce una sensación sobre un observador mediante la luz y sonido.



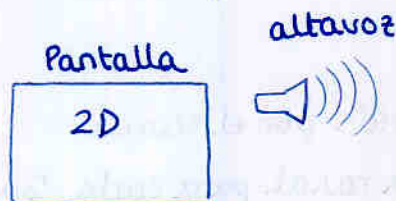
3D espacial  
1D temporal

↓  
mucho información

3D espacial  $\xrightarrow{\text{Proyección}}$  2D  
temporal  $\xrightarrow{\text{Discretización}}$  n imágenes/segundo

Nosotros intentamos imitar esa sensación en otro sitio

captar información  
↓  
convertir en señal  
↓  
tx a otro sitio  
↓  
reproducir la señal para  
generar luz y sonido

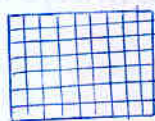


Luz: . magnitud física  
. captar información  
Necesitamos transductor sensible a esa magnitud física que genera otra magnitud física (señal eléctrica)

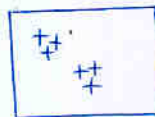
una célula fotosensible no basta porque no distingue de dónde proviene cada parte de luz.

un sensor de imagen debe ser capaz de ser sensible localmente

Podemos construir un array de células fotosensible.



Antes eso era inviable y se utilizaba una superficie fotosensible continua.

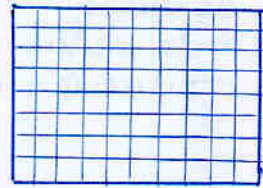


los fotones crean cargas eléctricas que se leen con un haz de electrones que resorre la superficie por líneas, desplazándose de forma continua

El haz de electrones implica no discretizar la dimensión horizontal pero sí la vertical (en líneas). Eso definió el estándar analógico.

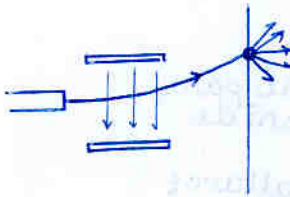
Hoy día aunque una cámara (sensor ccd) que capta la información discretizando en ambas direcciones, para cumplir el estándar debe pasar la componente horizontal a continuo.

Un array de células fotosensible aún tiene el problema de que a una misma celda le llega luz de todas las direcciones. Esto se resuelve con una cámara (ya veremos como)

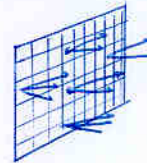


Sistema reproductor:

Anteriormente:  
cañón de electrones sobre material fosforescente (fósforo)

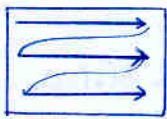


Actualmente se puede hacer un array de "puntitos" que generen luz



Transmisión por el canal

¿Usamos un canal para cada "puntito"? Antes no era viable; se pensó en transmitir secuencialmente los puntos (igual que se captaron secuencialmente)



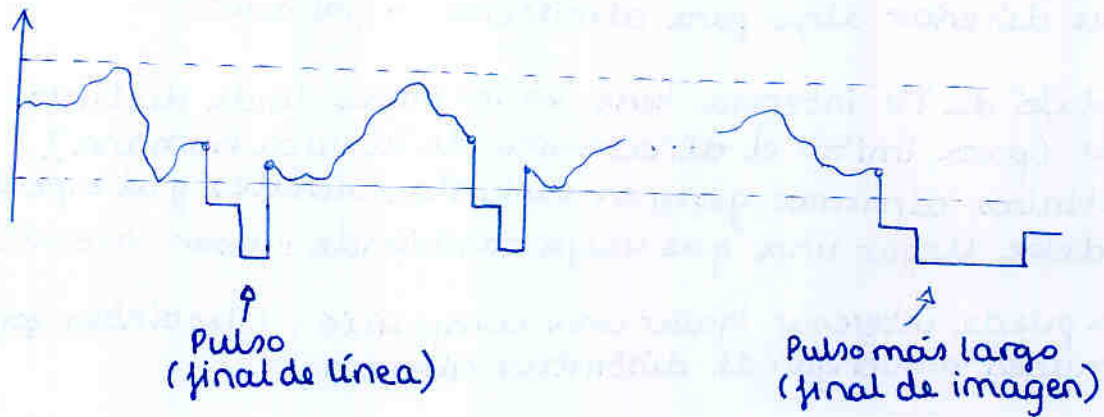
H1 H2 ...  
horizontal 1 2 ...

imagen (tiempo T)

¿cuál es el número de imágenes por segundo necesarias?

¿cómo sabe el receptor al encenderse en que punto está?  
Necesitamos sincronización.

se utilizan niveles de amplitud distintos al margen dinámico de la señal.

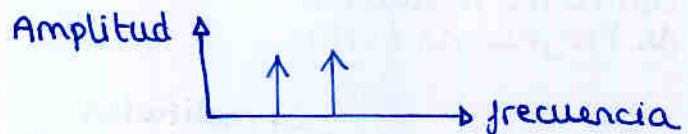


Resulta un ancho de 5 MHz en banda base

Hecho esto, tenemos una imagen monocroma (un punto tiene asociado un único valor)

Color :

¿qué es físicamente el color?

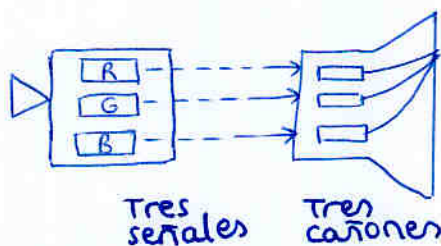


en humanos se traduce en distintos "colores"

Ante una composición de frecuencias, la sensación es única (a diferencia del oído, con el cual sí podemos percibir distintos tonos... podemos distinguir "espectro")

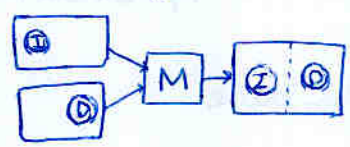
Lo primero que se nos ocurre es transmitir el espectro de la luz en cada punto y un material en el cual podamos reproducir el espectro, pero hoy día no es posible.

Pero se vio que se puede engañar al ojo humano ya que la sensación ante un espectro se puede imitar mediante suma ponderada de tres colores (R G B) (ésto lo describieron Grassmann y Maxwell)



- Grabación, mezcladores y rotuladora
- Así como en el cine es inherente tener la información de luz almacenada para posterior reproducción, en la televisión no; la señal eléctrica se "va creando".  
Hay que diseñar algo para almacenar. → grabación

- En un plató de TV interesa tener varios planos desde distintos ángulos (para imitar el dinamismo de la vista humana).  
Las distintas cámaras generan distintas señales y al espectador sólo le debe llegar una que vaya cambiando: usar mezcladores
- También puede interesar hacer una composición (distintas zonas de la imagen provengan de distintas cámaras)



- También es útil poder insertar texto en la imagen: rotuladora

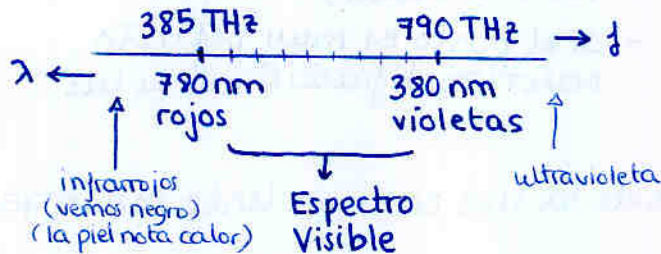
Centro de Producción de Programas (CPP)



## Tema 2: Sistema Visual Humano y Colorimetría

### 1. Óptica de la formación de las imágenes

- Dualidad onda-corpúsculo
- Radiación electromagnética  $\lambda = c/f$
- somos sensibles sólo a una pequeña parte



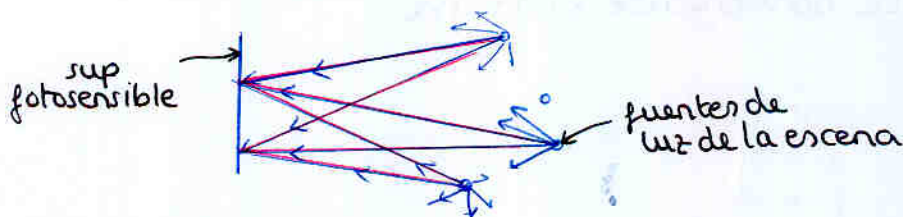
- Luz blanca: todas las frecuencias simultáneamente
- Nosotros hacemos uso de la teoría de rayos para modelar
- Para formar una imagen necesitamos un transductor



Como ya hemos visto, necesitamos usar un dispositivo con capacidad de "leer" la luz de cada punto localmente

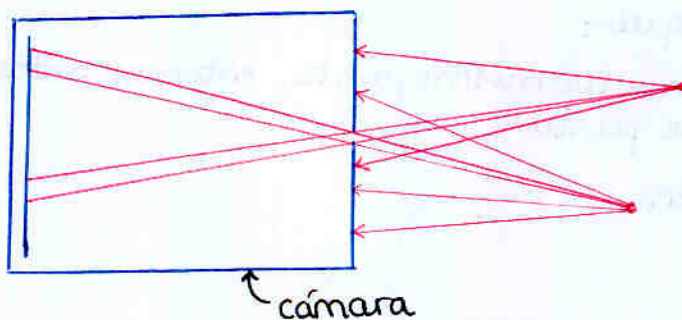
↳ sensor de imagen

Además, aunque podamos acceder por separado a cada punto del sensor, a un mismo punto le alcanzan todos los puntos de la escena

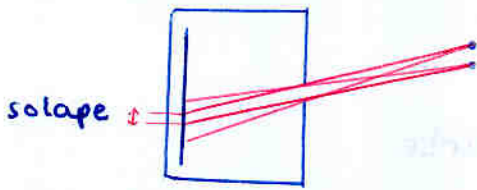


¿qué hacemos?

Hay que poner el sensor dentro de una cámara



A cada punto de la escena le corresponde una pequeña zona del sensor de imagen (esta zona no será un único punto, por tanto puede haber solape entre puntos cercanos)

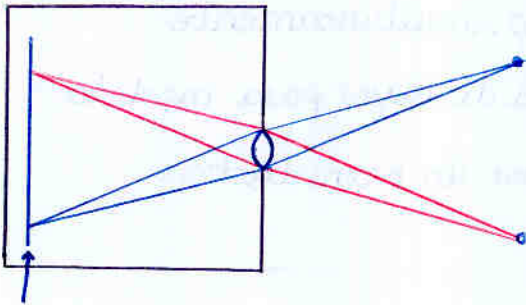


Interesa un orificio lo más pequeño posible, pero eso tiene 2 inconvenientes

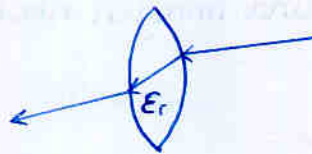
- Entra menos luz a la cámara (sensibilidad)
- si el hueco es muy pequeño ocurrirá difracción de la luz

¿qué otra solución hay?

Podemos corregir la divergencia de la luz con una lente convergente

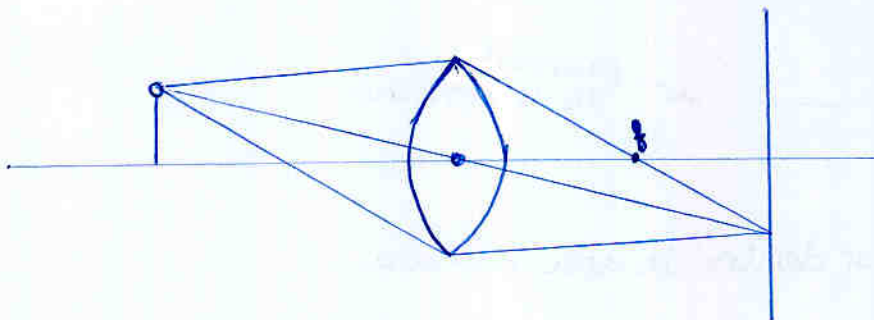


se logra con un material distinto al aire para que se produzcan 2 cambios de medio = 2 cambios de dirección



la superficie fotosensible debe estar allí donde convergen los rayos de la lente, lo cual depende de la lente

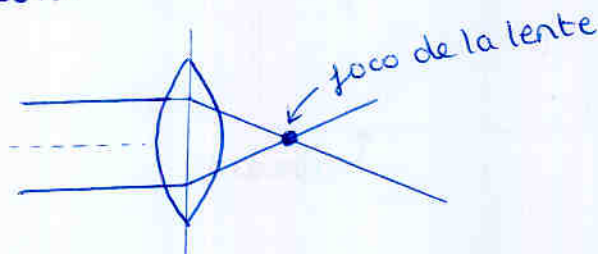
modelo de lente convergente estrecha



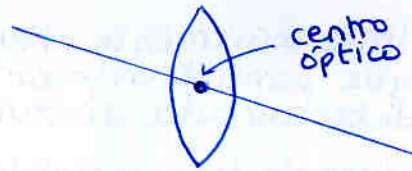
se puede demostrar que :

- Si dos rayos convergen a un mismo punto, entonces todos los rayos convergen hacia ese punto

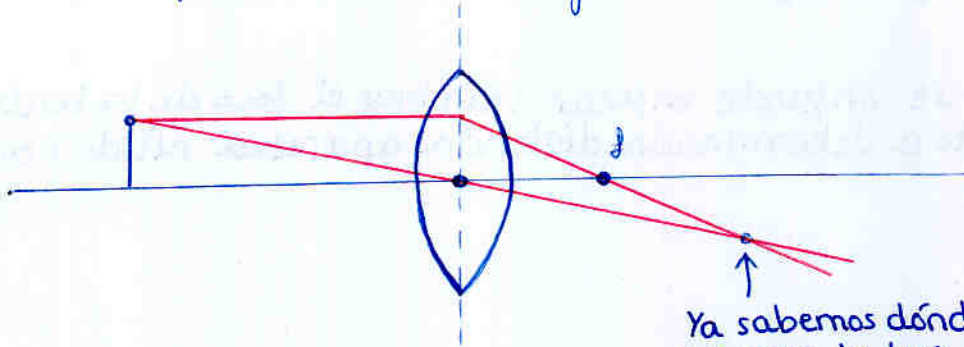
- Los rayos que inciden paralelos al eje de la lente pasan por el foco



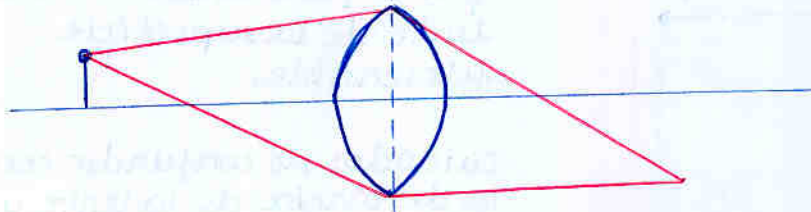
- Los rayos que pasan por el centro óptico no sufren desviación



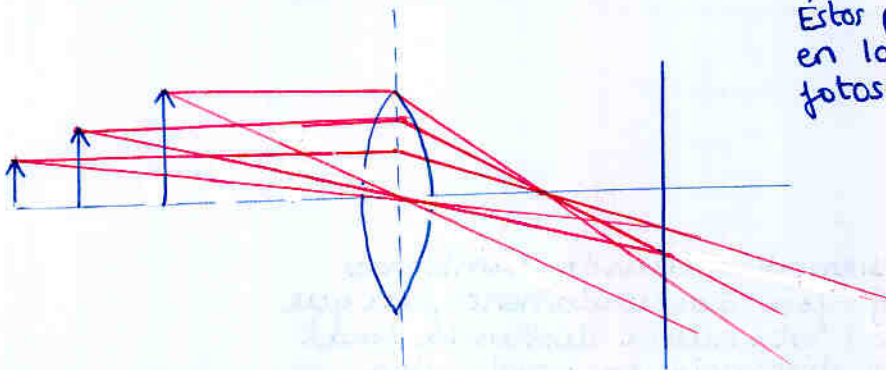
Por tanto podemos hacer la siguiente deducción



Ya sabemos dónde converge la luz de todos los rayos que parten de ese punto



El problema ocurre cuando hay objetos a distintas distancias



Éstos puntos no convergen en la superficie fotosensible

sólo una distancia de la escena está enfocada.  
El resto de distancias están desenfocadas

¿qué puedo hacer para enfocar distintos objetos a distintas distancias en distintos instantes de tiempo?

Lentes que puedan cambiar su foco

se consigue con un conjunto de lentes que varían la distancia entre ellas y cuyo equivalente es una lente cuyo foco podemos variar

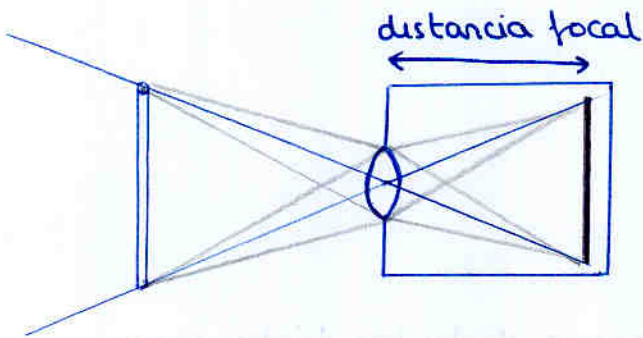
objetivo: lente convergente situada en el orificio de la cámara que permite enfocar un objeto situado a una determinada distancia.

si son de foco variable, se puede variar la distancia del objeto enfocado

coloquialmente se confunde enfocar (cambiar el foco de la lente para que el objeto a determinada distancia aparezca nítido) con encuadrar

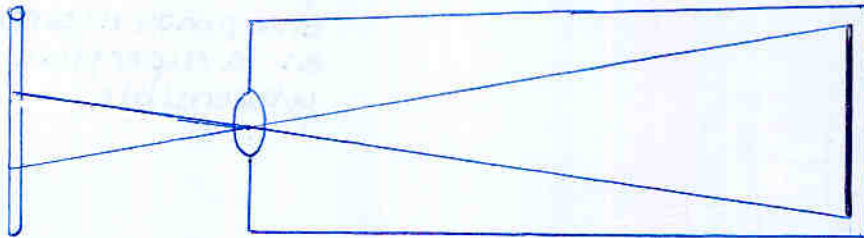
concepto de zoom

Las cosas salen más o menos grandes variando la distancia focal



distancia focal: distancia que separa el centro de la lente de la superficie fotosensible.

cuidado: no confundir con la distancia de la lente al foco (que en física se le llama) distancia focal



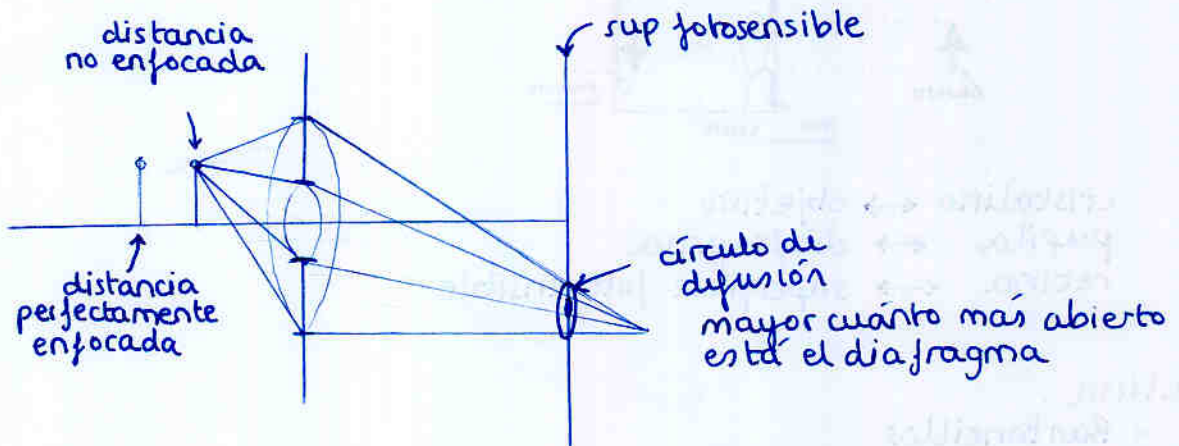
siempre y cuando cambiemos el foco adecuadamente para que con esta nueva distancia focal la distancia enfocada siga siendo la misma



# Diafragma

Lámina opaca de apertura regulable que permite adaptar el sensor a las condiciones de iluminación de la escena

- Sobre el plano enfocado, reducir el cono de luz tiene el efecto de reducir la cantidad de luz que alcanza el punto de la superficie fotosensible
- Para los puntos de la escena no enfocados, aumentar el cono hace que se desenfoque más (círculo de difusión mayor)



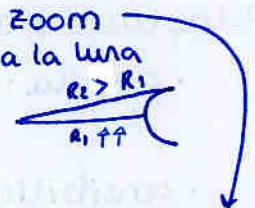
Un diafragma pequeño hace que subjetivamente objetos que no están a la distancia adecuada se puedan considerar enfocados

Profundidad de campo: es la zona por delante y por detrás del plano perfectamente enfocado cuyo desenfoco es tan pequeño que puede aceptarse como "enfocado"

Un diafragma poco abierto, además de dejar pasar poca luz, obtiene una profundidad de campo mayor (menor círculo de difusión)

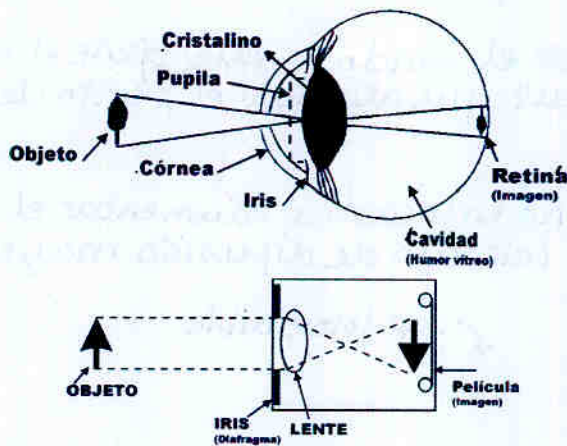
Nota: no siempre interesa profundidad de campo grande; en fotografía artística se busca que los objetos adyacentes al fotografiado estén desenfocados para que éste resalte, para ello necesitan lentes grandes (cámara profesional) para poder abrir mucho el diafragma

- Diafragmas cerrados dan una pc mayor
- Distancias focales cortas dan una pc mayor ↔ poco zoom
- Si el enfoque está más lejano la pc es mayor → ej: foto a la luna
- la pc es mayor por detrás que por delante



para enfocar con mucha precisión, hacerlo con el máx zoom

## 2. Sistema Visual Humano



cristalino  $\leftrightarrow$  objetivo  
pupila  $\leftrightarrow$  diafragma  
retina  $\leftrightarrow$  superficie fotosensible

Retina:

- Bastoncillos
  - sensibles sólo a la luminosidad
  - 120 millones
  - sensibilidad elevada
- Conos
  - sensibles al color  $\rightarrow$  tres tipos  $\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$
  - 6 millones
  - menos sensibles  $\rightarrow$  cuando hay poca luz no vemos el color

Tiene una estructura discreta (formada por células) que 'muestra' espacialmente.

Por tanto tiene una resolución: capacidad de resolver objetos cercanos en término medio es un minuto de arco (0'3mm a 1m) (aunque depende de los colores, la luz, la persona, ...) equivale a  $\frac{1}{60}$  grados

La concentración de células en la retina no es uniforme; hay más resolución en la zona central (fóvea)

Adaptación a las condiciones de iluminación:

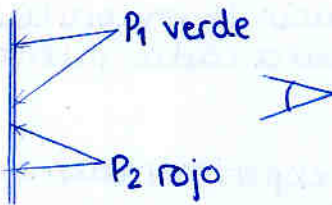
- pupila: permite un margen de hasta 30 veces reacciona en el orden de segundos
- sensibilidad de la retina: si hay muchos fotones, se agota un cierto reactivo que disminuye la sensibilidad
  - reacciona en el orden de minutos
  - permite un margen de hasta un millón de veces

Puesto que hay muchos más bastones que conos, la resolución la dan los bastones.

Por tanto  $\rightarrow$  No se aprecia el color de los detalles muy pequeños

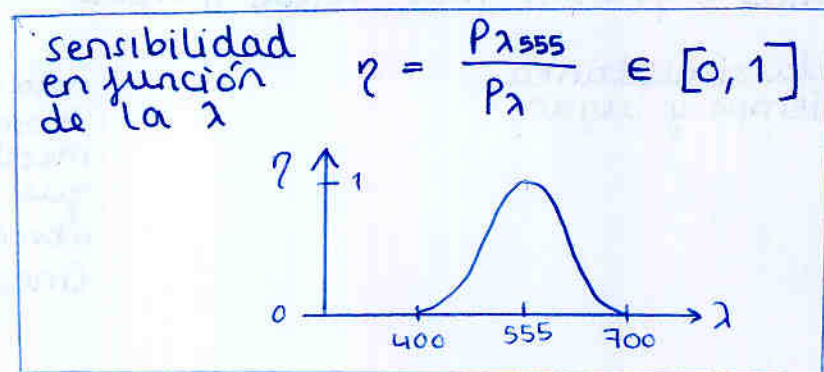
sensibilidad en función de  $f, \lambda$

Para una misma potencia de luz, se ven más luminosos unos colores que otros.



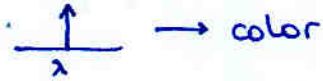
La radiación a la que somos más sensibles en luminosidad es  $\lambda = 555 \text{ nm}$  (verde amarillento)

En el experimento estandarizado se pone cierta potencia a  $\lambda = 555 \text{ nm}$  y se va variando la  $P_\lambda$  de la long. de onda bajo estudio hasta que el observador perciba la misma luminosidad



### 3. Sistemas de representación del color

- En la naturaleza es raro tener luz espectralmente pura (monocromática)



- Lo que suele haber es un espectro policromático



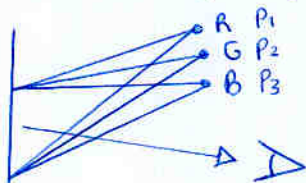
→ el ojo ve un único color

Es difícil capturar y luego reproducir la magnitud física exacta (espectro igual) para cada punto

- La solución es la **tricromía**

Para el sistema visual humano se ha demostrado experimentalmente que "casi toda sensación de color se puede obtener por suma de tres fuentes de colores seleccionados que llamaremos **PRIMARIOS** y que son **ROJO, VERDE y AZUL**"

- mezcla simultánea en tiempo y lugar



mezcla aditiva

nota: en pintura, los tintes 'absorben' por tanto al mezclar pinturas veo lo que incide menos lo que absorbe cada pintura (mezcla sustractiva)

En TV no se utiliza ese método; lo que se utilizan son varias fuentes de los 3 tipos, muy pequeñas y juntas

- Yuxtaposición espacial / alternancia espacial

**RGB**

También existe alternancia temporal

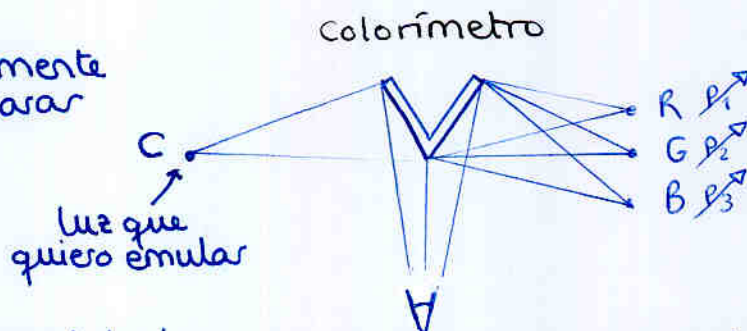
ejemplo



La siguiente pregunta es: ¿qué proporción de RGB hay que usar para emular cierto color?

Experimentalmente:  
observar simultáneamente para poderlos comparar

El observador dice cuando lo ve igual



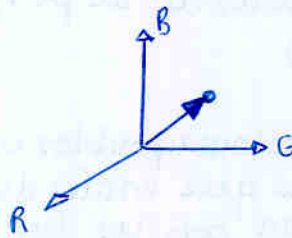
No es una igualdad física, sino una igualdad de sensaciones

$$C = (R', G', B')$$

igualdad en sentido metamérico

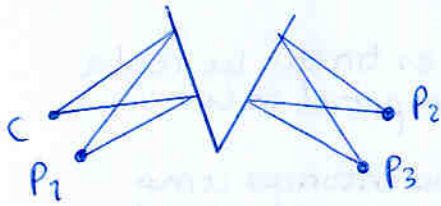
Podemos caracterizar entonces la luz como un vector en RGB

mezcla aditiva: luz resultante de una suma de luces es la suma de vectores



Pero hay algunos colores C que no se pueden igualar con RGB (sobre todo luz espectralmente pura)

Para algunos de ellos puede hacerse:

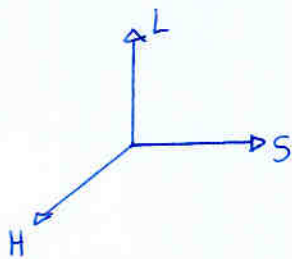


$$C + P_1 = (P_2, P_3)$$

matemáticamente se denota con:

$$C = (-P_1, P_2, P_3) \leftarrow \text{coeficientes negativos}$$

También existen los ejes HSL (Hue, Saturation, Luminosity)

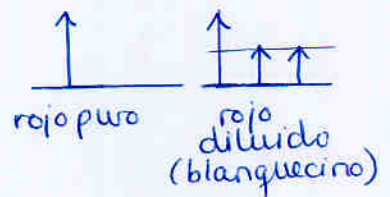
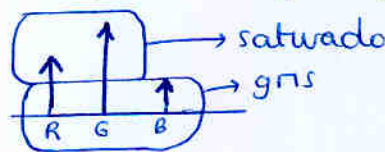


$\downarrow$  tono de color  
 $\downarrow$  mayor saturación a mayor diferencia entre R, G y B  
 $\downarrow$  cantidad de luz (más o menos negro)

(si S = 255, entonces alguno de RGB es 0)

$\downarrow$   
No hay blanco/gris)

Un color no saturado se puede descomponer en gris y uno saturado



Para no tener coeficientes negativos, la Unión Internacional de la Iluminación inventó la transformación XYZ (con colores primarios no realizables)

Si sólo queremos el color (y no la cantidad de luz) podemos prescindir de un eje

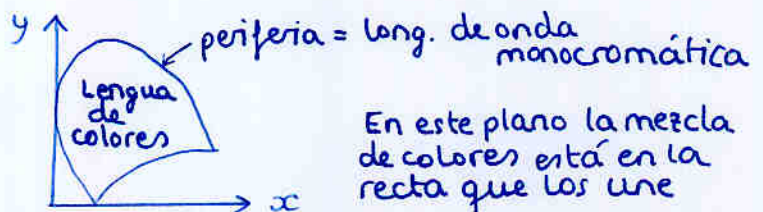
$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$x+y+z = 1$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

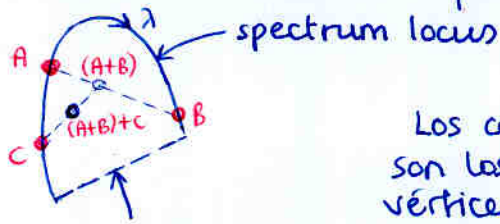
Por tanto podemos representar en papel x e y

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$



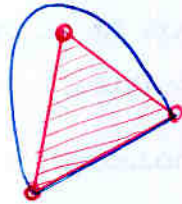
En este plano la mezcla de colores está en la recta que los une

Logicamente todos los colores posibles están dentro ya que son combinación de las  $\lambda$  puras de la periferia

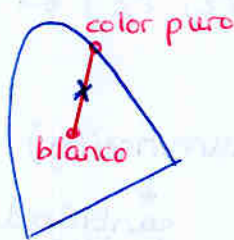


recta de los púrpura.  
No corresponde a  $\lambda$  pura

Los colores posibles en un monitor con 3 fuentes son los que están dentro del triángulo cuyos vértices son los luminóforos de la pantalla



Una forma de hacerse una idea de un color es trazar la recta que une el blanco con la periferia pasando por el color



El color se describe entonces como suma de blanco y un color puro  
A menor saturación, más blanco

## Guión de la práctica 1.

1. Cámara de TV
2. Señal con la mira y el osciloscopio
3. Software LabTV

## Cámara de TV

### 1. El enfoque.

Pasar a foco manual con el botón que hay debajo del objetivo (debe aparecer en el visor de la cámara MF). Hacer primero zoom sobre el objeto que se quiere enfocar y luego el foco.

DEJAR UN ZOOM INTERMEDIO

*Para asegurar enfoque preciso hacer zoom a tope (reduce prof de campo y enfocaremos con más exactitud)*

### 2. El diafragma.

Pasar a manual con la rueda de modos del lateral derecho de la cámara.

Antes de nada poner un obturador mediano 1/250 (hay que poner un foco de luz)

Con el botón central de dicha rueda conmutar a control del diafragma. Poner bastante luz sobre el objeto porque de lo contrario la imagen se oscurece mucho.

Variar con la rueda de debajo del objetivo el diafragma observando como se oscurece la imagen. Hay que tener el obturador fijo porque de lo contrario el sistema automático compensaría el cambio de diafragma y la imagen no se oscurecería.

*a más fstops, más cerrado*

### 3. Profundidad de campo.

depende de:

- zoom / (razonamiento de  $f$ ) (distancia focal)
- diafragma (más cerrado  $\rightarrow$  más prof campo)
- distancia de enfoque  $\uparrow$  necesitamos iluminar

Poner luz.

Poner dos objetos separados.

Poner modo manual.

Enfocar MANUALMENTE al más alejado

Poner el obturador a 1/50

Poner un diafragma todo lo cerrado que se pueda pero sin dejar de ver el objeto con claridad.

Separar el objeto próximo del alejado hasta que aparezca desenfocado.

Esta es la profundidad de campo por delante con el diafragma cerrado.

Ahora cambiar el diafragma al mayor posible.

Cambiar el obturador para compensar el exceso de brillo de la imagen.

Observar que el objeto cercano está desenfocado.

Acercarlo al objeto alejado y observar que en cierta posición empieza a aparecer enfocado. Por tanto la profundidad de campo es menor con el diafragma mayor.

*Si abrimos el diafragma entra más luz. Si empieza a poner cosas de dB es porque está abierto a tope y se está amplificando electrónicamente*

*$\rightarrow$  cuanto más lejos enfoquemos, mayor es la prof campo ej: puedo enfocar la luna ENTERA - mayor profundidad por detrás que por delante*



## 4. Zoom

El zoom es bastante conocido. Pero sí puede ser interesante ver que la profundidad de campo es menor con un zoom mayor. Así pues tal cual ha quedado el experimento de antes alejar la cámara. Enfocar de nuevo sobre el objeto más alejado y hacer zoom para encuadrar lo mismo que antes. Observar que el objeto más cercano, que antes entraba dentro de la profundidad de campo, ahora no entra.

## 5. Obturador

tiempo de exposición: el máximo tiempo que puedo tener en desde que empieza un campo hasta el siguiente  $t_{\text{max obturador}} = 1/50$

no afecta a la profundidad de campo

mayor tiempo = movimiento más borroso → en movimiento a un humano le da igual puede ser malo si quiero pausar la imagen

Poner luz.

Cuando se selecciona el obturador el diafragma va automático por tanto se compensarán automáticamente los cambios de luz al cambiar el obturador.

Poner un obturador de 1/50.

Mover el objeto que haya enfocado y observar que el movimiento hace que la imagen sea borrosa. Es interesante tomar un objeto con letras o detalles y que movamos el objeto en dirección perpendicular a los detalles (si son líneas verticales que movamos el objeto en horizontal).

Poner un obturador de 1/500. Repetir la operación y observar que el objeto se mueve pero de forma nítida.

## 6. Balance de blancos

Somos MUY malos con el color absoluto

Somos MUY buenos comparando el color

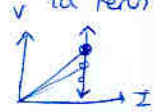
- peligro si cambiamos de cámara enfocando a alguien - parece que le cambie la piel

y hacen ligero balance de blancos distinto

Como la cámara incorpora un balance de blancos automático normalmente no se percibe una necesidad de realizarlo.

### Proceso:

hay que blanquear todas las cámaras, igualando la tensión enfocando a un cartón blanco



Se pulsa WB y la cámara juega con las ganancias de R, G y B para que lo que se vea sea blanco

Poner modo manual.

Iluminar el objeto con un foco muy direccional y bajar la luz ambiente para que al sensor de blanco de la cámara le llegue poca luz y además disponer las cosas para que no le llegue luz del foco que ilumina el objeto.

Poner un lámina blanca delante del objeto.

Hacer zoom hasta que toda la imagen esté ocupada por la lámina blanca.

Pulsar el botón **W.B** durante al menos un segundo. En el visor de la cámara deben aparecer dos triangulitos enfrentados parpadeando mientras se realiza el proceso y se quedan quietos una vez finalizado con éxito.

Observar el color del objeto

Quitar el balance de blancos manual pulsando brevemente sobre W.B. Debe desaparecer del visor el símbolo de los dos triangulitos.

Observar que el color va cambiando.



# Tema 3. Sistemas Analógicos de TV

## 1. Introducción

1883 : Nipkov inventa un disco que capta la luz por líneas

1929 : Prototipos donde se demuestra la viabilidad de TV

Primera emisión de TV color

en USA : 1953 (NTSC → National TV system commission)

en Europa : 1960's NTSC en color tenía un problema, así que en Europa inventaron Alemania: PAL → toda Europa occidental excepto Francia

Francia: SECAM → Europa oriental

Era importante la compatibilidad de la señal TV color con los televisores en blanco y negro (monocromos)

## 2. Captación de la imagen

• Superficie fotosensible array



• con la cámara logramos que un punto de la escena corresponda con un punto de la superficie fotosensible

• ¿cuántos elementos ponemos en el array?

Inicialmente la tecnología era una sup. fotosensible continua legible mediante un haz de electrones; por tanto la pregunta en aquel momento era: ¿cuántas líneas?

• En función de nuestra resolución visual (1 minuto de arco  $\equiv \frac{1}{60}$  grado)

• En función del tamaño de la pantalla (ángulo visual a cubrir)

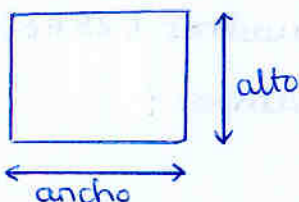
Se ideó que la pantalla cubriera unos 8 o 9 grados (observador colocado a distancia 6 veces mayor que la altura de la pantalla)

$$8'5^{\circ} \rightarrow 8'5 \text{ grados} \times 60 \text{ líneas/grado} = 510 \text{ líneas}$$

Por el efecto del aliasing habría que muestrear al doble de ésta frecuencia, sin embargo se optó por utilizar 575 líneas + 50 que nos son de imagen

total: 625

• Relación de aspecto A



$$A = \frac{\text{ancho}}{\text{alto}} = \frac{4}{3} \text{ TV convencional, } \frac{16}{9} \text{ TV panorámica}$$

- La señal es continua en horizontal y discreta en vertical
- La transmisión es secuencial (no se transmite toda la pantalla en paralelo en cada instante)

Al llegar al final de una línea, hay que retroceder al inicio de la siguiente (tiempo de retroceso)



Hay que sincronizar esta señal con el movimiento del haz

- ¿cuántas imágenes/segundo tenemos que poner? ¿cuántos Hz la luz?

Depende de la sensación de continuidad que tenga nuestro sistema visual ante un sistema de imágenes discretas

~ veintitantos fps

en cine se utiliza 24 fps

en TV se utiliza 25 fps (30 fps en NTSC)

(no confundir con luz intermitente)



Además, en el cine, la luz que va iluminando cada fotograma se enciende y se apaga a cierta frecuencia: frecuencia de parpadeo que sólo percibimos como luz continua si es suficiente (en mi caso ~ 50 Hz); como vemos es mayor que los 24 fps del cine.

En el cine lo solucionan introduciendo un fogonazo de luz entre la iluminación de dos fotogramas (por tanto 48 fogonazos/segundo)

En TV 25 imágenes por segundo no era suficiente para el tema del parpadeo: entonces se usa el truco de líneas pares e impares



como las líneas son muy pequeñas, aunque cada punto se ilumina a 25 imag/s (cada 40 ms), si miramos un 'entorno' que abarque más de una línea, la intermitencia es de 50 Hz (cada 20 ms)

→ barrido entrelazada

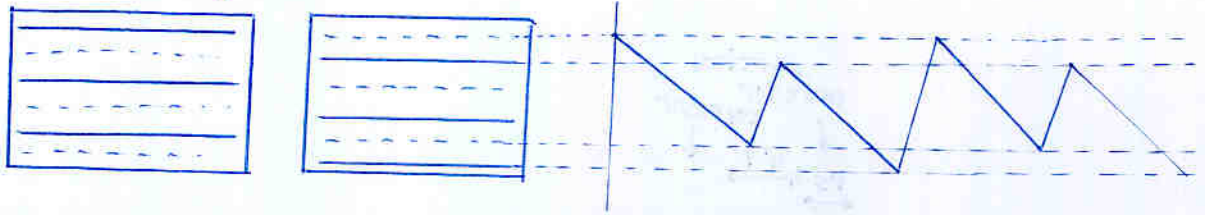
se usa en todos los sistemas de TV del mundo

Por tanto a partir de ahora ha lugar a que hablemos de semiimágenes/campos (50 Hz) y de imágenes/cuadros (25 Hz)

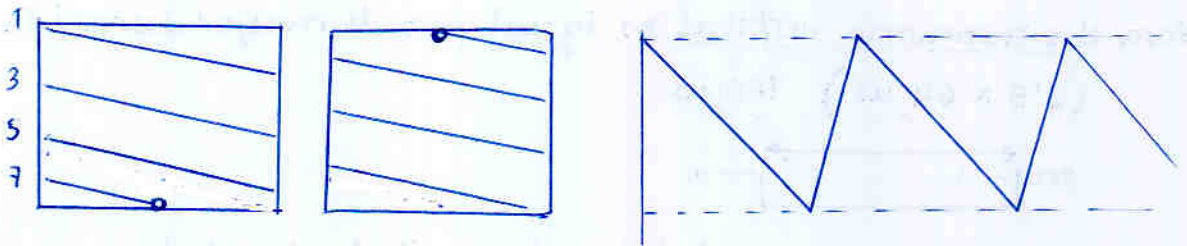
Ya que hay 575 + 50 líneas, ¿cómo dividimos los campos?

¿Porqué se escogió número impar de líneas?

si el número de líneas es par, el barrido vertical no es igual para ambas semiimágenes



En cambio si tomamos un número impar de líneas (con cada línea que va bajando) el barrido vertical es siempre igual y la circuitería es más sencilla.



**3. Señal de video compuesta monocroma**

la TV 'dirige' el haz de electrones con 2 campos magnéticos ortogonales (el osciloscopio lo hace con campo eléctrico)

oscilador horizontal

oscilador vertical



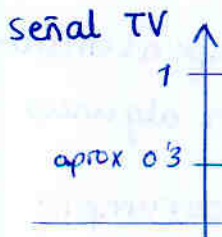
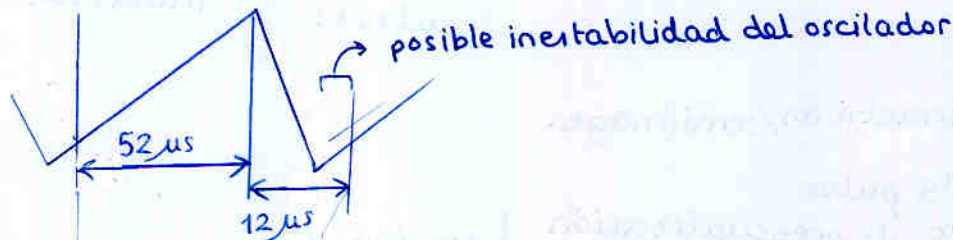
15 625 Hz  
64 μs



50 Hz

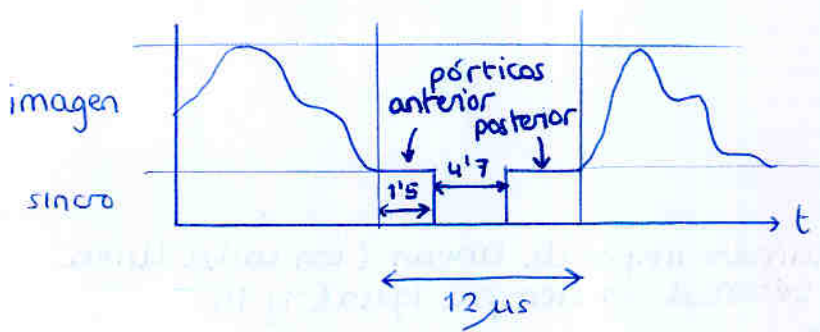
$$64 \mu s = 52 \mu s + 12 \mu s$$

tiempo activo      tiempo inactivo



} margen para la imagen  
} margen para sincronismo

pulso de sincronismo: antes del flanco inicial se está un tiempo a negro para facilitar la detección y un tiempo después para dar tiempo a inestabilidades del oscilador



Para el sincronismo vertical es igual pero de mayor duración  
 $(2'5 \times 64 \mu s) \quad 160 \mu s$



pero para que en la señal de TV el circuito horizontal pueda seguir disparándose, el pulso está interrumpido



un campo empieza con mitad de línea mientras que el otro empieza con línea completa, por tanto lo que se hace es un disparo cada media línea durante 2'5 líneas



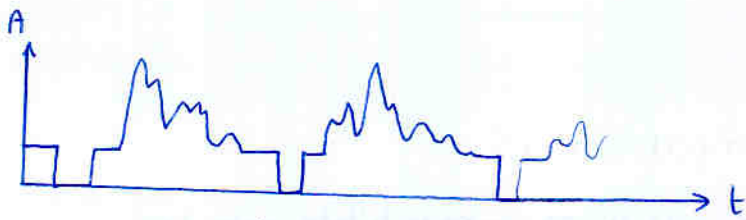
$5 \times 32 \mu s$   
 $\uparrow \frac{1}{2} \text{ línea}$

Lineas inactivas

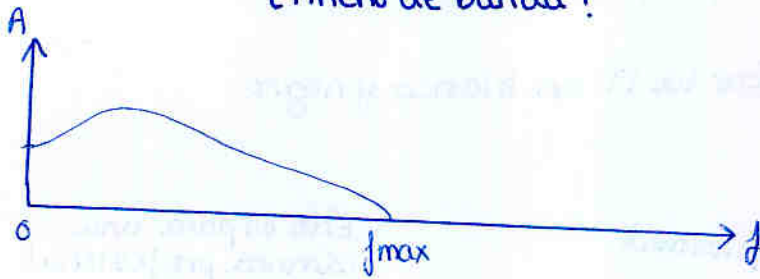
$$\frac{625}{2} = 312'5 \text{ líneas/semiimagen} = \underbrace{287'5}_{\text{activas}} + \underbrace{25}_{\text{inactivas}} \text{ líneas/semiimagen}$$

25 líneas inactivas/semiimagen

- 2'5 pulso
- 2'5 de preecualización
- 2'5 de postecualización } vacías
- 17'5 vacías ← para simplificar el sistema (dar tiempo al circuito)
  - hoy día ya no hace falta, y se utilizan algunas para el teletexto
  - sirve también para hacer medidas sin interrumpir la programación (líneas de test)



¿Ancho de banda?

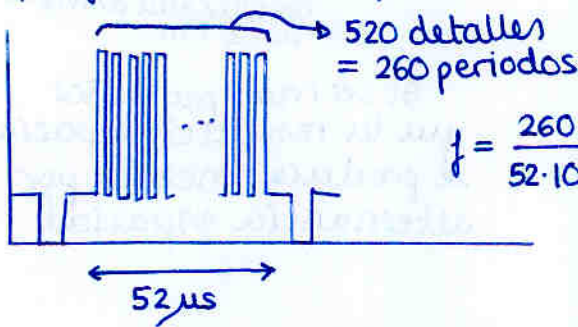


- Hay componente continua
- ¿cual es la frecuencia máxima?  
Depende de la imagen  
ej: rayas horizontales  
frec relativamente baja  
ej: rayas verticales  
frec relativamente alta




En teoría las rayas verticales pueden estar en la escena todo lo juntas que quieras (detalle de objetos pequeños). Pero el ojo humano tiene un límite. Como en horizontal no se da el efecto de aliasing (no se muestrea), se llega al compromiso de unos 520 detalles verticales (520 puntos por línea) como máximo.

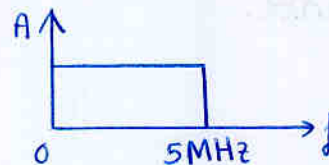
¿A qué frecuencia corresponde?



$$f = \frac{260}{52 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^6 = 5 \text{ MHz}$$

obviamente los detalles no se verán 'cuadrados' sino 

$f_{\text{max}} = 5 \text{ MHz}$  · banda base  
· para la imagen  
· monocromo



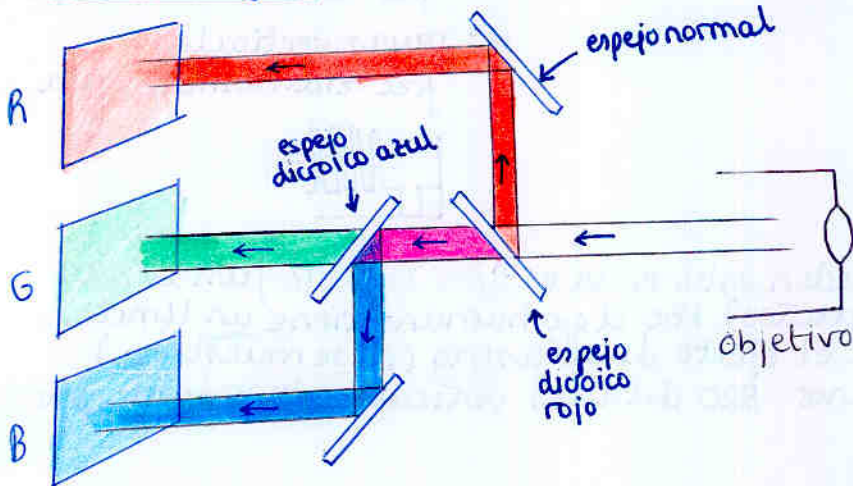
## 4. Codificación del color

### 4.1. Las tres señales de color. Compatibilidad

La señal de TV en color interesaba que fuera compatible con los aparatos monocromo.

La TV color es básicamente triplicar la TV en blanco y negro

#### Captación de la imagen



Esto es para una cámara profesional (pone 3CCD)

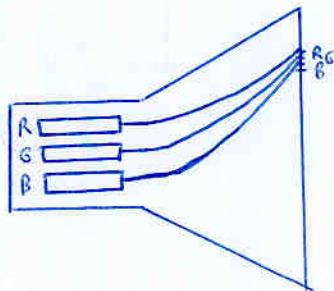
Las cámaras no profesionales hacen una "chupuza", usan sup. fotosensible donde cada punto tiene delante un filtro, y cada punto capta un color; luego interpolan los valores de un color allá donde se tomó otro.

#### Reproducción de la imagen

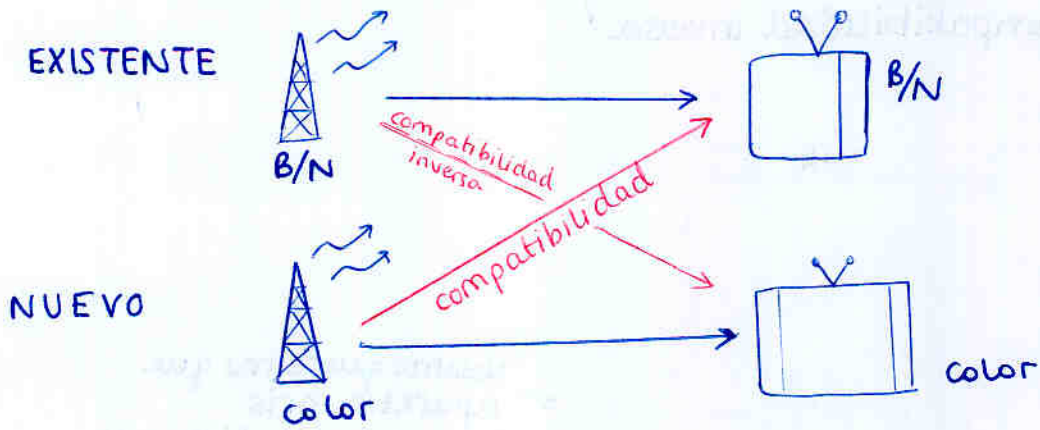
3 haces de electrones y 3 tipos de fósforo distinto. Los 3 haces van justitos pero cada uno debe impactar sólo sobre su luminóforo correspondiente.



Al ser más pequeños que la resolución espacial, se produce mezcla por alternancia espacial



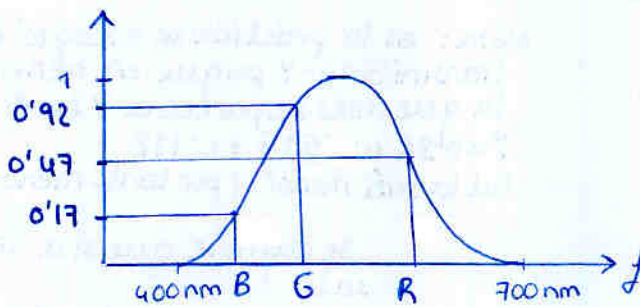
Transmitiendo directamente las 3 señales RGB tendríamos solucionado el sistema, pero no sería compatible con las TV monocromo



se encontró la manera de que la MISMA emisión en color se vea en B/N y en color (la otra opción era simulcast, dos señales distintas)

#### 4.2 señales de luminancia y crominancia

Correspondencia entre colores y luminosidad:  
Depende de nuestra respuesta en frecuencia



señal de luminancia

$$Y = 0.47R + 0.92G + 0.17B$$

Para que Y esté normalizada entre 0 y 1

$$0.47 + 0.92 + 0.17 = 1.56$$

por tanto

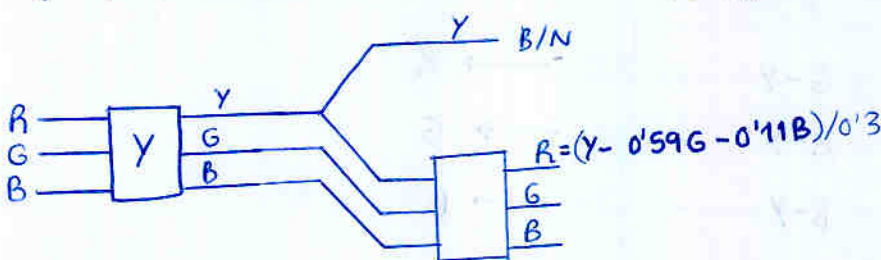
$$Y = \frac{0.47}{1.56} R + \frac{0.92}{1.56} G + \frac{0.17}{1.56} B$$

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$$

coloquialmente  $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$

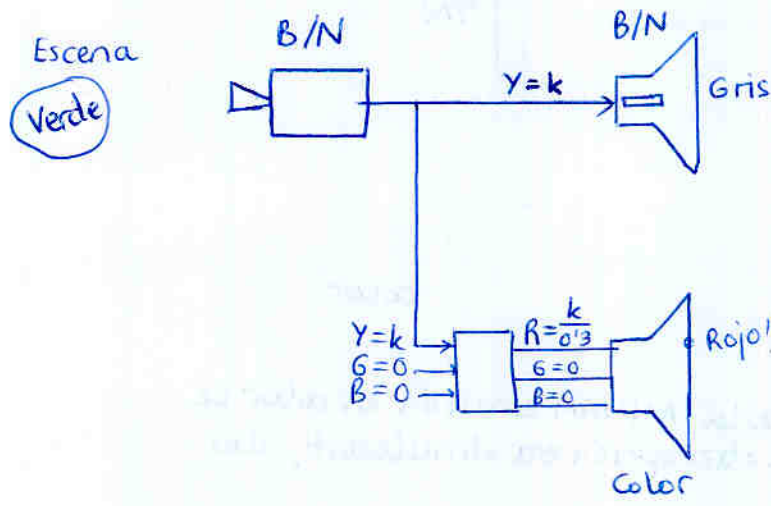
Si ya emitimos Y, debemos emitir 2 señales más para que la "función" sea invertible y el receptor en color pueda sacar R, G y B

Por ejemplo, transmitir 2 colores: Y, G, B



Este esquema logra compatibilidad

Por otra parte, compatibilidad inversa?



se podría solucionar con alguna 'flag' que si la TV color no detecta, se comporte como una B/N

¿ Pero podríamos hacer alguna codificación en la cual no haga falta que la TV tenga dos modos ?

SI : Transmitir:

$\left. \begin{matrix} G-Y \\ B-Y \\ R-Y \end{matrix} \right\} \begin{matrix} \text{elegir 2} \\ \text{de las 3} \end{matrix}$

Nota: en la práctica se escogió no transmitir G-Y porque en general la que más se parece a Y es G

$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$

Y-G: (al tx sería menor y por tanto menor S/N)

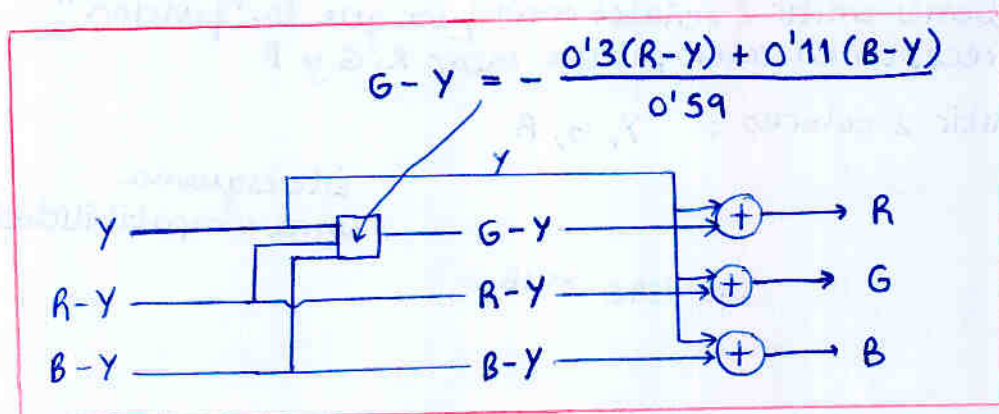
ejemplo:

$$\begin{pmatrix} Y \\ R-Y \\ B-Y \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} R = (R-Y) + Y \\ B = (B-Y) + Y \\ G = \frac{Y - 0.3R - 0.11B}{0.59} \end{cases} \rightarrow \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

se cumple que si a la entrada tenemos  $\begin{pmatrix} k \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$  a la salida tendremos  $\begin{pmatrix} k \\ k \\ k \end{pmatrix}$

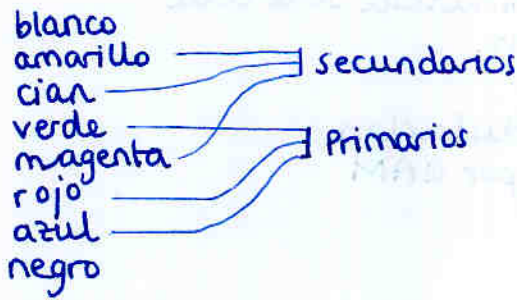
pero en realidad se hace:

$$\begin{aligned} Y(0.3 + 0.59 + 0.11) &= 0.3R + 0.59G + 0.11B \\ 0 &= -0.3Y - 0.59Y - 0.11Y + 0.3R + 0.59G + 0.11B \\ 0 &= 0.3(R-Y) + 0.59(G-Y) + 0.11(B-Y) \end{aligned}$$

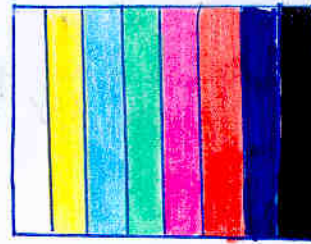




# Carta de colores

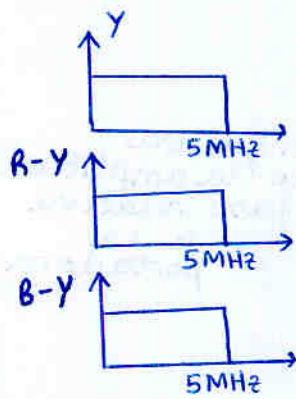


ordenados según luminancia de mayor a menor



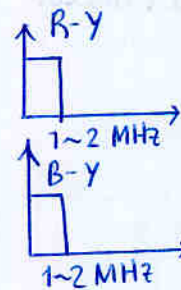
## 4.3 Transmisión de la crominancia

Transmitimos la luminancia en el mismo sitio que la TV blanco y negro ¿Dónde transmitimos R-Y y B-Y?



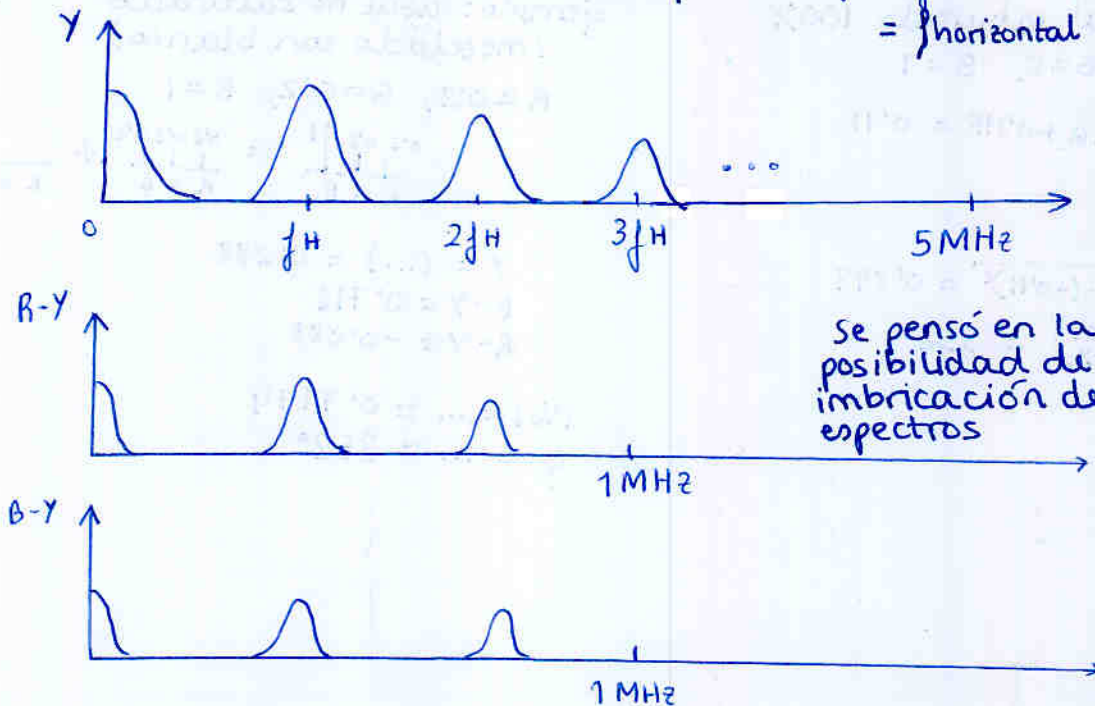
Teniamos el espectro ya asignado para canales monocromo

F. P. Bajo  
La resolución del ojo humano al color es menor que a la intensidad, por tanto en realidad R-Y y B-Y tienen mucho menor ancho de banda (1~2 MHz) depende del sistema



No podíamos meter la crominancia en canales adyacentes

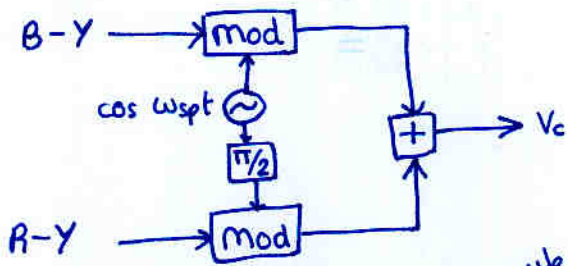
se vio que la señal monocromo, al ser ésta pseudoperiódica, el espectro está concentrado a múltiplos de  $f_H = \begin{cases} \text{línea} \\ \text{horizontal} \end{cases}$



Se pensó en la posibilidad de imbricación de espectros

Para imbricar tenemos que desplazar: → modular la crominancia  
 Todo lo que metamos en la señal de luminancia será una interferencia para un receptor monocromo

Las dos señales de croma hay que modularlas  
 Como son dos señales B-Y, R-Y se opta por QAM

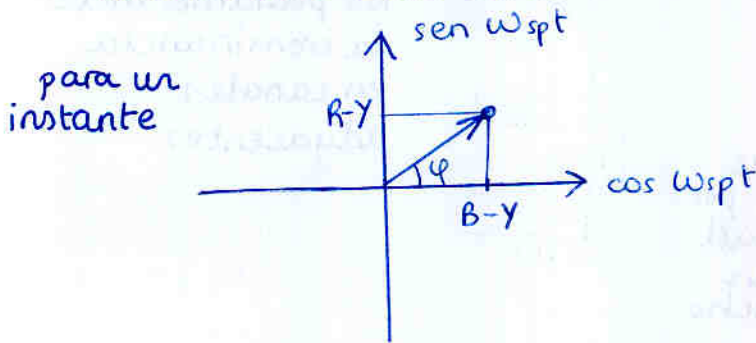


sub portadora (es sólo para componer, previa a la portadora que utilizaremos en transmisión)

Se obtiene:

$$V_c = (B-Y) \cdot \cos \omega_{sp} t + (R-Y) \sin \omega_{sp} t$$

Podemos verlo como un vector



Curiosamente existe una relación:

$$|V_c| = \sqrt{(B-Y)^2 + (R-Y)^2} \quad \longleftrightarrow \text{saturación}$$

$$\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{R-Y}{B-Y} \quad \longleftrightarrow \text{tono}$$

ejemplo: azul saturado 100%

$$R=0, G=0, B=1$$

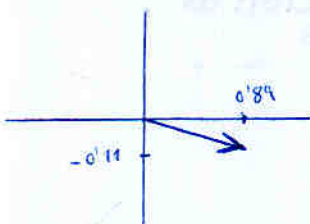
$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B = 0.11$$

$$B-Y = 0.89$$

$$R-Y = -0.11$$

$$|V_c| = \sqrt{0.89^2 + (-0.11)^2} = 0.897$$

$$\varphi = \text{tg}^{-1} \left( \frac{R-Y}{B-Y} \right) = 352^\circ$$



ejemplo: azul no saturado (mezclado con blanco)

$$R=0.2, G=0.2, B=1$$

$$\begin{matrix} 0.2 & 0.2 & | & 1 \\ \hline R & G & B \end{matrix} = \begin{matrix} 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ \hline R & G & B \end{matrix} + \begin{matrix} 0.1 \\ \hline R & G & B \end{matrix}$$

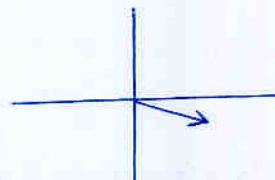
$$Y = (\dots) = 0.288$$

$$B-Y = 0.712$$

$$R-Y = -0.088$$

$$|V_c| = \dots = 0.7174$$

$$\varphi = \dots = 352^\circ$$



ejemplo: amarillo

$$R=1, G=1, B=0 \text{ (complementario al azul)}$$

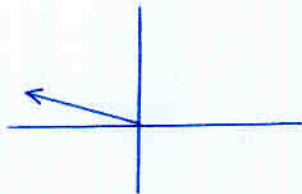
$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B = 0.89$$

$$B-Y = -0.89$$

$$R-Y = 0.11$$

$$|V_c| = \sqrt{(B-Y)^2 + (R-Y)^2} = 0.897$$

$$\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{R-Y}{B-Y} = 172^\circ$$



ejemplo: amarillo menos saturado

$$R=1, G=1, B=0.2$$

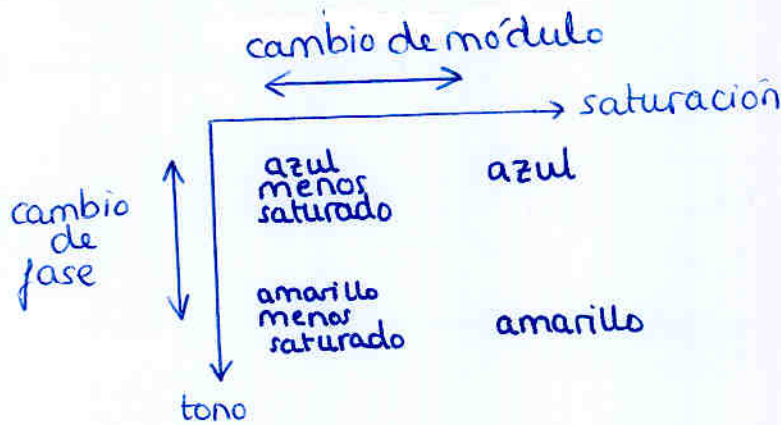
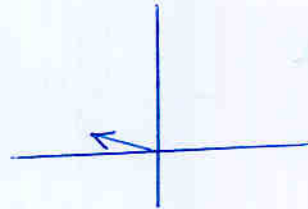
$$Y = 0.912$$

$$B-Y = -0.712$$

$$R-Y = 0.088$$

$$|V_c| = 0.7174$$

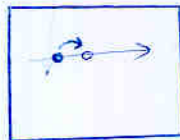
$$\varphi = 172^\circ$$



Nota: recuerda una señal gris  
 $G=k, R=k, B=k$   
 $Y=k$   
 $R-Y=0, B-Y=0 \Rightarrow |V_c|=0$

Para cada punto de la escena tendremos señales

Y  
 $B-Y$   
 $R-Y$  }  $|V_c|$   
 $\varphi$  saliendo del modulador



La amplitud y fase relativa a la portadora de salida va cambiando

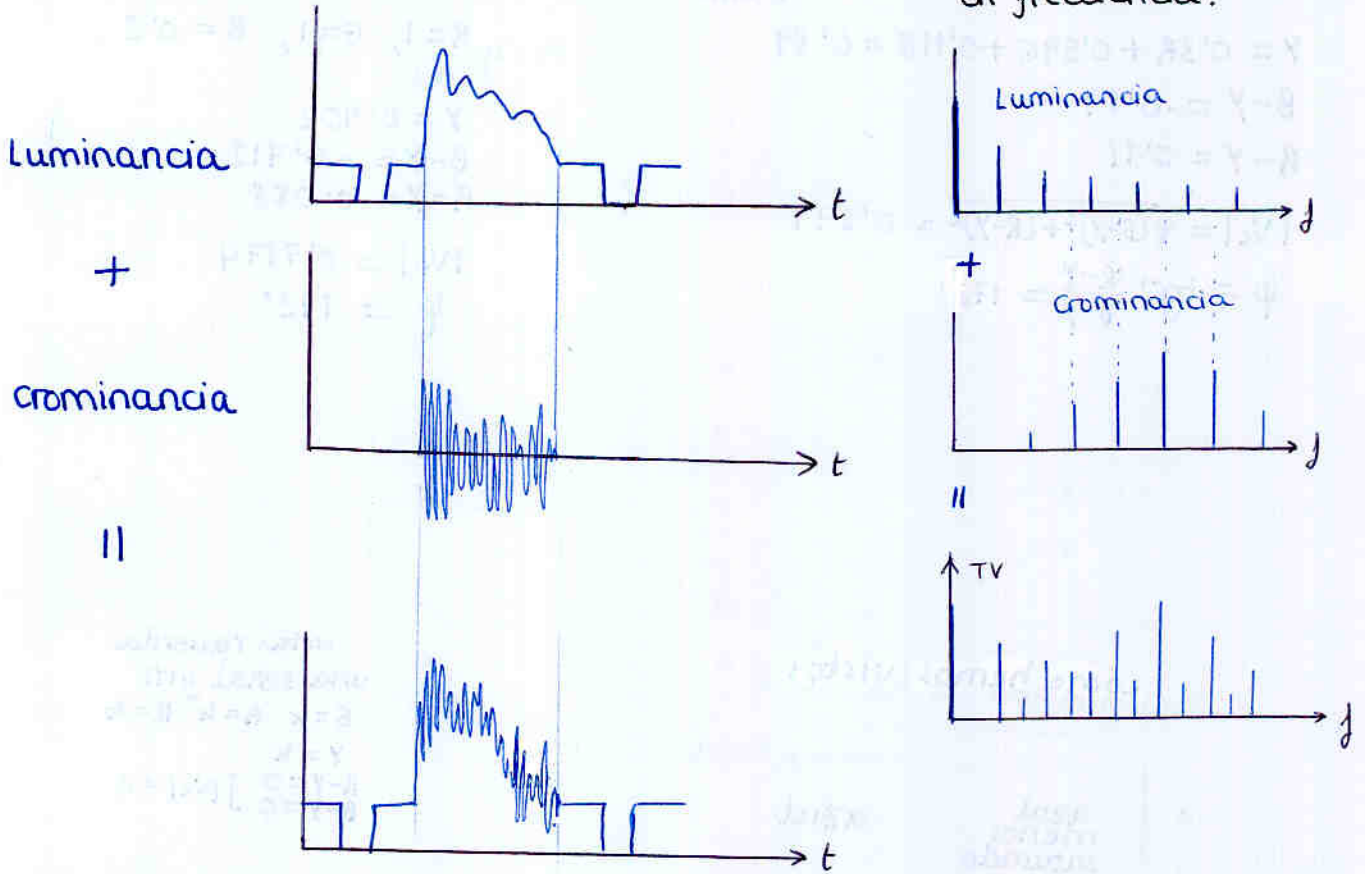
Sincronización:

Las señales  $B-Y$  y  $R-Y$  no necesitan todos los mecanismos de sincronización que usaba la señal monocroma porque ya se transmite en  $Y$ .

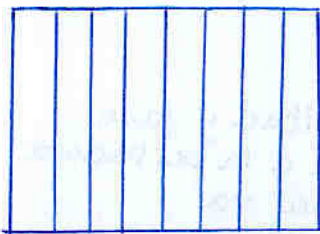
Sin embargo la señal de croma necesita una demodulación sincrónica (necesitamos la fase del modulador), y eso habrá que enviarlo

# 4.4 Señal compuesta

en frecuencia:

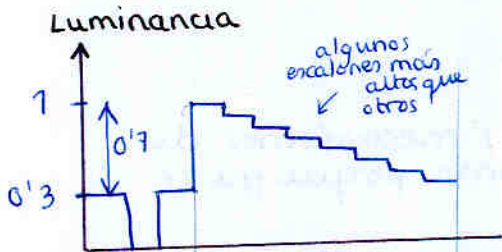


ejemplo: carta de colores

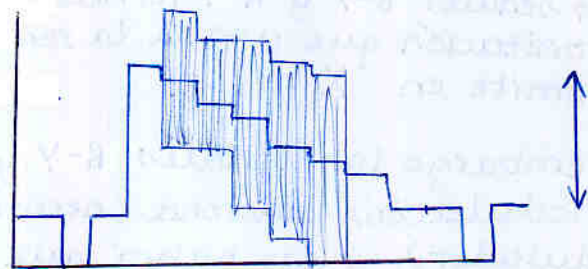
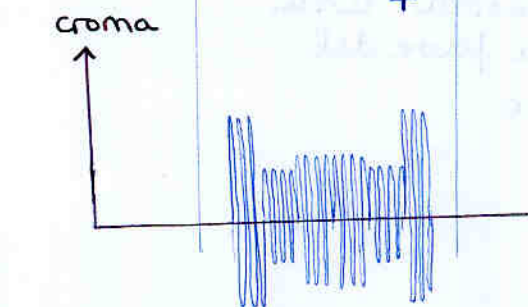


ordenados en luminancia

ordenados en luminancia



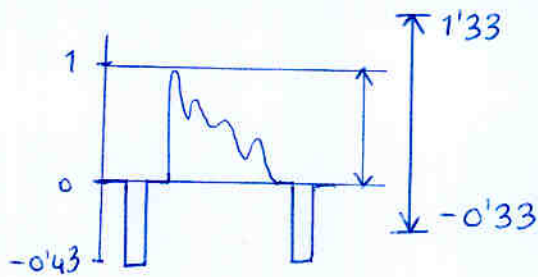
nota: hay que 'normalizar'  $Y \in [0, 1] \rightarrow [0.3, 1]$   
(a veces se usa  $[0, 1]$  y sincronismos en negativo)



¡Problema! Nos salimos del margen

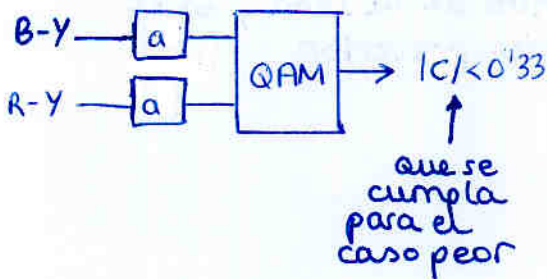
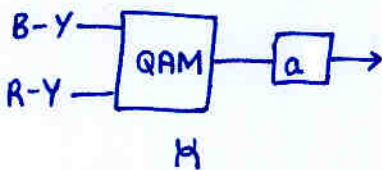
Hay que atenuar la coma (el receptor color ya se encargará de amplificar)

se decidió que se permitiera salir del margen un máximo de 33%

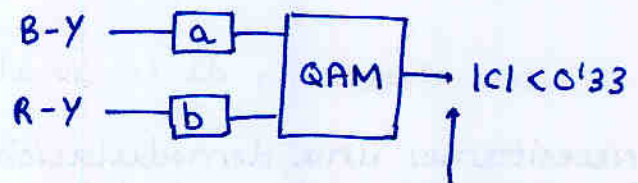


Ya que en general  $R-Y$  es menor que  $B-Y$   
 (puesto que  $Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$ )  
 se plantearon dos opciones:

• atenuar toda la crominancia por igual



• atenuar  $B-Y$  más que  $R-Y$



$$|c| = \sqrt{[a(B-Y)]^2 + [b(R-Y)]^2}$$

dos ecuaciones y dos incógnitas para 2 colores (que sean el peor caso)

• para el rojo:



• para el azul

$$0.11 + 0.33$$

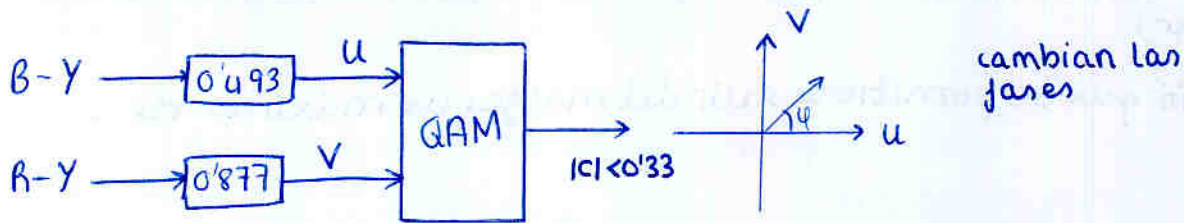
↑  $Y_{azul}$     ↑ margen

rojo:  $0.63 = \sqrt{[a(0-0.3)]^2 + [b(1-0.3)]^2}$

azul:  $0.44 = \sqrt{[a(1-0.11)]^2 + [b(0-0.11)]^2}$

se obtiene  $a = 0.493$   
 $b = 0.877$

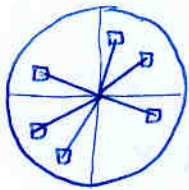
En nuestro sistema de TV se usa esa segunda opción



se define:

$$\begin{aligned} U &= 0.493(B-Y) \\ V &= 0.877(R-Y) \end{aligned}$$

Nota: para comprobar la señal se usa un vectorscopio



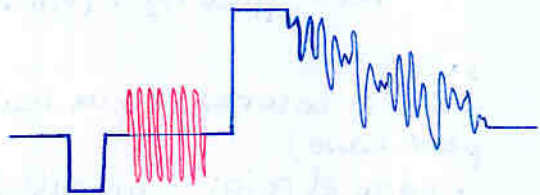
6 colores de la carta de colores

la pantalla ya tiene pintadas las zonas adecuadas

Demodulación de la señal de croma

necesitamos una demodulación síncrona  
i.e. necesitamos la fase del oscilador

solución: se incluye en el tiempo inactivo de la línea, en el pósito posterior



ráfaga de la subportadora de color utilizada

El demodulador necesita la oscilación durante el tiempo activo; debe regenerar la oscilación a partir de esa ráfaga

En el demodulador se implementa un oscilador (cuya frecuencia  $f_{sp}$  es conocida) con fase variable, que puedo comparar con la muestra

## Resumen de la codificación del color

1. R, G, B
2. Y, (B-Y), (R-Y)
3. Posibilidad de insertar C en los huecos de Y
4. QAM para la croma  $\rightarrow$   $|C| \rightarrow$  saturación  
 $\varphi \rightarrow$  tono
5. modificamos la amplitud para no saturar  
 $a = 0'493 \rightarrow$  señales U y V  
 $b = 0'877$
6. Insertar ráfaga de la subportadora

Así es como funciona el sistema americano NTSC

En Europa se adoptó el PAL y el SECAM (Francia + Europa oriental)

### 5. Sistema PAL

NTSC USA, Japón

PAL Alemania. Europa occidental excepto Francia

SECAM Francia. Europa oriental

### Problema del NTSC

error de fase  $\rightarrow$  cambio de tono

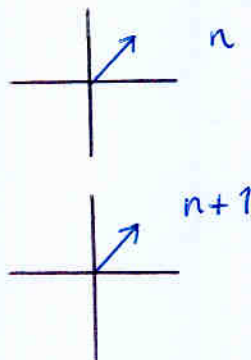
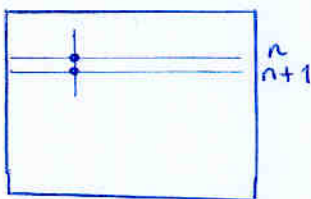
somos muy sensibles a los errores de tono (ej: piel azulada)  
desagradable

PAL y SECAM tratan de solucionar eso

### Hipótesis de PAL

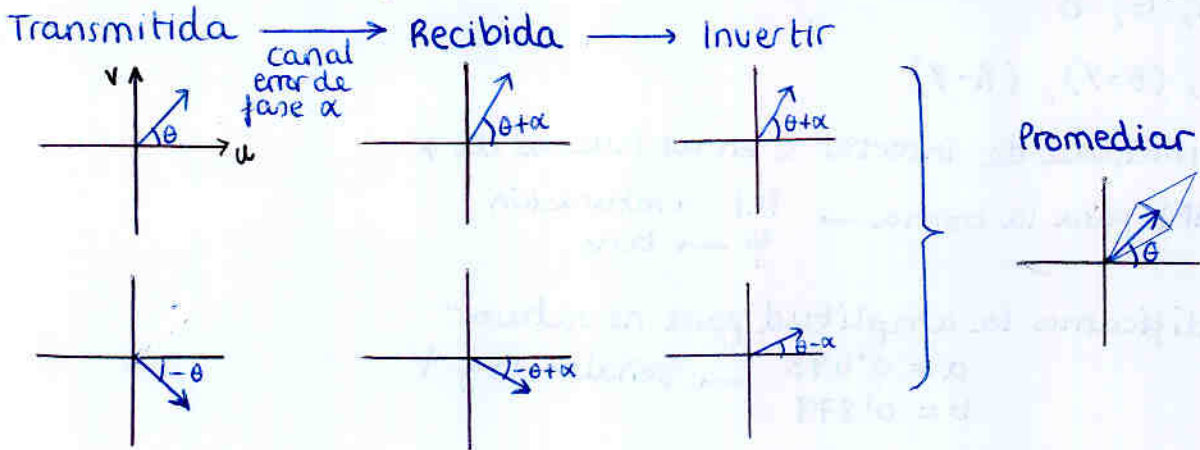
el color cambia mucho más lento que la luminancia  
(se justifica con que la resolución del color es mucho peor  
en el sistema visual humano)

ej: dos puntos vecinos en vertical tendrán mismo color



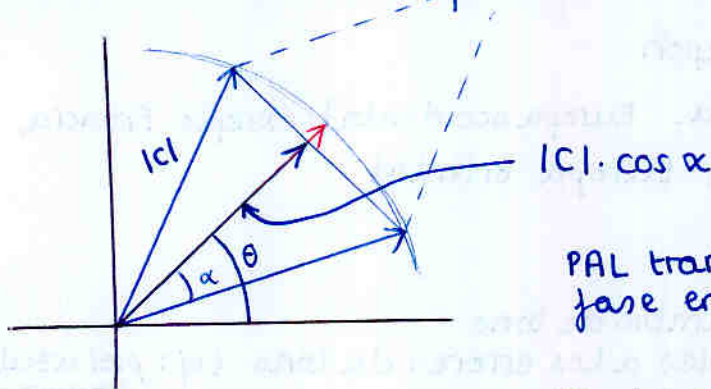
# PAL : Phase Alternation Line

Se cambia el signo de la  $V$  en cada línea, de forma que :



En PAL logramos eliminar el error de fase obteniendo en cada punto el color promedio entre un punto y el de la línea anterior

- Desventaja : se suaviza el color ; cada punto se promedia al superior
- Otra desventaja es que al promediar variamos el módulo de lo que se transmitió

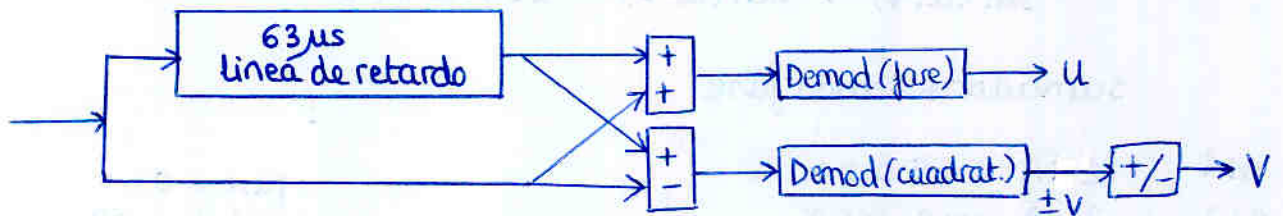


PAL transforma errores de fase en errores de módulo

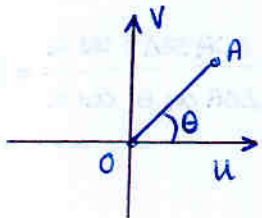
↓  
Cambios de saturación en lugar de cambios de tono.  
Lo toleramos mucho mejor



Para implementar el promediado se necesita memoria



Veámoslo con ecuaciones:



Transmitida:

$$\begin{array}{l|l}
 n & \overline{OA} \cos \theta + \widehat{OA} \operatorname{sen} \theta \\
 n+1 & \overline{OA} \cos \theta - \widehat{OA} \operatorname{sen} \theta \\
 n+2 & \overline{OA} \cos \theta + \widehat{OA} \operatorname{sen} \theta
 \end{array}$$

- vs ^  
 usamos notación distinta para mostrar que son dos términos separables (i.e. no deben sumarse) ya que en realidad cada término modula una portadora en fase o cuadratura respectivamente

Recibida:

$$\begin{array}{l|l}
 n & \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) + \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta+\alpha) \\
 n+1 & \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) - \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta-\alpha) \\
 n+2 & \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) + \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta+\alpha)
 \end{array}$$

Retardo

$$\begin{array}{l}
 \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) + \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta+\alpha) \\
 \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) - \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta-\alpha)
 \end{array}$$

sumador

$$\begin{array}{l|l}
 n+1 & \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) + \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) - \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta-\alpha) + \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta+\alpha) \\
 n+2 & \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) + \overline{OA} \cos(\theta+\alpha) + \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta+\alpha) - \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta-\alpha)
 \end{array}$$

demod fase

Restador

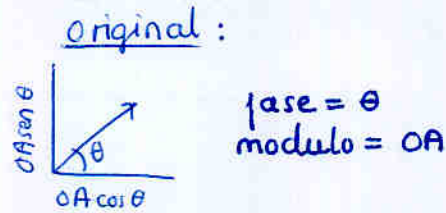
$$\begin{array}{l|l}
 n+1 & -\widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta-\alpha) - \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta+\alpha) + \dots \\
 n+2 & +\widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta+\alpha) + \widehat{OA} \operatorname{sen}(\theta-\alpha) + \dots
 \end{array}$$

demod cuadratura

Sabiendo  $\cos(a+b) + \cos(a-b) = 2 \cos a \cos b$   
 $\sin(a+b) + \sin(a-b) = 2 \sin a \cos b$

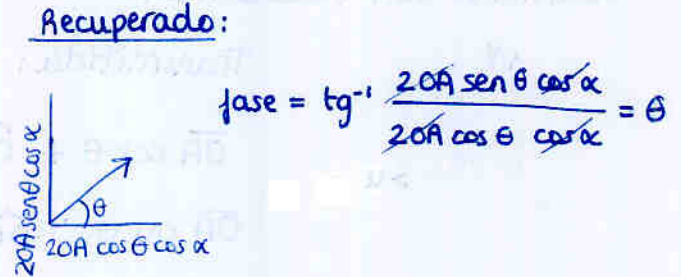
Sumador + Demod fase

$$\begin{array}{l|l} n+1 & 2 \overline{OA} \cos \theta \cos \alpha \\ n+2 & 2 \overline{OA} \cos \theta \cos \alpha \end{array}$$



Restador + Demod cuadr.

$$\begin{array}{l|l} n+1 & -2 \overline{OA} \sin \theta \cos \alpha \\ n+2 & 2 \overline{OA} \sin \theta \cos \alpha \end{array}$$

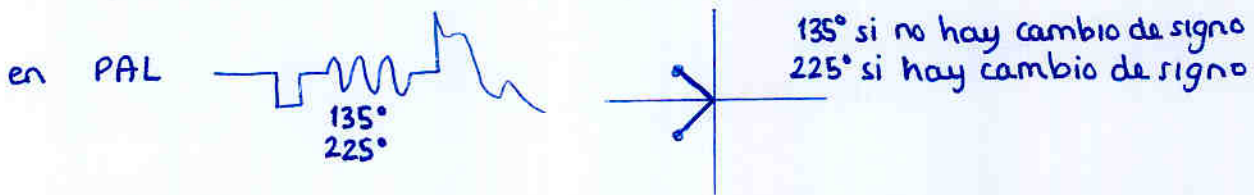
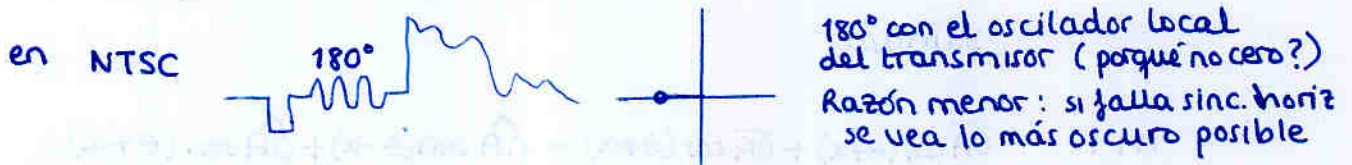


$$\text{módulo} = \sqrt{(OA \cos \theta \cos \alpha)^2 + (OA \sin \theta \cos \alpha)^2}$$

$$= OA \cos \alpha$$

Al haber un número impar de líneas, las líneas con V invertida a veces le toca a las pares y a veces a las impares

se notifica si la V va cambiada de signo en todas las líneas con la ráfaga de sincronización



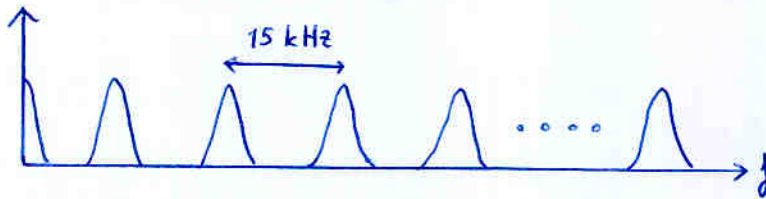
Nota sobre la resolución:

- Al hacer promediado de cada punto con el superior se reduce la resolución de la crominancia en vertical (en PAL)
- En horizontal ésta pérdida de resolución ya se había hecho al limitar el AB de la crominancia (variaciones máximas) a 1MHz (se hace también en PAL y NTSC)

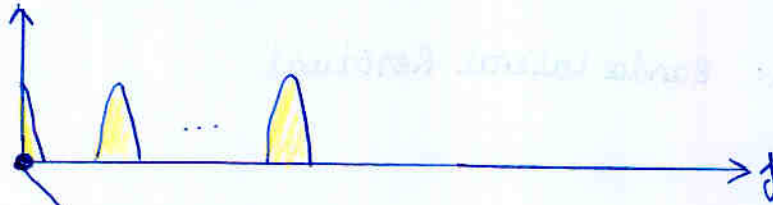


No pasa nada porque la resolución del ojo al color es mala y ya promedia

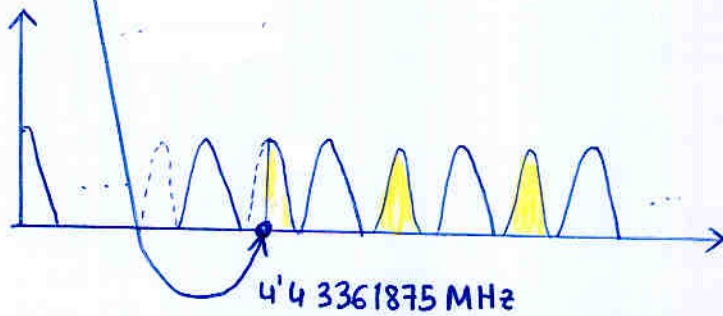
Luminancia (5 MHz)



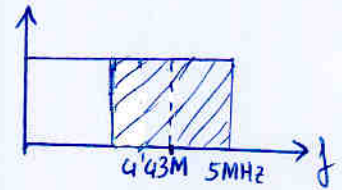
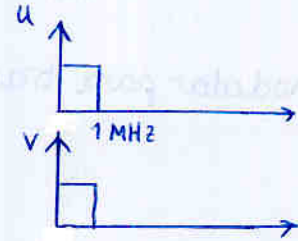
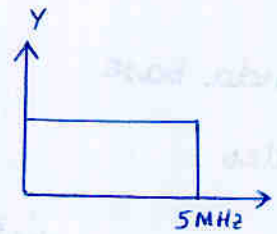
Crominancia (1 MHz)



Al imbricar



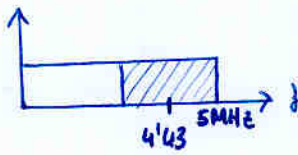
La frecuencia es alta para que en un receptor monocromo la interferencia que supone la croma sea la menor posible



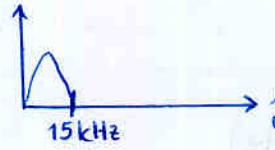
## 6. Transmisión de la señal de video y audio

Banda base

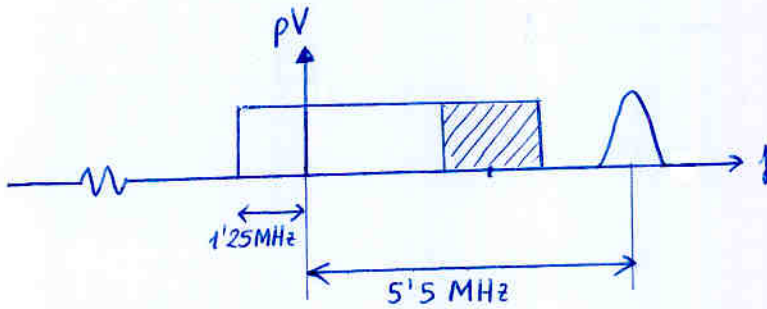
Video



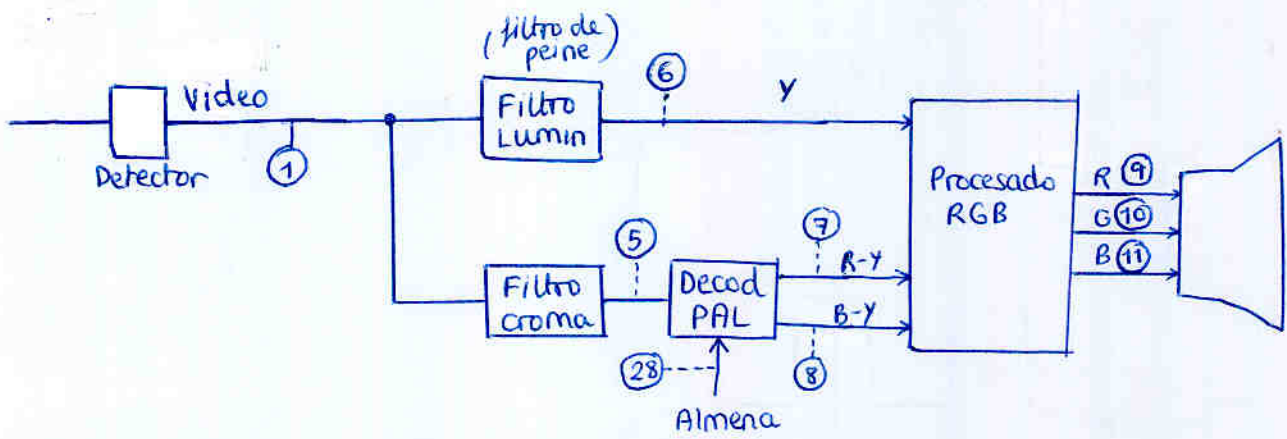
Audio



Al modular para transmisión: Banda Lateral Residual

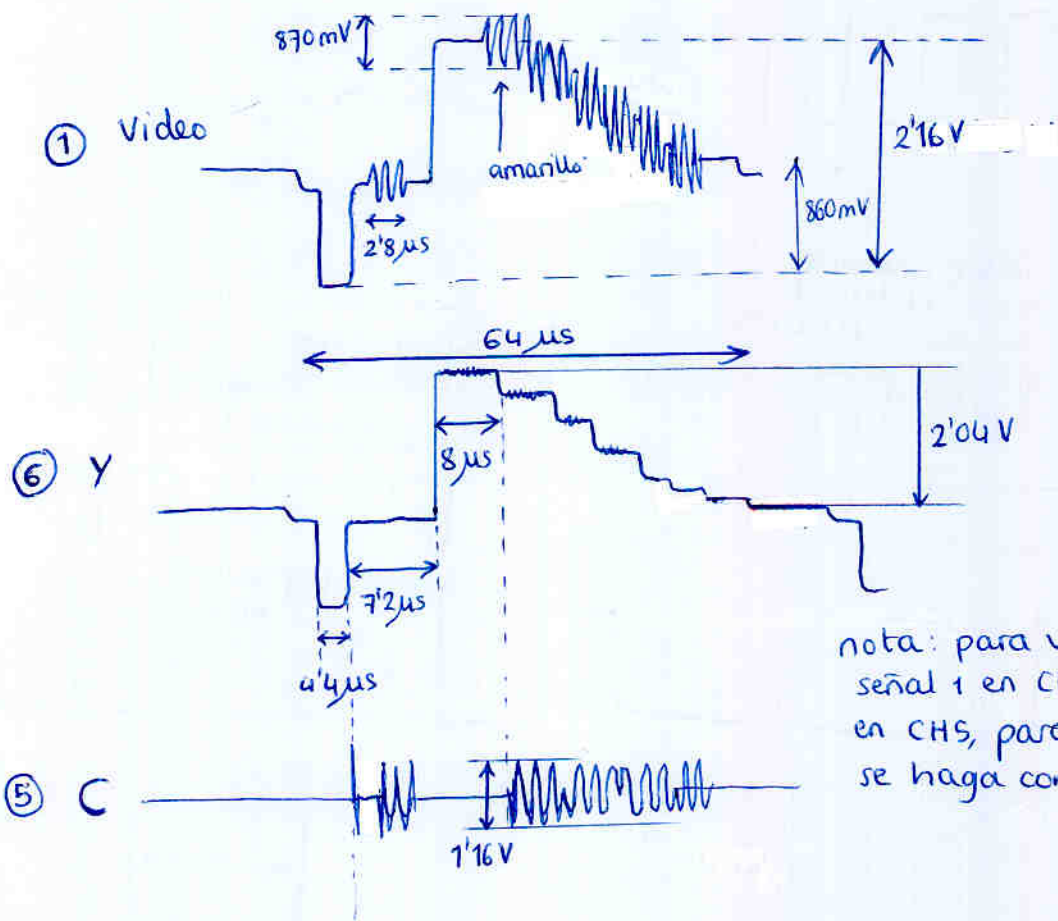


# Práctica: El receptor de TV



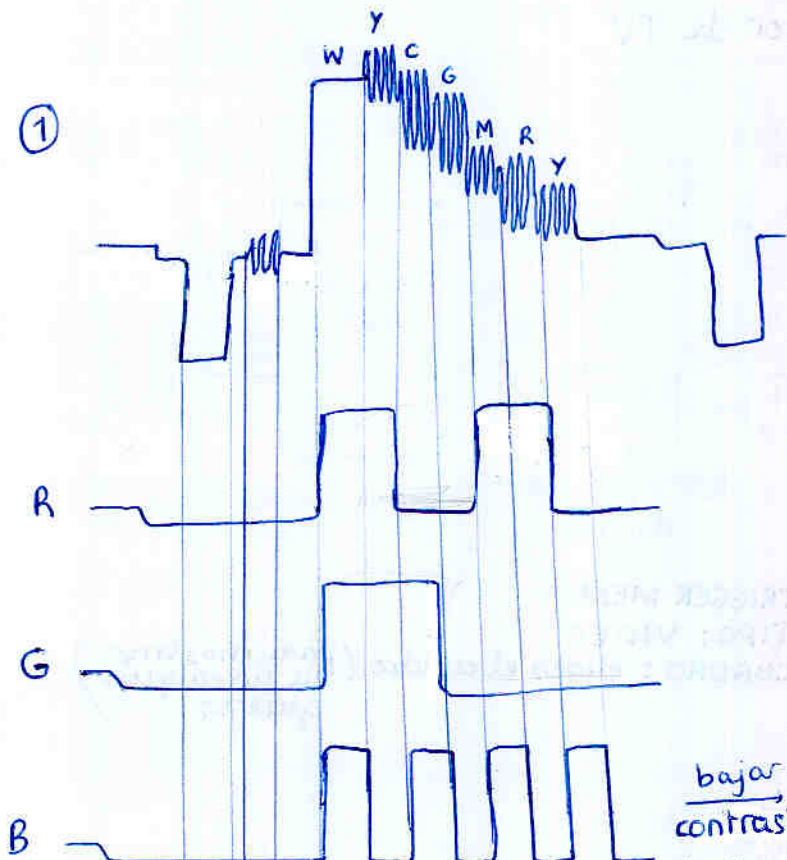
Para ver en el osciloscopio :

TRIGGER MENU  
TIPO: VIDEO  
CUADRO: eliges el cuadro (para mostrar la línea que quieres)



nota: para ver esto meter señal 1 en CH1 y señal 5 en CH2, para que el disparo se haga con CH1

①

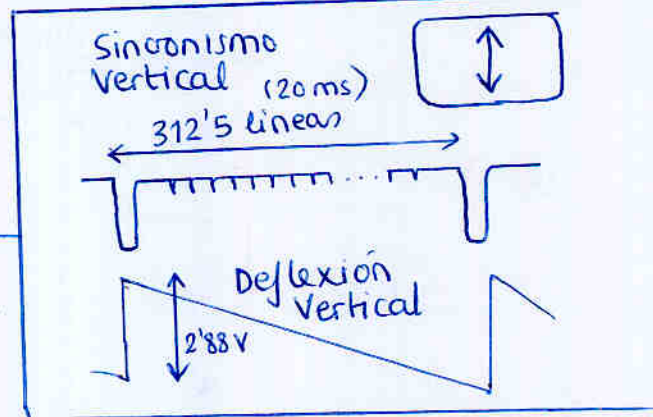


bajar  
contraste  
bajar  
saturación

se "convierte" casi en Y

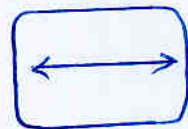
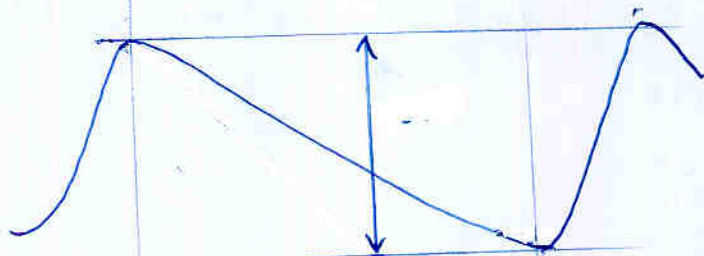
Almena  
(28)

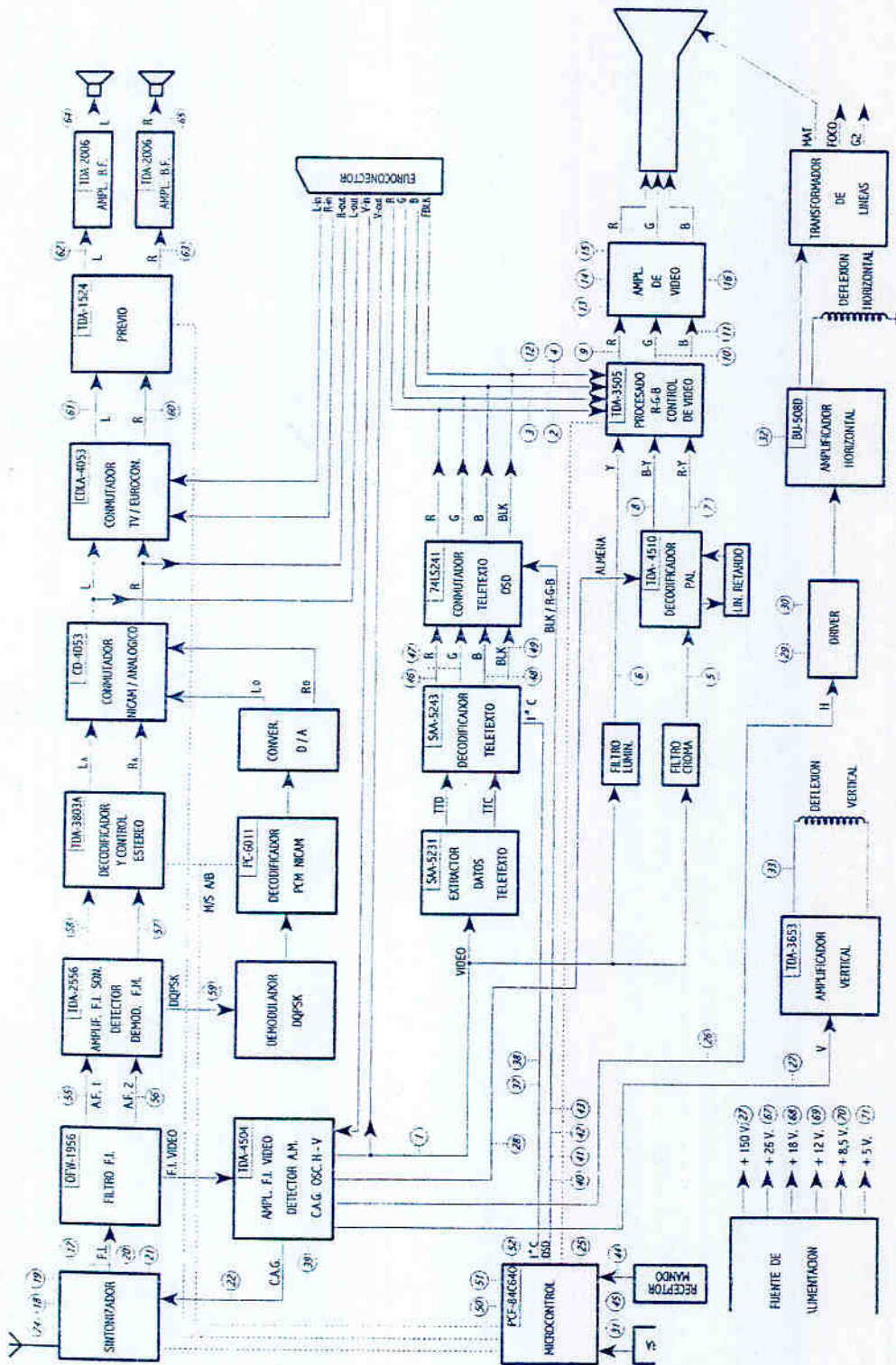
indica cuando  
llega el burst  
de subportadora  
(usado para  
decodificador  
color R-Y, B-Y)



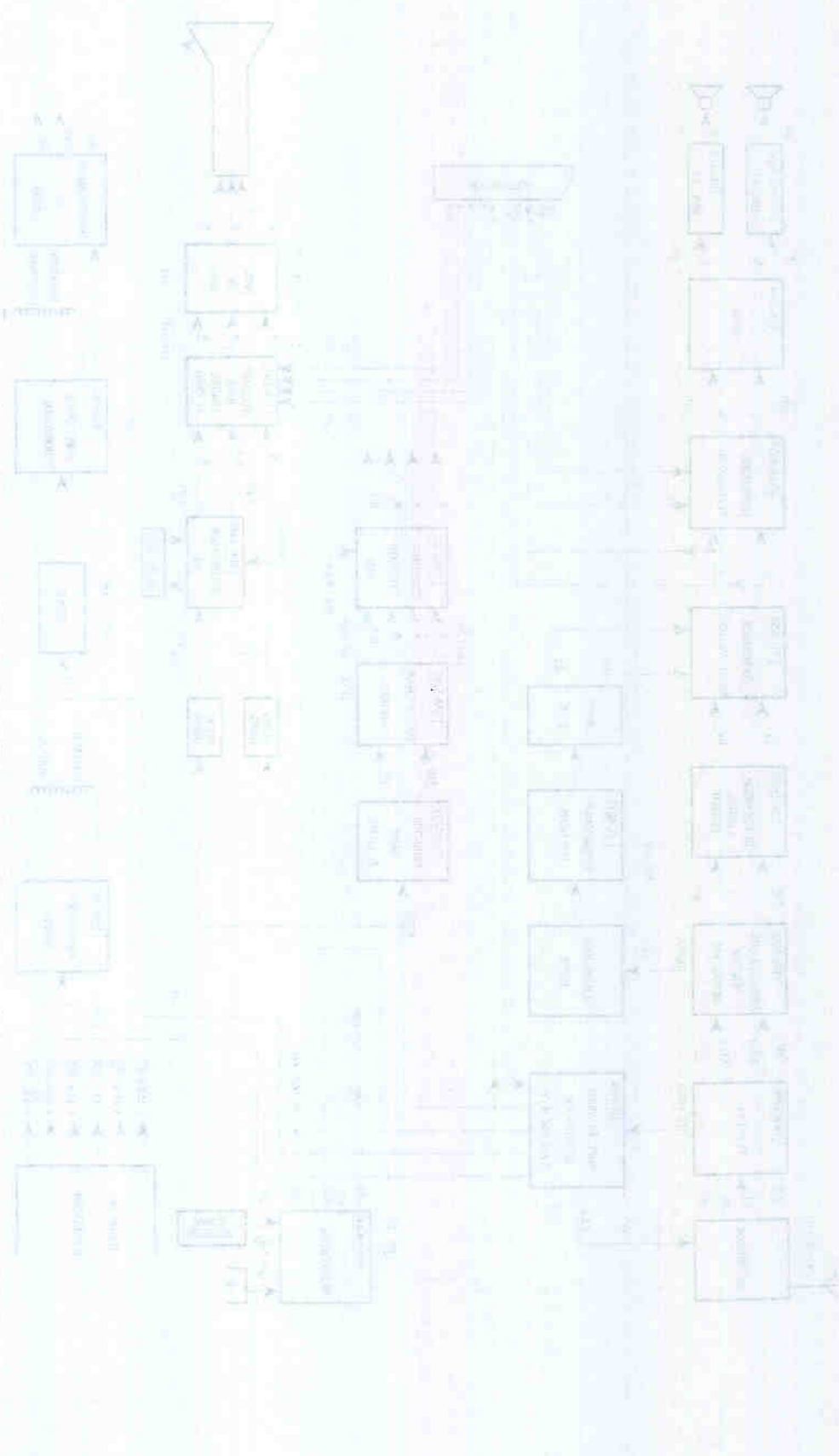
Sincro  
Horizontal  
(26)

Deflexión  
Horizontal





- (1) SINTONIZADOR
- (2) AF. 1
- (3) AF. 2
- (4) FILTRO F.I.
- (5) DETECTOR A.M.
- (6) OSC. H-V
- (7) C.A.G.
- (8) DEMODULADOR DQPSK
- (9) DECODIFICADOR Y CONTROL ESTEREO
- (10) COMPUTADOR NICAM / ANALOGICO
- (11) COMPUTADOR TV / EUROCON
- (12) TDA-1524
- (13) TDA-2556
- (14) TDA-3803A
- (15) CD-1053
- (16) TDA-1053
- (17) 74LS241
- (18) SAA-5243
- (19) SAA-5231
- (20) VIDEO
- (21) TDA-4510
- (22) TDA-3505
- (23) FILTRO LUMIN.
- (24) FILTRO CROMA
- (25) TDA-3653
- (26) AMPLIFICADOR HORIZONTAL
- (27) DRIVER
- (28) DELETON HORIZONTAL
- (29) TRANSFORMADOR DE LINEAS
- (30) FOCO
- (31) FUENTE DE ALIMENTACION
- (32) RECEPTOR MANDO
- (33) MICROCONTROL
- (34) PCF-84640
- (35) I²C
- (36) DSB
- (37) +150 V
- (38) +25 V
- (39) +18 V
- (40) +12 V
- (41) +8.5 V
- (42) +5 V
- (43) L
- (44) C
- (45) R
- (46) G
- (47) B
- (48) BLK
- (49) OSD
- (50) ALFABETA
- (51) R
- (52) G
- (53) B
- (54) HAT
- (55) FOCO
- (56) G
- (57) DEFLEKON HORIZONTAL
- (58) DEFLEKON VERTICAL



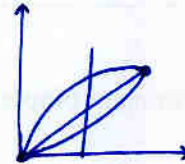


# Guía de la práctica 2: Colorimetría y Señal PAL.

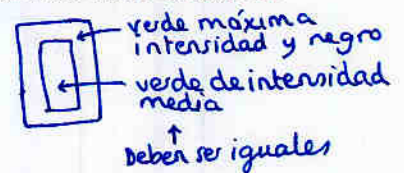
Iniciar el programa Lab TV

## Colorimetría

### 1. Calibración del monitor para el colorímetro.



Accede a *Opciones, calibración del monitor*. (Esta calibración sólo tiene efecto en las dos zonas de comparación del color en el colorímetro).



### 2. Colorímetro

En *opciones, número de usuario*, introducir las tres últimas cifras de DNI. Con ese número se genera un color en el cuadro *color fijo* del colorímetro. Accede a *color, colorímetro*.

Debeis encontrar la combinación RGB que iguala el cuadro *color variable* y *color fijo*. Prueba a realizar el proceso haciendo uso de los cursores RGB y luego haciendo uso de los cursores HSB

más intuitivo

| Apellidos | DNI, (3 ultimas) | R  | G  | B  |
|-----------|------------------|----|----|----|
|           | 215              | 20 | 60 | 25 |
|           |                  |    |    |    |
|           |                  |    |    |    |

Cierra la ventana *colorímetro*. Abrid, *color, descomposición*. La ventana es similar, la única diferencia es que desaparecen los cuadro *color fijo/ color variable* y en su lugar aparecen *color/ luminancia*

Mezclando los colores apropiadamente encuentra las combinaciones para estos valores de señal PAL.

|            | Fase PAL/ tono        | Mod PAL  |                | R   | G   | B   |
|------------|-----------------------|----------|----------------|-----|-----|-----|
|            |                       |          | Valor numérico |     |     |     |
| Rojo →     | 103                   | máximo   | 63             | 100 | 0   | 0   |
|            | 103                   | Máximo/2 | 31             | 100 | 50  | 50  |
| Amarillo → | 167                   | Máximo   | 44             | 100 | 100 | 0   |
|            | 167                   | máximo/2 |                |     |     |     |
| Verde →    | 240                   | Máximo   |                |     |     |     |
|            | 240                   | máximo/2 |                |     |     |     |
| Cian →     | Complementario fila 1 | Máximo   | 63             | 0   | 100 | 100 |
|            | Complementario fila 1 | máximo/2 |                |     |     |     |
| Azul →     | Complementario fila 3 | Máximo   |                |     |     |     |
|            | Complementario fila 3 | máximo/2 |                |     |     |     |
| Magenta →  | Complementario fila 5 | Máximo   |                |     |     |     |
|            | Complementario fila 5 | máximo/2 |                |     |     |     |
| Naranja →  | Fila 1 + 50 de verde  |          |                |     |     |     |

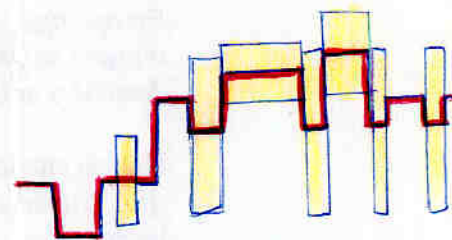
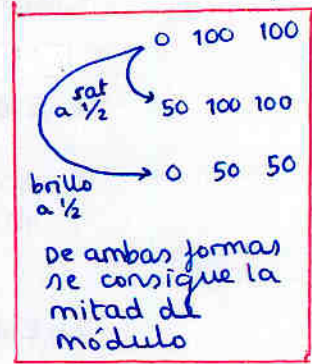
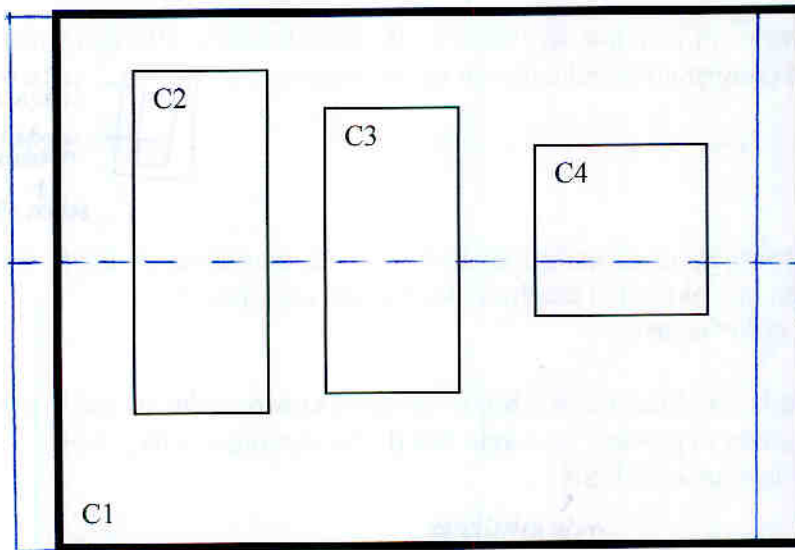
2 grados de libertad. No cambian la fase

se puede conseguir con Sat a la mitad o Brillo a la mitad

notar que distintos tonos tienen distinto módulo máximo

forma sencilla: variar el tono va 'girando' la fase  
 $103 + 180 = 283$   
 $167 + 180 = 347$   
 $240 + 180 = 60$

3. Genera una imagen bmp con el Microsoft Paint que tenga el siguiente



- Rojo C1: (255, 10, 10) para que no sean iguales que en el apartado anterior
- Rojo claro C2: (255, 200, 200)
- Amarillo claro C3: (255, 255, 50)
- Gris C4: (128, 128, 128)

Guardarla con un nombre.

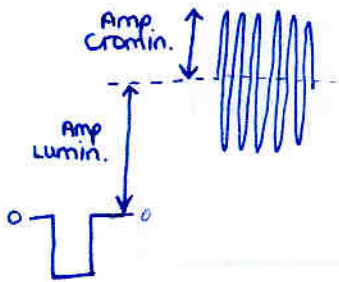
4. En LabTV, accede a *archivo, nuevo*. A continuación, *herramientas, visor esquemático*. Después, *Edición, Cargar Bitmap*, nombre del fichero generado con el Microsoft Paint.

Observa las diferentes líneas pulsando sobre los números del *visor esquemático*. Relaciona las diferentes partes de la línea con el contenido de la imagen

5. Accede a *Herramientas, Monitor de Forma de Onda*.

Aparece sobre el instrumento la línea seleccionada.

Mide con los cursores la amplitud (en %) de la luminancia y de la crominancia de las cuatro zonas de la imagen.



| Color | Amp. Luminancia | Amp. Crominancia |
|-------|-----------------|------------------|
| C1    |                 |                  |
| C2    |                 |                  |
| C3    |                 |                  |
| C4    |                 |                  |

6. Accede a *Herramientas, Vectorscopio*

Sobre una línea (llamémosle n) que contenga los cuatro colores mide la fase de cada color

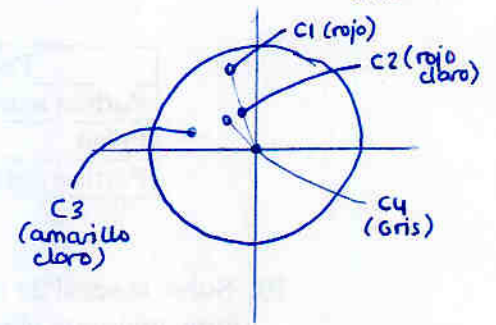
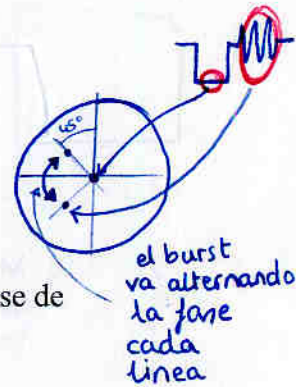
Línea n

| Color | Fase Crominancia |
|-------|------------------|
| C1    | 103              |
| C2    |                  |
| C3    |                  |
| C4    |                  |

Sobre la siguiente línea vuelve a medir

Línea n+1

| Color | Fase Crominancia |
|-------|------------------|
| C1    |                  |
| C2    |                  |
| C3    |                  |
| C4    |                  |



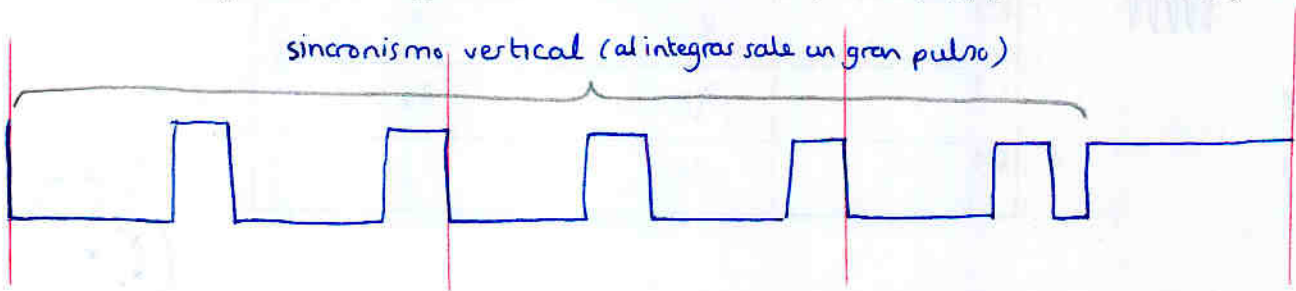
se hace la imagen especular

7. Accede a *Archivo*, *abrir*, *carta.stv* (carta de barras de color)

Mide para cada barra con el monitor de forma de onda y vectorscopio:

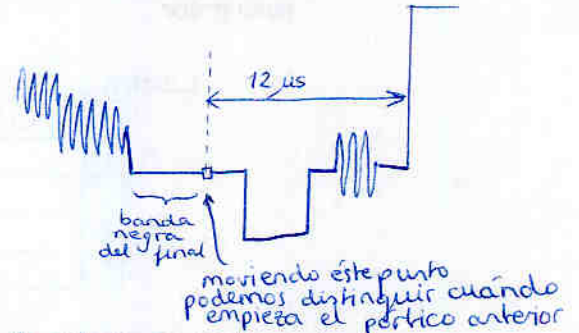
| Barra    | Y      | C    | Fase C |
|----------|--------|------|--------|
| Blanco   | 827    | 0    | -      |
| Amarillo | 612'17 | 15'8 | 167'59 |
| Cyan     |        |      |        |
| Verde    |        |      |        |
| Magenta  |        |      |        |
| Rojo     |        |      |        |
| Azul     |        |      |        |
| Negro    | 300    | 0    | 0      |

8. Dibuja la forma del pulso de sincronismo vertical (líneas 1, 2, y primera mitad de 3)



9. Modifica con el *editor de línea* el contenido de alguna para poder medir adecuadamente el tiempo correspondiente a cada parte del intervalo de borrado horizontal:

| Parte             | Valor |
|-------------------|-------|
| Pórtico anterior  |       |
| Pulso             |       |
| Pórtico posterior |       |



10. Sobre la señal de televisión real de la carta de barras de colores generada por la mira, mide con el osciloscopio los siguientes **tiempos**:

| Parte               | Valor |
|---------------------|-------|
| Semiimagen (campo)  |       |
| Barra blanca        |       |
| Barra amarilla      |       |
| Pórtico anterior H  |       |
| Pulso sinc H        |       |
| Pórtico posterior H |       |



# Tema 4. Sistemas de Grabación

## 1. Introducción

Cinta con partículas magnéticas

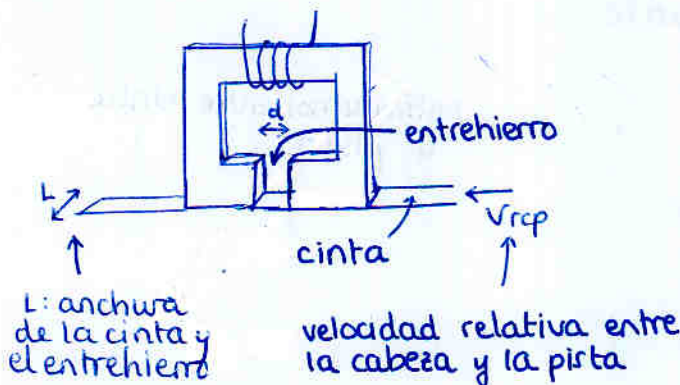
- Al aplicar un campo magnético se orientan (recuerdan)
- A partir de ahora las propias partículas generan un campo magnético (pueden inducir una tensión)



cada zona de la cinta almacena un instante de una señal variable



La cabeza:



con la cabeza podemos 'escribir' generando un campo magnético en el entrehierro por el que pasamos la cinta a cierta velocidad

con la cabeza podemos 'leer' el campo magnético de la cinta ya que 'cierra' el circuito magnético induciendo una corriente

Suponiendo que tenemos un tono, tenemos la ecuación de reproducción:

$$V_s = 2 N L M_0 v_{rcp} \sin\left(\frac{\pi f d}{v_{rcp}}\right) \sin(2\pi f t)$$

La bobina detecta la variación del flujo

⇒ La amplitud depende de muchos parámetros

N: nº espiras

L: anchura de la cabeza

$M_0$ : cte. del circuito magnético

$v_{rcp}$ : vel. relativa entre cabeza y pista

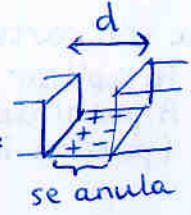
ejemplo: si grabamos una magnetización constante, al mover la cinta no hay variación de flujo y por tanto no se induce tensión

$$f = 0 \rightarrow \sin\left(\frac{\pi f d}{v_{rcp}}\right) = 0$$

$\text{sen}\left(\frac{\pi f d}{V_{\text{rep}}}\right)$  nos indica la respuesta en frecuencia de una reproducción de soporte magnético

El primer máximo:

$$f = \frac{V_{\text{rep}}}{2d}$$

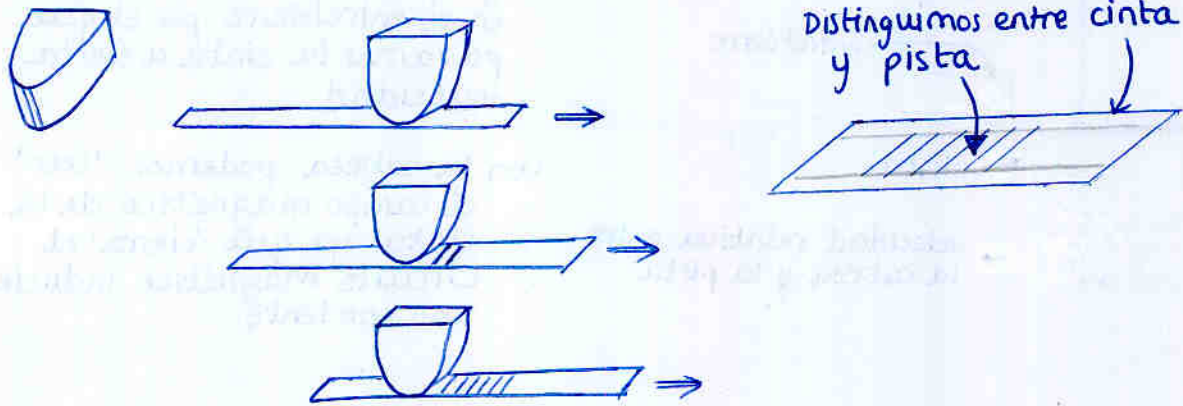


$$f_{\text{max}} = 0.7 \cdot \frac{V_{\text{rep}}}{2d}$$

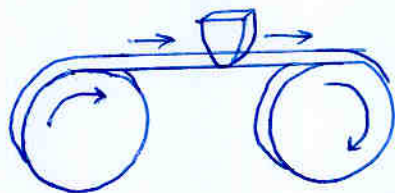
interesa  $V_{\text{rep}} \uparrow$   
 $d \downarrow \rightarrow \text{VHS: } 0.3 \mu\text{m}$

cuando se planteó la grabación de video ya existía la grabación de audio

Grabación longitudinal de audio



se utilizan rollos a ambos lados para no ocupar espacio (cinta flexible)



Para usar esta técnica en video; podemos aumentar  $V_{\text{rep}}$

si audio:  $f_{\text{max}} = 15 \text{ kHz} \rightarrow V_{\text{rep}}$

video  $f_{\text{max}} = 5 \text{ MHz} \rightarrow 333 V_{\text{rep}} \rightarrow$  la cinta se acaba antes  
 1 hora audio  $\rightarrow$  11 segundos video

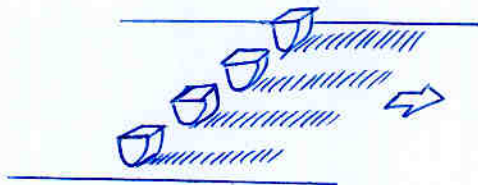
Idea: tener varias pistas en la cinta  $\left\{ \begin{array}{l} \text{cinta ancha} \\ \text{L cabezal pequeño} \end{array} \right.$



multiplico lo que me dura la cinta

Problemas: interrupciones al cambiar de pista.

Idea: que las pistas longitudinales se reproduzcan a la vez  
 uso filtros para grabar en cada pista distintas bandas del espectro de frecuencia máxima menor y por tanto necesaria  $V_{rep}$  menor



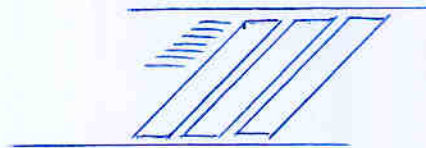
La cinta dura lo mismo y no hay interrupciones

Problema:

- tratamiento de la señal
- no se obtenía calidad muy alta

Idea: Para tener  $V_{rep}$  alta, podríamos mover la cabeza además de la cinta: si la cinta se mueve lenta, nos durará mucho

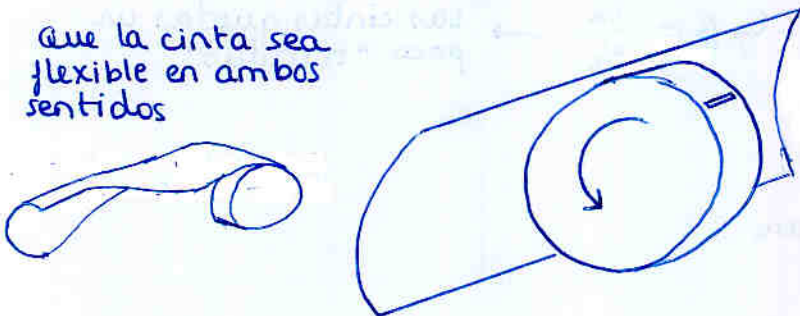
- mover cabeza perpendicularmente:



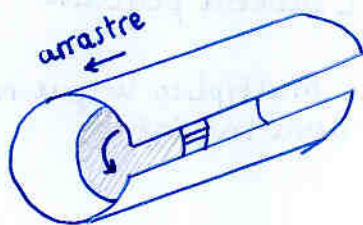
¿cómo eliminamos las interrupciones?

Sistema transversal: dominó el mercado

que la cinta sea flexible en ambos sentidos



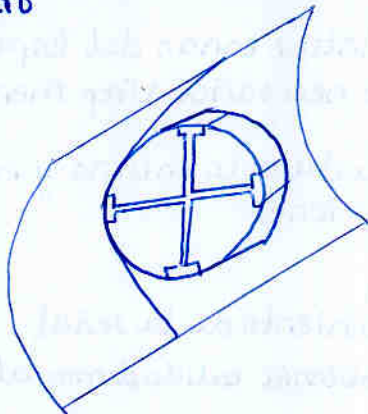
Para evitar interrupciones podemos arrollar completamente la cinta



Esto no es nada facil ya que en los extremos la cinta esta enrollada en la otra direccion



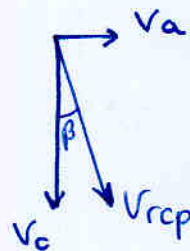
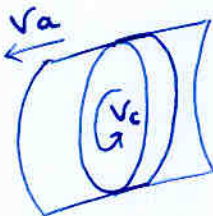
Solucion: tambor con varios cabezales para que al salir uno entre otro



Tenemos entonces dos movimientos

- velocidad de arrastre
- velocidad del cabezal

situando el sistema de referencia en la cinta:

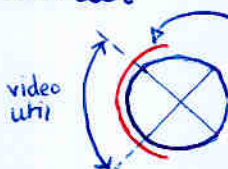
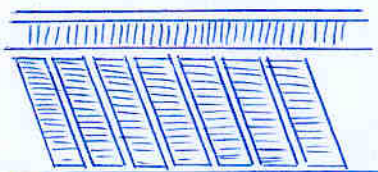


$$V_{rcp} = \sqrt{V_c^2 + V_a^2}$$

$$\text{tg } \beta = \frac{V_a}{V_c} \rightarrow \text{Las pistas quedan un poco "torcidas"}$$



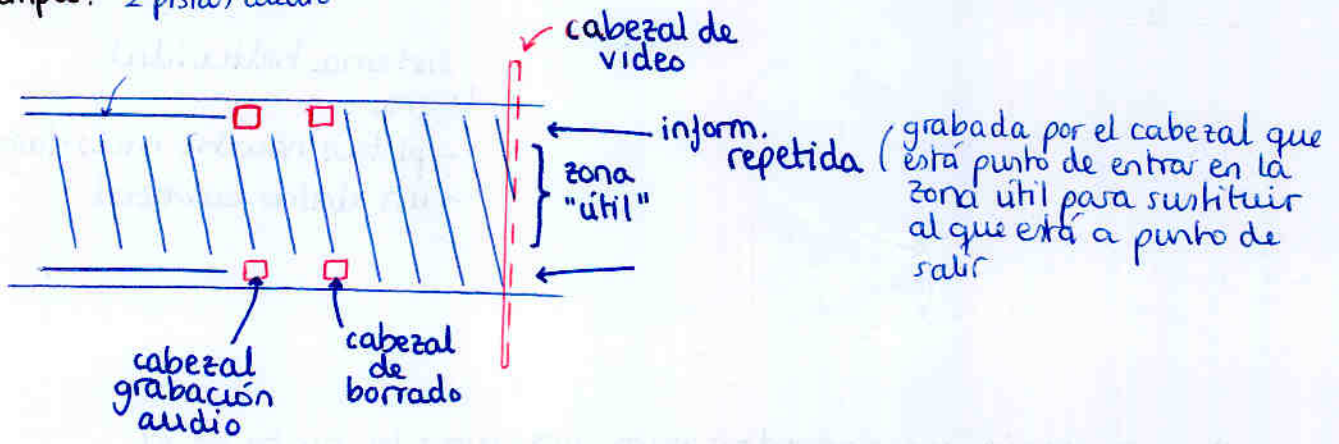
El audio se puede grabar o bien incluyéndolo en la señal de gran ancho de banda o bien como pista longitudinal adicional



aquí se graba (con el cabezal que no toca) video repetido, que luego podemos borrar y grabar el audio longitudinalmente



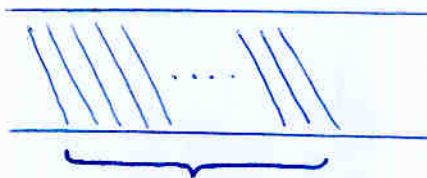
ejemplo: 2 pistas audio



### • Parada de imagen

¿cómo lo logramos? en cine es trivial: parar el motor

En TV hay que ir reproduciendo una misma imagen 25 veces por segundo



ej: sistema Ampex  
250 rev/s, 4 cabezas  
1 imagen = 40 pistas  
1 semiimagen = 20 pistas

tendríamos que reproducir 40 pistas, rebobinar, volver a reproducir mismas 40 pistas, ...

Además si repito toda la imagen (2 semiimágenes) ves la imagen temblando.

Por eso interesa repetir sólo la semiimagen

Idea:

Sistema no segmentado: 1 semiimagen = 1 pista

• así sólo hay que ir girando el tambor parando el arrastre

• ¿hago cinta más ancha? → incómodo

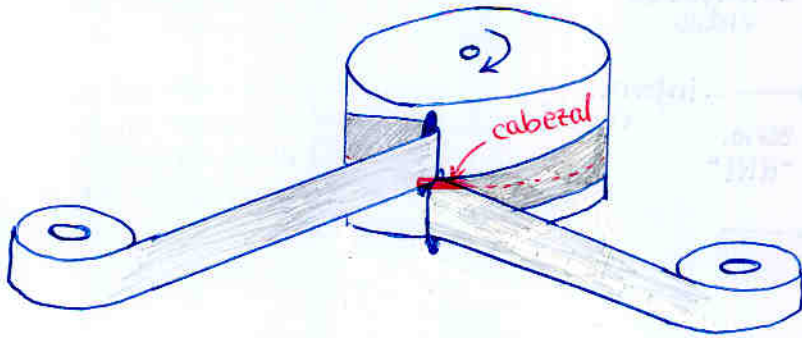
Solución: que las pistas estén en diagonal

Sistema helicoidal

↓  
más largas



# Sistema Helicoidal



Sistema helicoidal logra:

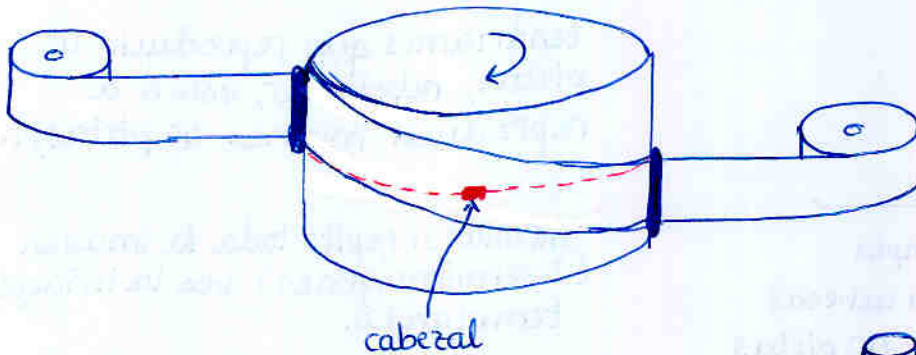
- pistas mucho más largas
- un único cabezal

Pero requería un operador para preparar la cinta en el cabezal (enhebrado de la cinta)

Se puede facilitar el enhebrado con la siguiente idea:

Facilidad de enhebrado a cambio de tener dos cabezales

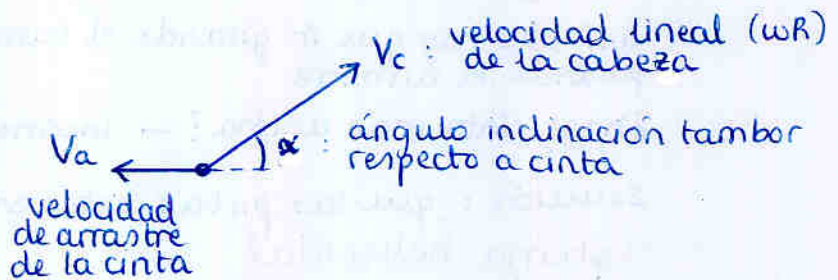
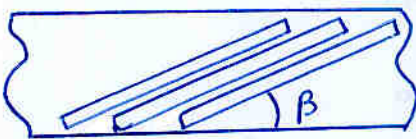
sólo dar la vuelta a medio tambor



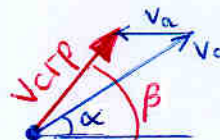
o mejor aún, torcer el tambor



velocidad relativa cabeza pista  $V_{crp}$



sumando ambas:



$$|V_{crp}| = \sqrt{(V_c \cos \alpha - V_a)^2 + (V_c \sin \alpha)^2}$$

$$\beta = \arctg\left(\frac{V_c \sin \alpha}{V_c \cos \alpha - V_a}\right)$$

ejemplo:

Betacam

$$V_c = 5.8502 \text{ m/s}$$

$$V_a = 0.0935 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 5^\circ$$



$$|V_{crp}| = 5.75 \text{ m/s}$$

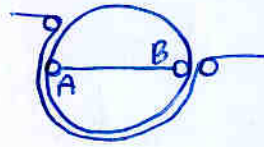
$$\beta = 5.08^\circ$$

# Redundancia

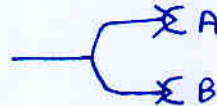
Dado que hay un momento crítico (al salir un cabezal y entrar el otro) conviene introducir redundancia

Se consigue eneblando un poquito más de  $180^\circ$ .

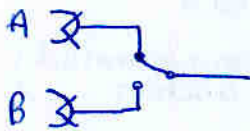
La desventaja es necesitar un ancho de cinta mayor



En escritura interesa escribir con ambas cabezas la misma señal en paralelo

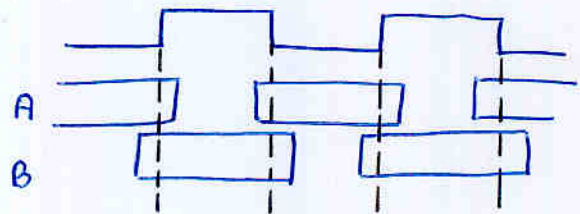


En reproducción no interesa que tomemos señal de la que no funciona (solo serviría para introducir ruido), por ello se recurre a la conmutación



Necesitamos una señal que gobierne los instantes de conmutación.  
Necesitaremos para ello información de la posición del tambor

Al haber utilizado redundancia hay un pequeño solape, y ante cualquier jitter/desplazamiento del instante de conmutación, estaremos protegidos

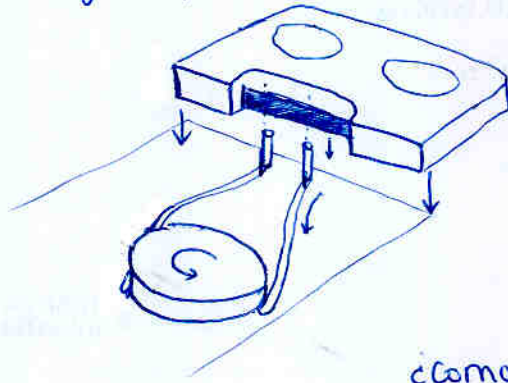


## Grabación del audio



## Enhebrado automático

La cinta entra alta y 'baja' hasta donde están los pivotes



y luego los pivotes se mueven por unos railes hasta sus posiciones en el tambor, enhebrando así la cinta.

¿cómo se pasa la señal desde cabeza (movil) al reproductor (fijo)?

se usa transformador; no requiere contacto físico

más de 2 cabezas:

la reproducción y grabación normal son siempre 2 cabezas

- cabezas adicionales para modo LP (long play) (cabezas la mitad de anchas)
- cabezas adicionales para la parada de imagen

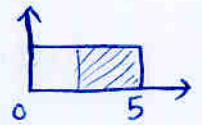
# Tratamiento de señal

Como vimos, la respuesta en frecuencia del sistema de grabación/reproducción era:



Por tanto no podemos grabar directamente imagen de TV (que va de 0 MHz a 5)

Por tanto hay que modular  
ejemplo VHS



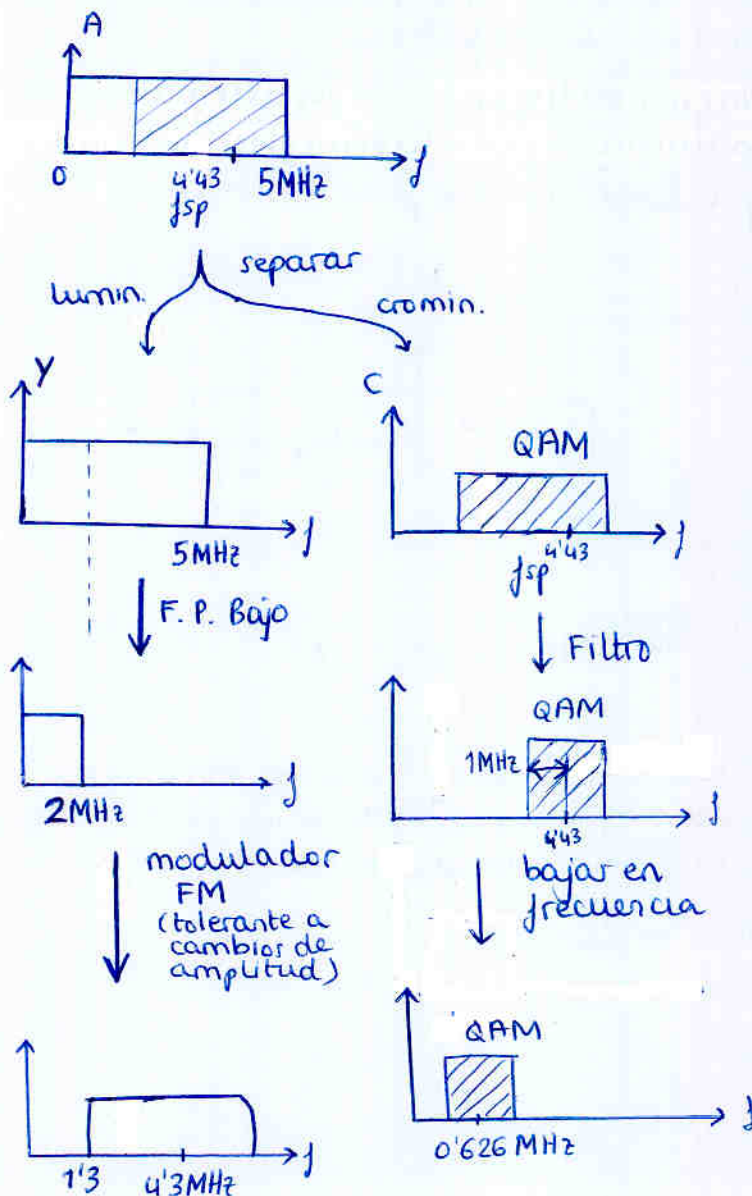
En ámbito doméstico se intenta optimizar al máximo el precio:

- velocidad del tambor y cinta no muy grandes
- en VHS no se graban los 5 MHz de la luminancia ni el 1 MHz de la crominancia

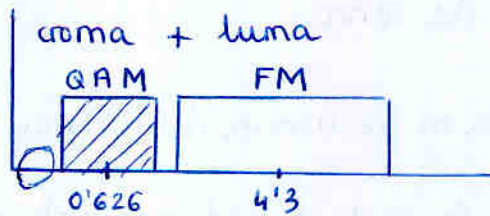
↳ Queremos reducir la calidad pero que se note lo menos posible

se hace grabación separada de la luminancia y crominancia sobre la misma pista.

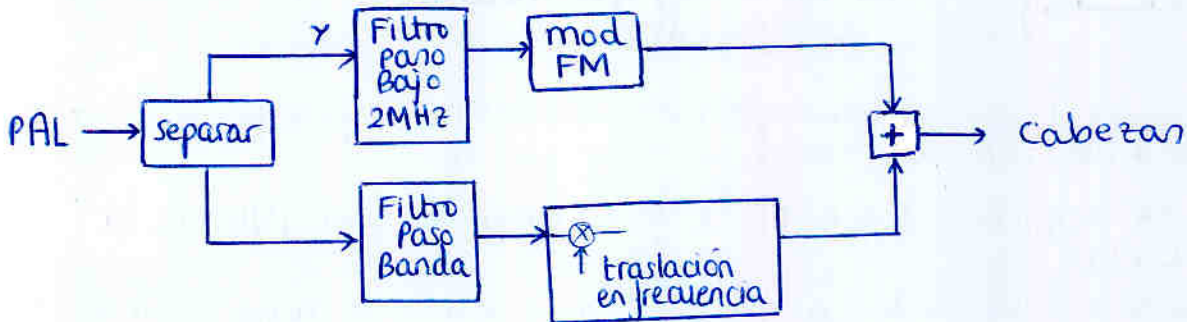
Todo el proceso que hagamos para grabar habrá que deshacerlo para reproducir



Ambas se suman



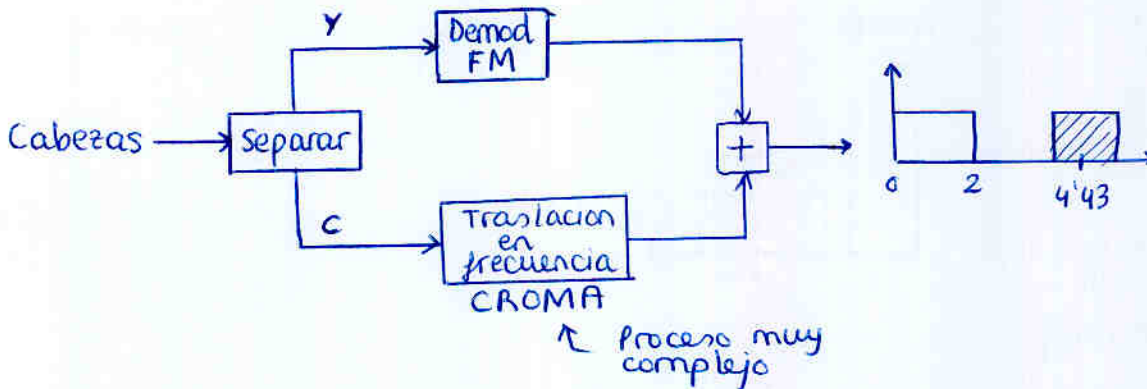
### Esquema grabación



### Esquema reproducción:

En reproducción hay que volver al formato PAL (aunque no es posible deshacer la pérdida de información de los filtros)

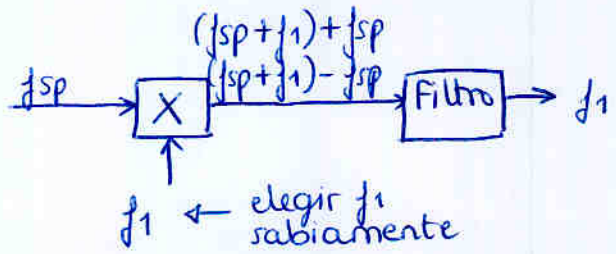
Hay un problema con la frecuencia en reproducción sobre todo la subportadora de color 4'43 MHz, que debe ser esa frecuencia con mucha precisión y muy poca tolerancia



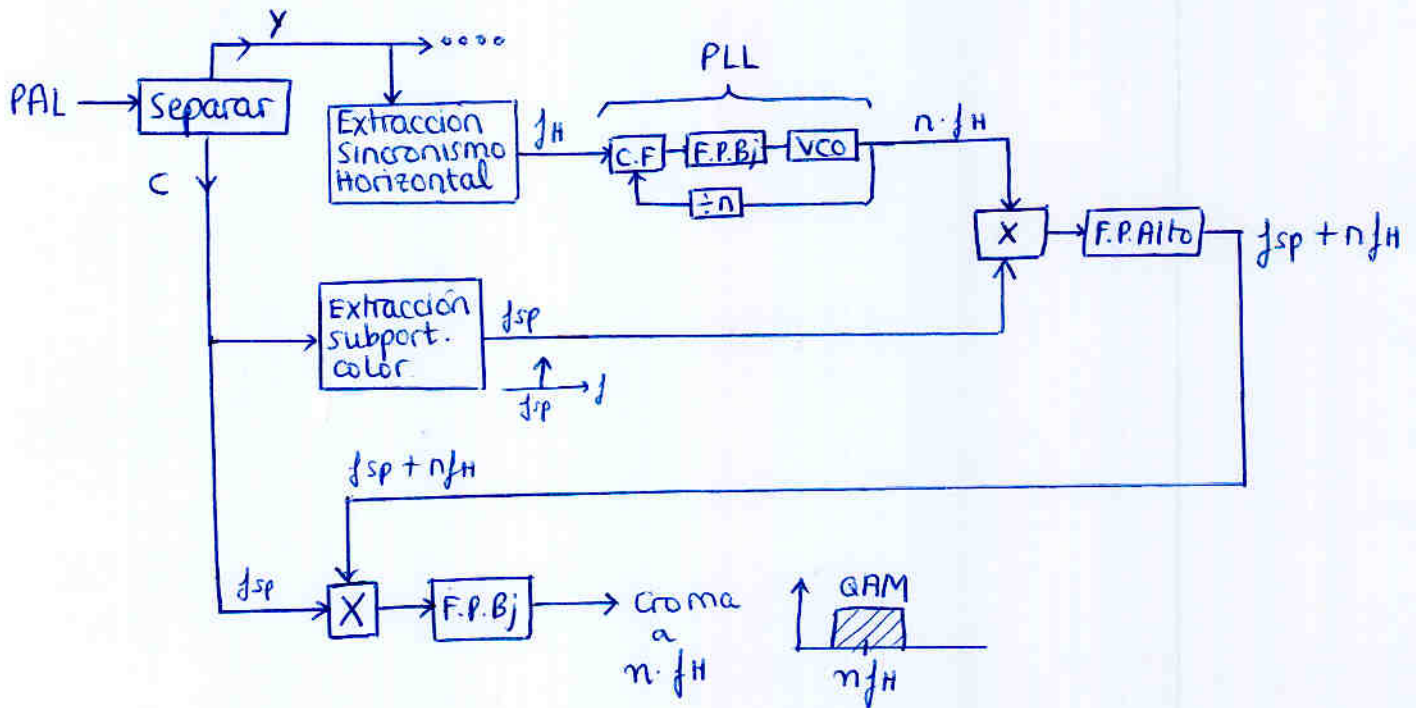
si el motor va más deprisa o más despacio, cambia la frecuencia, y eso en la subportadora de color es un problema muy serio, ya que deja de verse el color (QAM a la frecuencia incorrecta)

por ello el bloque de la croma es complejo

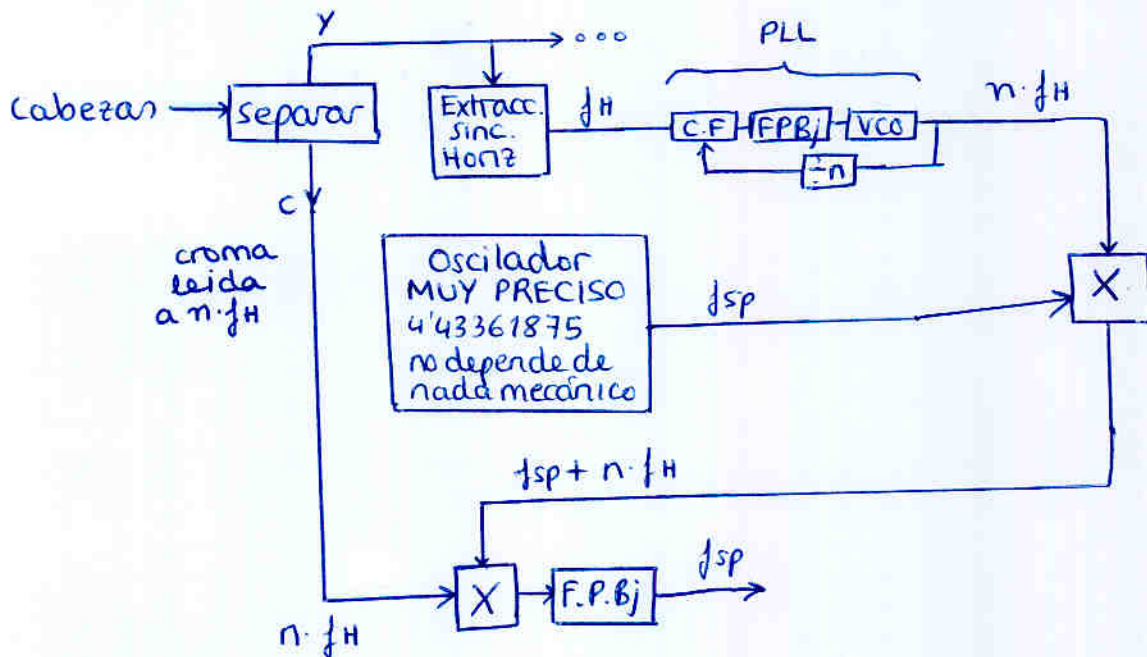
Lo que se hace con la croma es:



En grabación

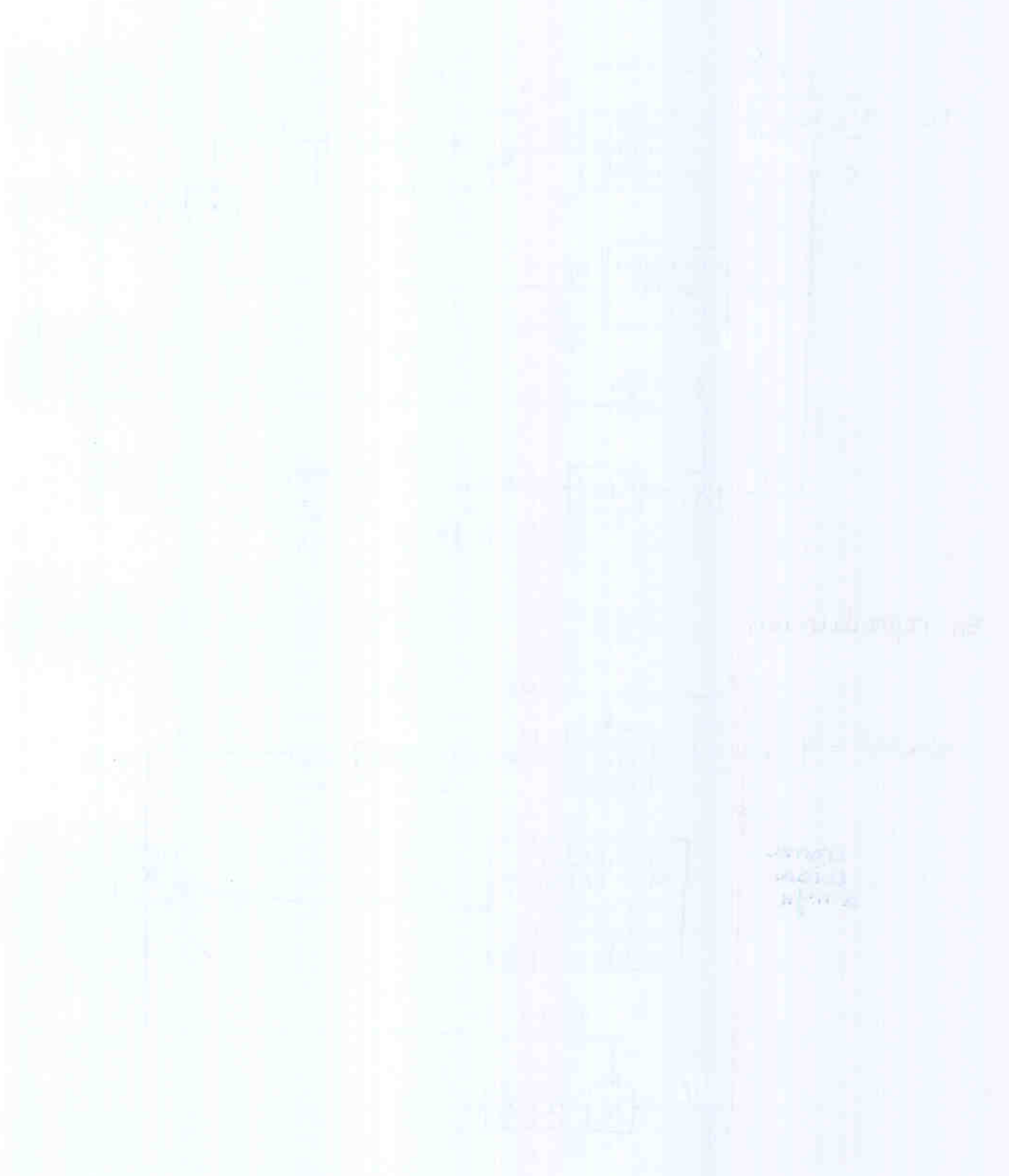


En reproducción



De esta forma, aunque el sistema mecánico introduzca un error ( $f_H + e$ ) la croma siempre acaba con precisión en  $f_{sp}$

Handwritten text on the right side of the page.



Handwritten text on the right side of the page.

Handwritten text on the right side of the page.

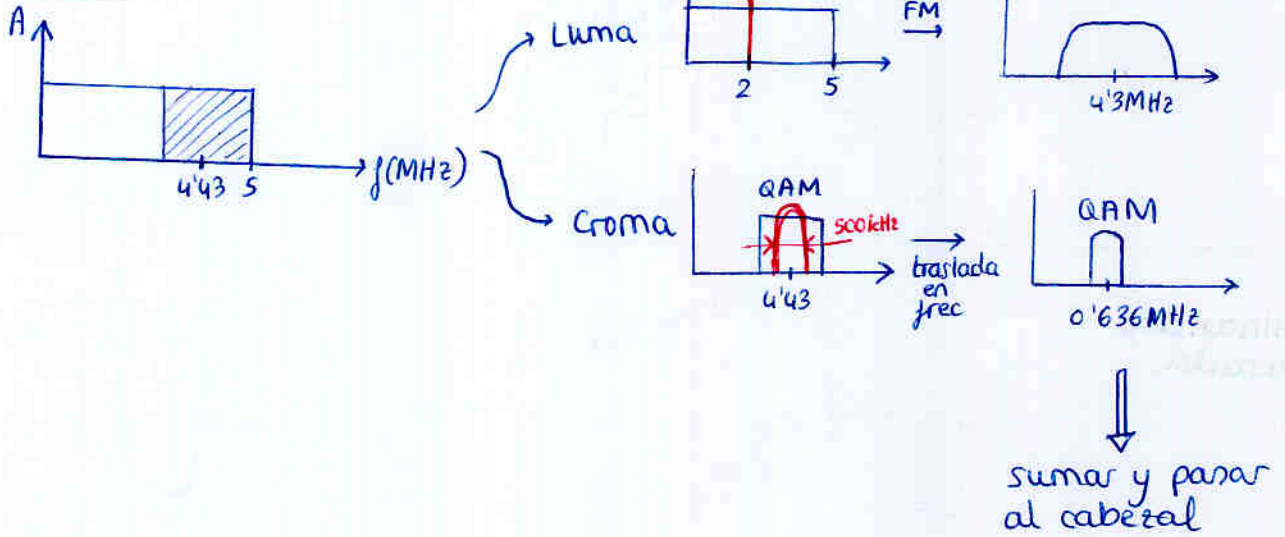
Handwritten text on the right side of the page.

Handwritten text at the bottom of the page.

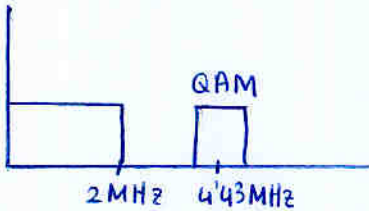


Práctica  
El magnetoscopio

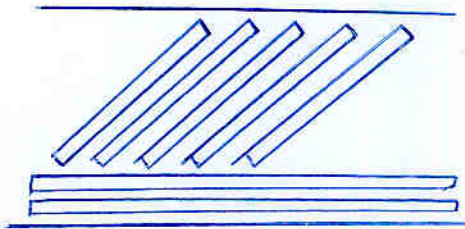
Grabación:



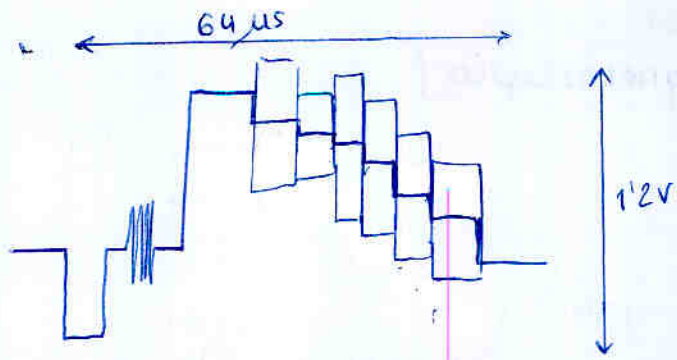
si tratamos de recuperar la señal compuesta nos queda



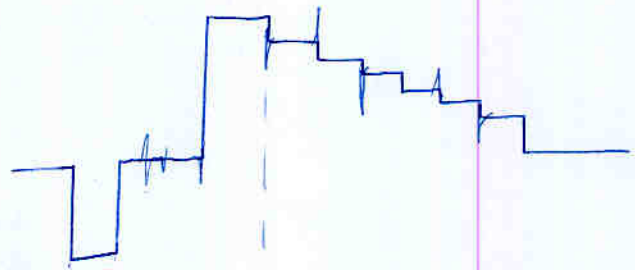
cinta:



Entrada video



Luminancia separada



Luminancia filtrada antes de FM



Luminancia en FM



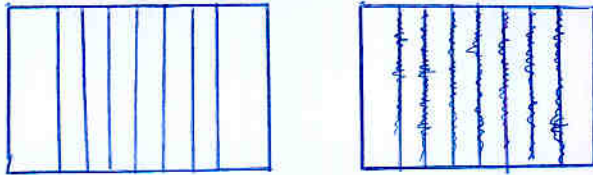
Crominancia separada y desplazada en frecuencia



↑ oscilación mucho mas lenta que en la entrada de video original (i.e. QAM bajada en frecuencia)

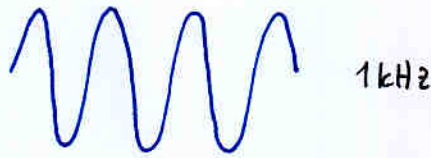
# Reproducción

se ven peor los bordes (la señal reproducida ha perdido la info de altas frecuencias)

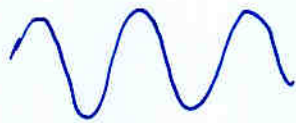


## Sonido

De la antena:



de la cinta de ejemplo grabada

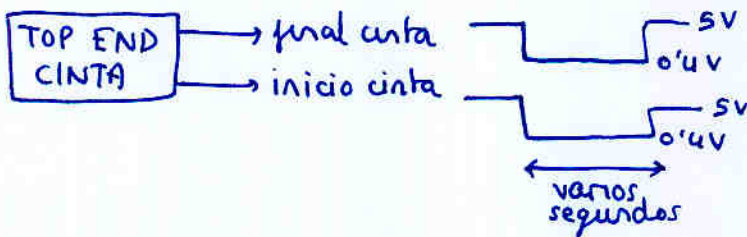


al PAUSAR la reproducción:

- la cinta deja de girar → el cabezal de audio no lee nada
- el tambor sigue girando → el cabezal de video lee continuamente la misma línea

## Detección de principio y final de cinta

Al principio y al final la cinta se hace transparente, un detector lo detecta y hace un pulso



Topic: \_\_\_\_\_



Graph 1

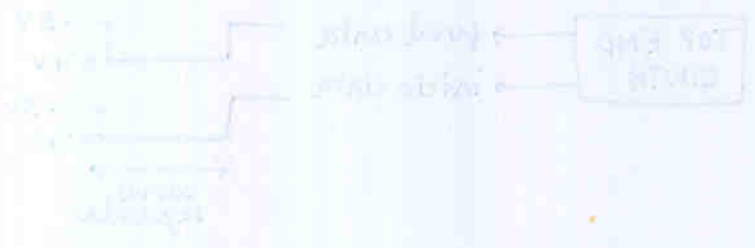


Graph 2

1. The amplitude of a wave is the maximum displacement of the particles of the medium from their mean position. It is denoted by 'A'.  
 2. The period of a wave is the time taken for one complete oscillation. It is denoted by 'T'.  
 3. The frequency of a wave is the number of oscillations per unit time. It is denoted by 'f'.  
 4. The wavelength of a wave is the distance between two consecutive particles in phase. It is denoted by 'λ'.  
 5. The speed of a wave is the distance travelled by the wave per unit time. It is denoted by 'v'.  
 6. The relationship between speed, frequency and wavelength is given by:  $v = f \lambda$

### Diagram illustrating the propagation of a wave

At any instant, the particles of the medium oscillate about their mean position. The disturbance travels through the medium with a constant speed.



# Tema 5: TV digital

## 1. Introducción

• Digitalización de imágenes

2 formas: → Digitalizar la señal de video compuesto

(-) Degradaciones de la señal (por ej por intercalar Y y C) siguen estando (cross color y cross lumin.)

(-) mantiene la incompatibilidad entre sistemas  
(+) sólo única señal

→ Digitalizar las componentes Y, R-Y, B-Y

(-) Hay que digitalizar 3 señales

(+) Eliminamos las degradaciones inherentes al sist. analógico

(+) compatibilidad

La primera norma que aparece

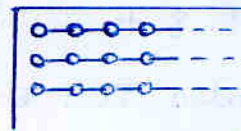
### NORMA UIT-601

- Digitalización en componentes

-  $f_s \geq 2 \cdot f_{max}$  →  $f_{max}$ ? [PAL 5 MHz, SECAM 6 MHz ← se toma el máximo]

$$f_s \geq 12 \text{ MHz}$$

- muestreo ortogonal: mismo número de muestras y en mismas posiciones para cada línea



muestreo ortogonal implica

$$\Rightarrow f_s = n \cdot f_H$$

25 Hz 625 líneas,  $f_H = 15\,625 \text{ Hz}$

30 Hz 525 líneas,  $f_H = 15\,734\,266 \text{ Hz}$

mínimo común múltiplo  
2'25 MHz

$f_s \geq 12 \text{ MHz}$   
múltiplo de  
2'25 MHz

Para garantizar el límite de Nyquist y el muestreo ortogonal (compatible) se tomó:

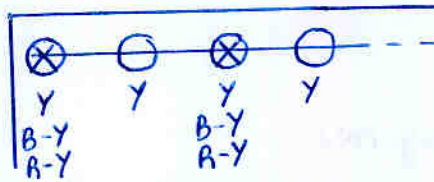
$$f_s = 13'5 \text{ MHz}$$

cálculos: para  $f_s = 13'5 \text{ MHz}$

|                   |     |     |   |
|-------------------|-----|-----|---|
| nº líneas         | 625 | 525 |   |
| nº muestras/línea | 864 | 858 | → igualamos el nº de muestras activas 720 |

• Opciones de muestreo en UIT-601

• 4:2:2  
 $\uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow$   
 Y B-Y R-Y  
 $\frac{fs}{2} \quad \frac{fs}{2} \quad \frac{fs}{2}$



Es lógico en analógico y tenía mayor AB que C debido a que el sistema visual humano tiene menor resolución en color

• 2:1:1  
 $\frac{fs}{2} \quad \frac{fs}{4} \quad \frac{fs}{4}$

• Procesos de baja calidad y/o almacenamiento limitado

Para conversión



• 8:4:4

Sistemas de alta definición

• 4:4:4

Procesos donde el color es importante (croma-key)

usamos 8 bits/muestra

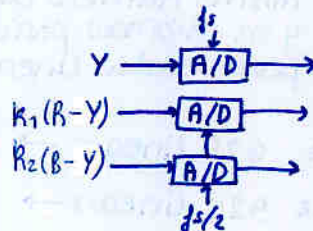
típico fondo azul o verde

• Tasa binaria resultante (UIT-601 a 8 bits/muestra)

$$V_B = 13.5 \cdot 10^6 \cdot 8 + 2 \cdot \frac{13.5}{2} \cdot 10^6 \cdot 8 \cong 216 \text{ Mbps}$$

Ranuras canales TV: 6-8 MHz

Es necesario comprimir la señal

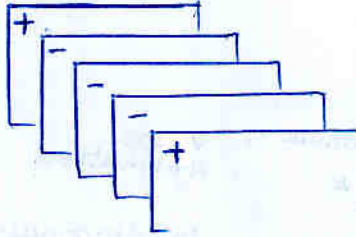


• Compresión de la señal

- Eliminar redundancia espacial (intra) → JPEG
- Eliminar redundancia temporal (inter) → MPEG

## 2. Codificación MPEG-2

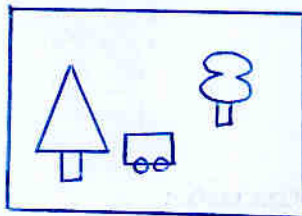
- Aportación principal: eliminación redundancia temporal
- Basado en codificación diferencial



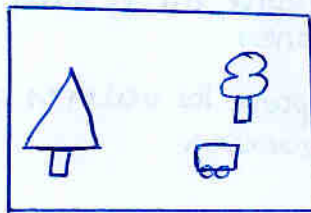
Problema :

- Propagación de errores (insertar imagen intra cada cierto tiempo)
- Relación nº imágenes intra/inter
  - mayor o menor compresión
  - depende del tipo de escena (movim.)
  - acceso aleatorio al video

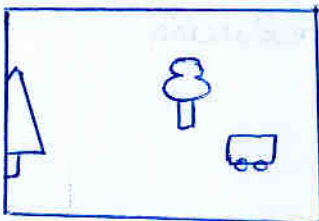
Hay 2 tipos de movimiento que podemos querer 'comprimir'



X

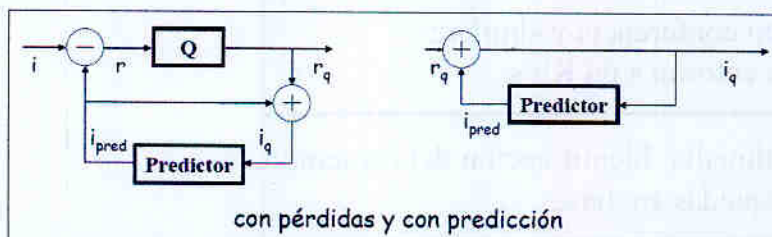
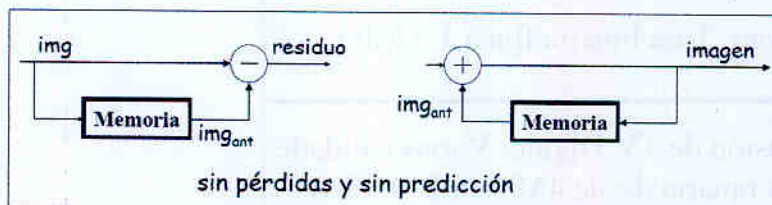


$Y \approx X + \text{movimiento escena}$

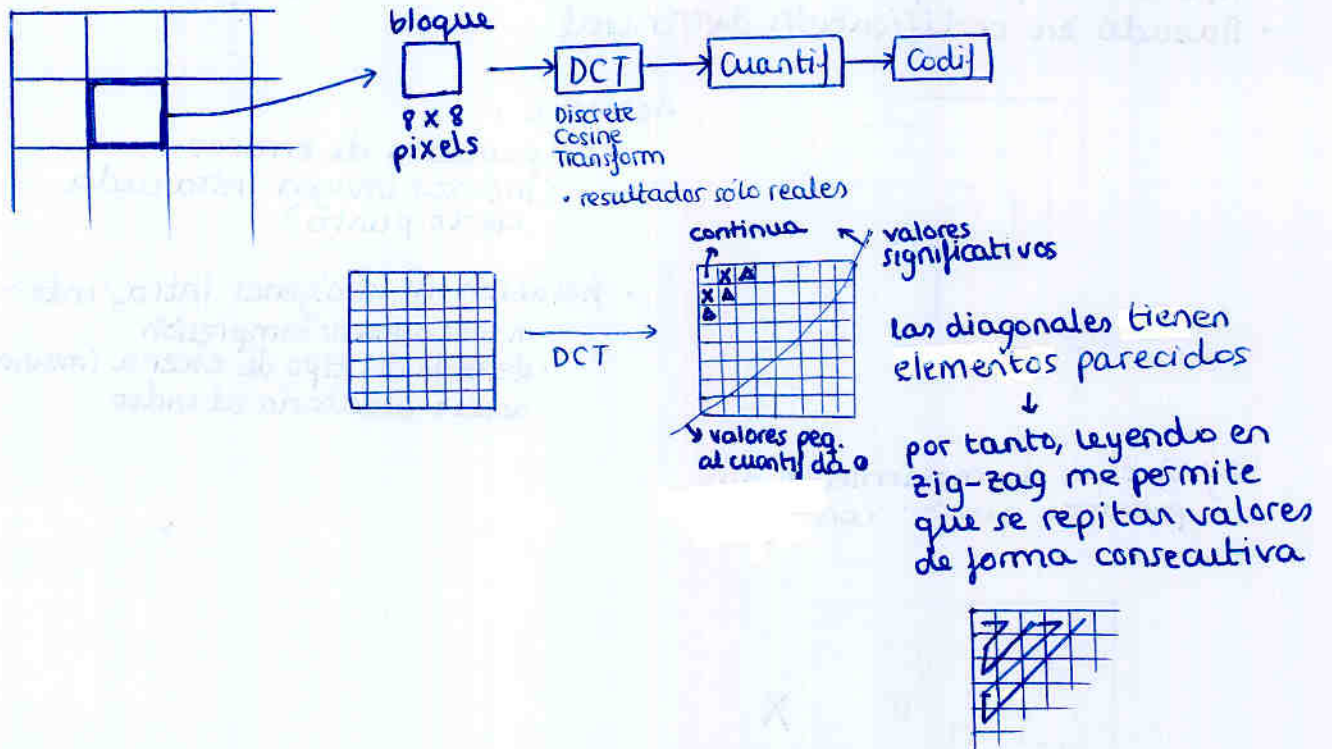


$Z = Y + \begin{cases} \text{movimiento escena} \\ \text{panning cámara } (\leftrightarrow) \end{cases}$

En el primer caso bastaría con usar codificación diferencial



# Repaso de JPEG



Hacemos codificación:

→ RLC: si un valor se repite, da el valor y el nº de repeticiones

→ Huffman: pocos bits para los valores que más aparecen

ventajas: DCT real, rápida, comprime

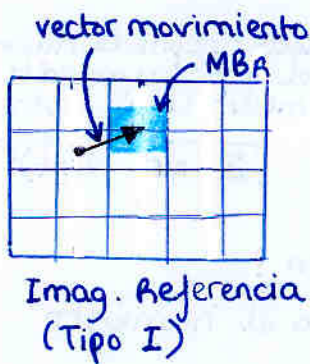
Desventajas: ruido granular, efecto bloque, resolución

## Compresores MPEG

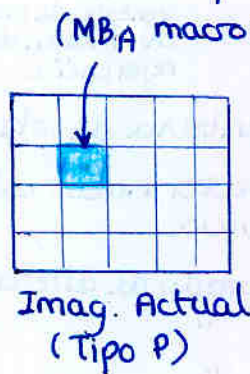
| compresor | objetivo  |
|-----------|---|
| MPEG-1    | cd-rom. Tasa binaria fija a 1.5 Mb/s  |
| MPEG-2    | Difusión de TV Digital. Varias calidades<br>Tasa binaria desde 4Mb/s a 100 Mb/s |
| MPEG-4    | Video conferencia y similares.<br>Tasa entorno a 64 Kb/s                        |
| MPEG-7    | Multimedia. Identificación del contenido.<br>Búsquedas en bases                 |



## Predicción con compensación de movimiento



experimentalmente se tiene que deben ser de al menos 12x12 pixeles.  
No confundir con bloque de codif. intra



Voy restando con el bloque de referencia  $MB_R$ , pero el  $MB_R$  lo voy moviendo para 'minimizar' la diferencia

Se codifica  $|MB_A - MB_R| = r$  (residuo)



Al decodificador hay que proporcionarle:

- Imagen I
  - $r_q$
  - Vectores de movimiento
- de ambos se hace codificación intra

¿cómo implementamos esto?

Buscar contenidos de la imagen actual y la de referencia puede hacerse muy complejo; debe ser un algoritmo sencillo

1. Dividir la imagen en macrobloques (no buscar objetos con sus formas)

bloque: matriz de 8x8 para comprimir JPEG

macrobloque: ¿qué tamaño escogemos?

- cuadro pequeño: podremos ajustar bien el contenido de la imagen  
PERO obliga a transmitir más vectores de movimiento

- cuadro grande: podría no moverse todo el contenido a la vez

- compromiso MPEG: 16x16

matriz 16x16 sobre la que se realiza la estimación de movimiento.

Un macrobloque tiene 4 bloques

2. Para cada macrobloque buscamos contenido similar en la referencia (si no encontramos nada similar lo tx íntegramente)

Para buscar el contenido similar necesitamos un criterio de similitud (256 pixels)

módulo de la resta de matrices

$$\text{grado de diferencia} = \sum_{256} |M_{Ba} - \text{Ventana}_p|$$

↑  
ventana de observ.  
en imagen de  
referencia

nota: se puede hacer el error cuadrático medio (más costoso)

$$\sqrt{\sum (M_{Ba} - \text{vent})^2}$$

- Movimiento de la "ventana de observación"
  - $d(0,0)$  inicialm. un vector nulo, calculando el "numero" grado de diferencia
  - $d(0,-1)$  → calcular grado de diferencia
  - $d(-1,1)$  → calcular "
  - $d(+1,1)$  → calcular "

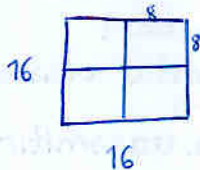
pixel a pixel ↗ : el codificador permite un desplazamiento máximo

- Al final nos quedamos con la ventana que da el menor grado de diferencia, y esa posición será nuestro vector de movimiento
- Una vez encontrada la posición que tiene la mínima diferencia, se resta:

$$M_{Ba} - V_{\text{posición dif. mínima}} = \text{diferencia (16 x 16 pixels)}$$

↳ se codifica con JPEG (la diferencia!)

- Si la diferencia mínima es demasiado grande, se transmite íntegramente JPEG directamente sobre el macrobloque 16x16 (no sobre la diferencia)



Nota: la crominancia se diezma por 2, por tanto

- 4 Bloques 8x8 para la luma Y
- 1 Bloque 8x8 para la cromia roja
- 1 Bloque 8x8 para la cromia azul

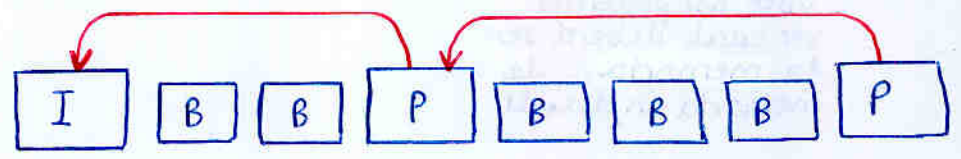
# Imágenes I, P, B

Problema codificación diferencial: los errores se acumulan  
Para reducir esto se suele reinicializar cada cierto tiempo

Imagen tipo I : se codifica íntegramente (no diferencialmente)  
(keyframe)

Además en las imágenes intermedias se acumularán errores (pérdida de información permitida en MPEG se acumula). Para mejorar esto se les ocurrió:

Imagen P : diferencial respecto a pasada (predictive)

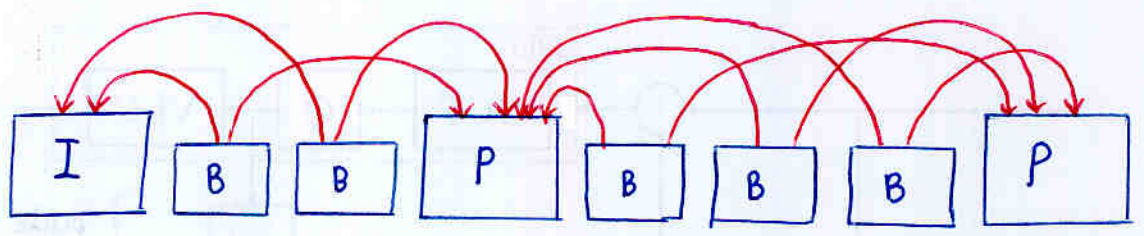


nota: algunos macrobloques de P pueden codificarse íntegramente si conviene

- De las de enmedio no depende nadie.
- se reducen las generaciones acumulativas de error
- se pueden codificar con muchas pérdidas ya que no se van a acumular

Imagen B : diferencial bidireccional

se codifica diferencialmente con respecto a la I o P anterior o posterior (o ambas)



Tipo I : todos los macrobloques íntegramente (tipo I)  
tipo P } si en la imagen de referencia no existe macrobloque  
tipo B } parecido, se puede elegir transmitir íntegramente

- tipo B : posibilidades para cada macrobloque
- íntegramente
  - diferencialmente respecto a I o P anterior
  - diferencialmente respecto a I o P posterior
  - diferencialmente respecto al promedio entre I o P anterior e I o P posterior (sólo en MPEG-2)

} el que tenga diferencia menor

¡cada una con un vector de movimiento distinto

i.e. el promedio entre un MB de la anterior en la posición que sea y un MB de la posterior en la posición que sea

Si se dispone de tiempo en la codificación, se puede hacer que los tipo I coincidan con cambiar de imagen

En cambio si hay que difundir video en directo no nos lo podemos permitir, y hay que decidir la secuencia de I's, P's y B's a priori

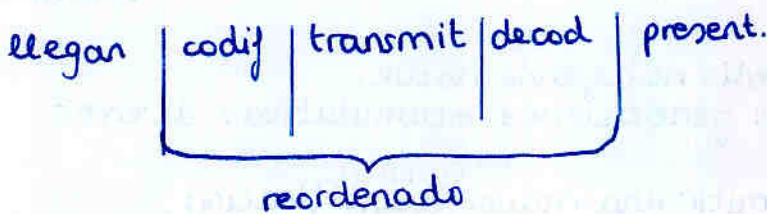
• Reordenamiento

|          |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| original | I | B | B | P | B | B | B | P |
|          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reordenada en el codificador y decodificador | I | P | B | B | P | B | B | B |
|  | 1 | 4 | 2 | 3 | 8 | 5 | 6 | 7 |

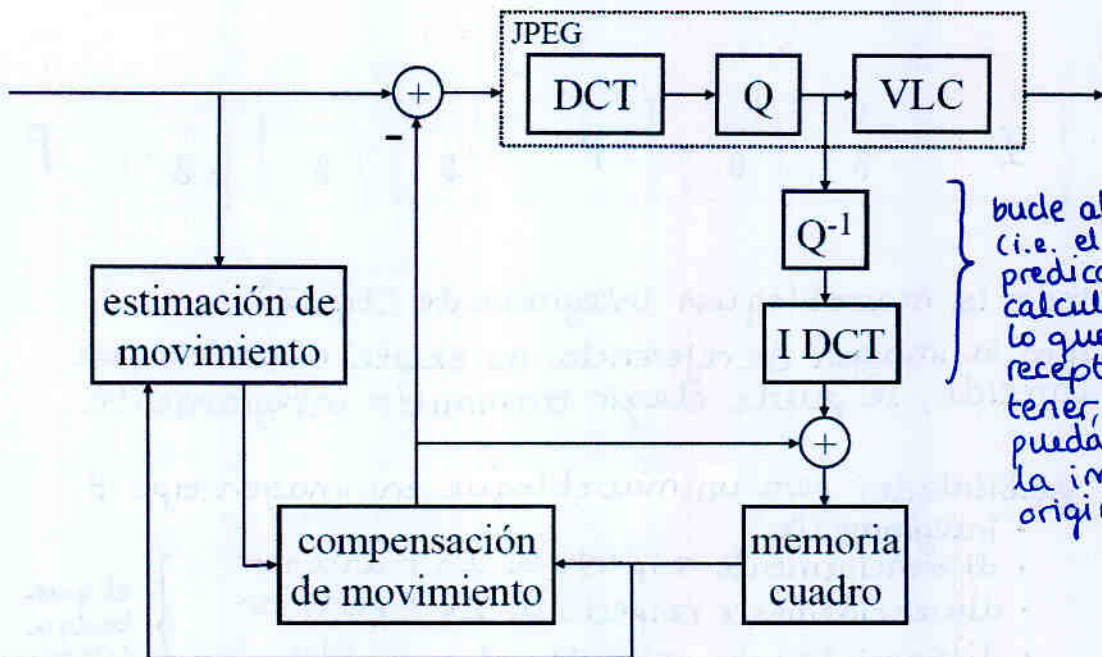
orden de procesado para que cada imagen dependa de las anteriores

visto así podemos ver cual deberá ser la capacidad de memoria en decodif



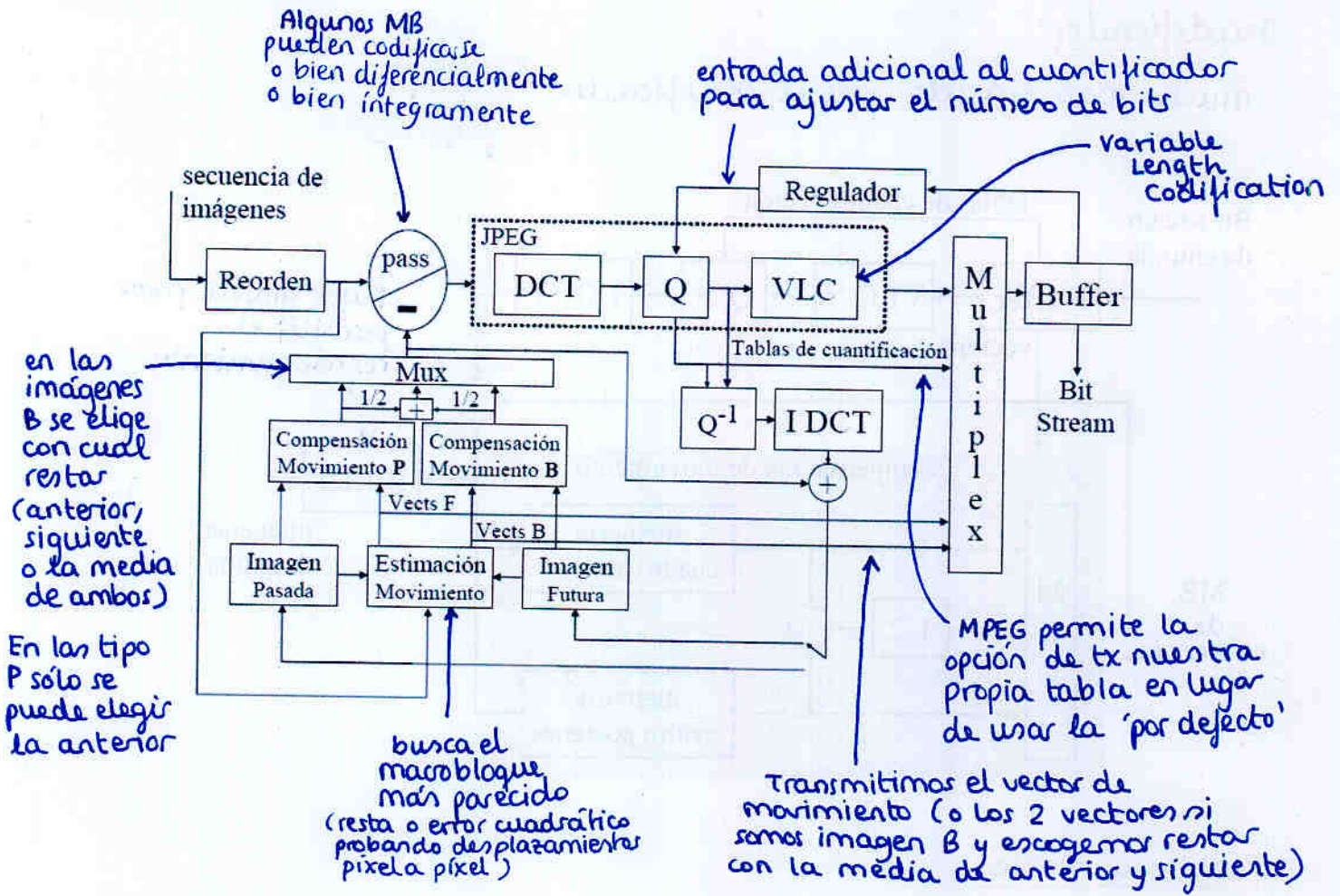
• Diagrama de bloques

CODIFICADOR



bucle abierto (i.e. el error de predicción se calcula usando lo que el receptor podrá tener, para que pueda replicar la imagen original)

en más detalle:



A priori no sabemos si la secuencia tendrá mucha o poca redundancia y tenemos un régimen binario al que ajustarse.  
¿Mecanismos de adaptación?

cuantificar con más o menos bits dinámicamente

redundancia



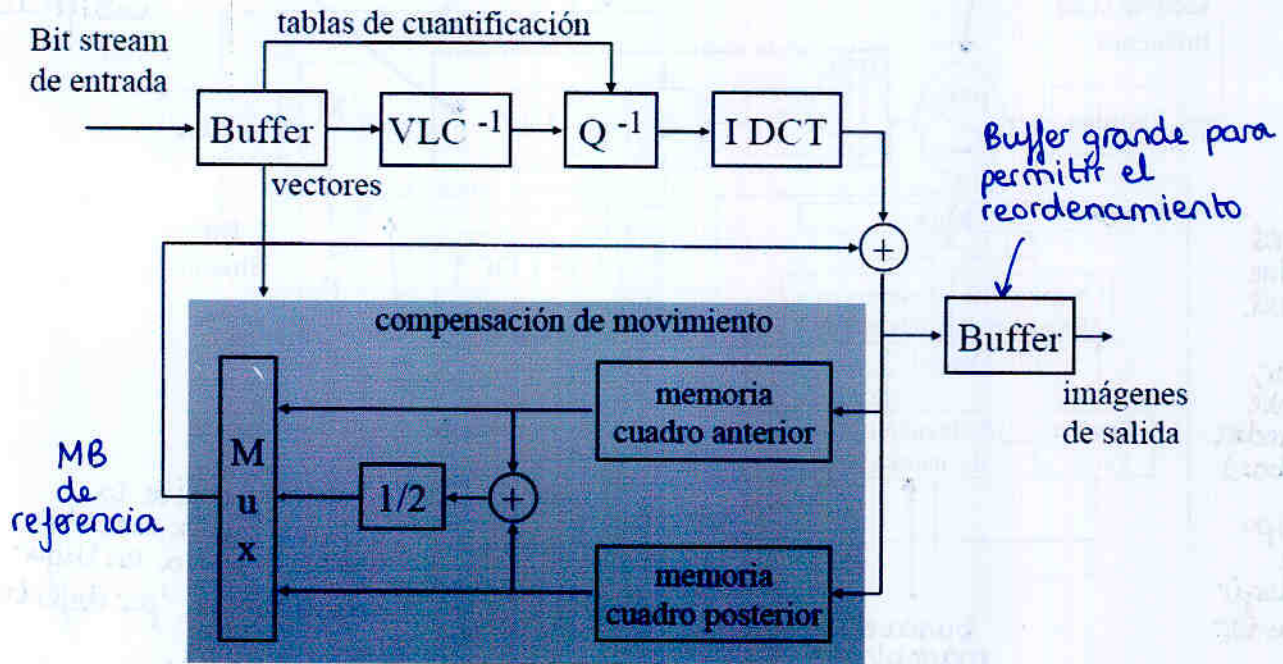
→ se resuelve con el buffer



→ el buffer se desborda y hay que bajar el nº de bits  
Afortunadamente en escenas de alto movimiento esto no se nota mucho

# Decodificador

mucho más sencillo que el codificador



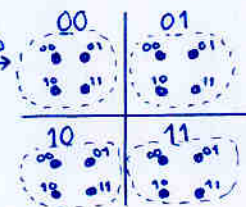
## Perfiles y niveles

se pensó que MPEG tendría varias aplicaciones, por tanto se hicieron varios estándares

|              |                      |                |           |                  |                       |          |                  |
|--------------|----------------------|----------------|-----------|------------------|-----------------------|----------|------------------|
| Resolución ↑ | Alto<br>1920.1152    |                | 80 Mb/s   |                  |                       | 100 Mb/s |                  |
|              | Alto<br>1440.1152    |                | 60 Mb/s   |                  | 60 Mb/s               | 80 Mb/s  |                  |
|              | Principal<br>720.576 | 15 Mb/s<br>I,P | 15 Mb/s   | 15 Mb/s          |                       | 20 Mb/s  | 50 Mb/s<br>4:2:2 |
|              | Bajo<br>360.288      |                | 4 Mb/s    | 4 Mb/s           |                       |          |                  |
|              | NIVEL<br>PERFIL      | Simple         | Principal | escalable<br>SNR | escalable<br>espacial | Alto     |                  |

soño imágenes I, P

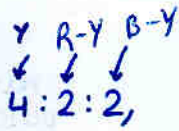
permite tener bits más seguros que otros, y que con sólo los bits seguros puedas reproducir el video (ej: a 1/2 de resolución)



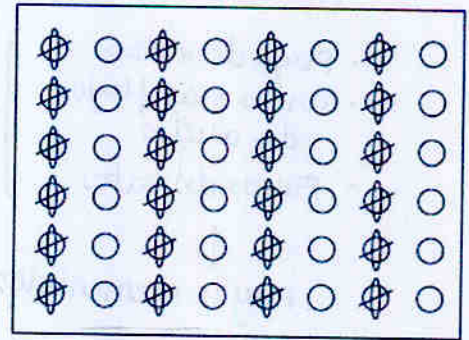
Producción

# Muestreo

Inicialmente se usaba  $4:2:2$ , ya que se muestreaba directamente de PAL, entonces el color muestreaba todas las filas aunque cada doble de tiempo.



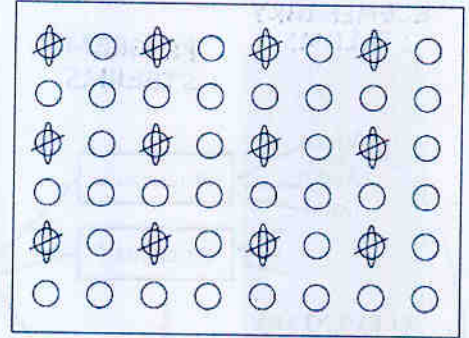
$4:2:2$



Hoy día está más ligado a digital, y tiene sentido que si muestreamos la mitad en columnas, hagamos lo mismo en filas

¿qué nombre se le dio?  $4:2:0$

$4:2:0$

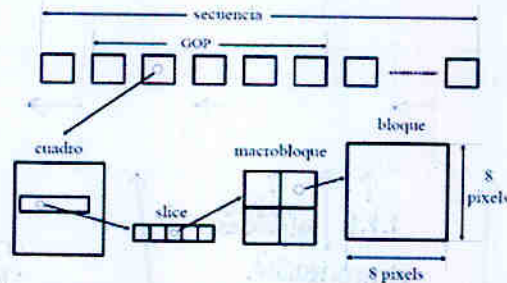


Este es el esquema en TDT

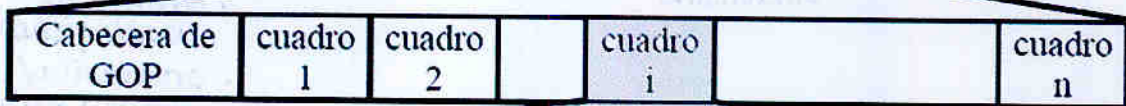
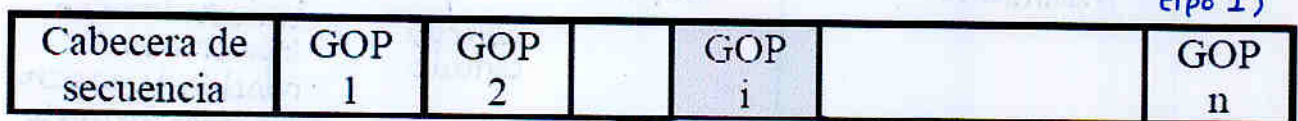
## 4.3 Empaquetado de MPEG-2

### Jerarquía

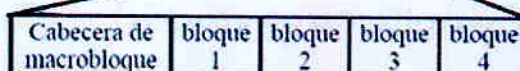
El cuadro no se divide directamente en macrobloques, sino que se introduce el nivel intermedio de 'slices' para que si perdemos la sincronización podamos resincronizarnos sin tener que esperar al cuadro siguiente



Group of Pictures (empieza con tipo I)



incluye información de sincronismo

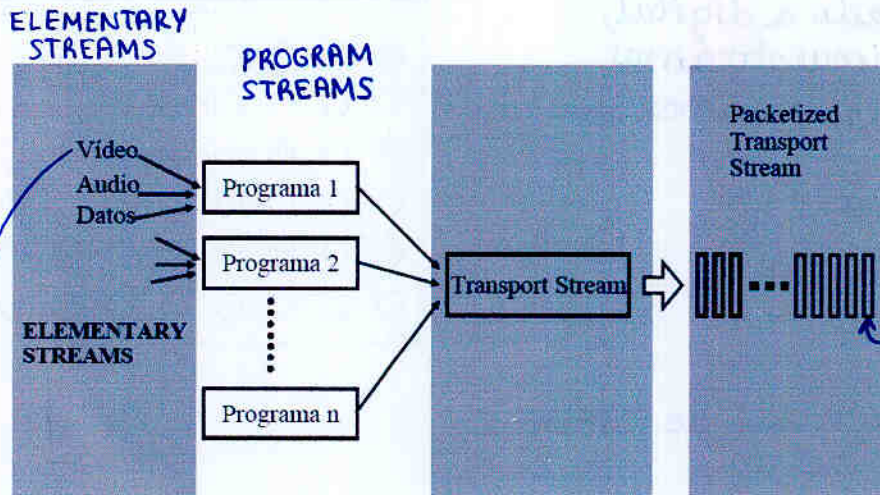


si es en color habrán 4 bloques Y  
2 bloques B-Y (o 1 si 4:2:0)  
2 bloques R-Y (" ) V-6

## Multiplex MPEG

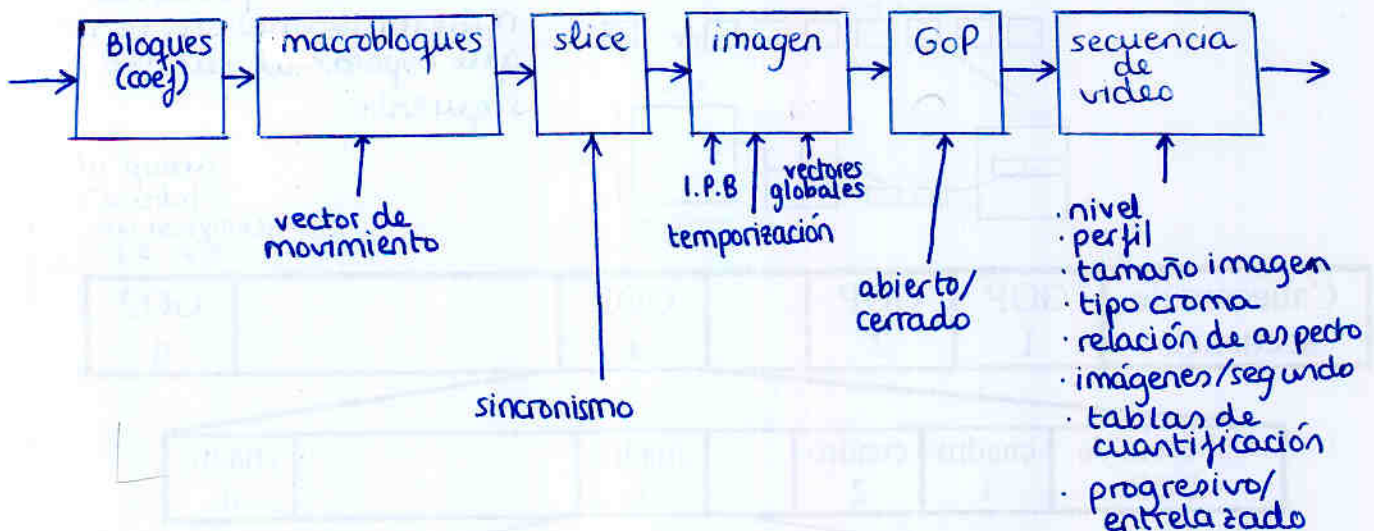
- Flujo de video
  - Uno o más flujos de audio
  - Flujos de datos
- ↑  
Flujos elementales
- eso para cada programa

Hay que transmitir periódicamente las cabeceras (no vale sólo al principio) ya que cada usuario encenderá la TV cuando quiera



paquetes: cada uno con un packet id (PID) para identificar qué contiene

## Flujo elemental de video



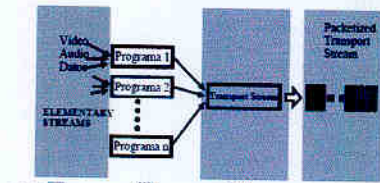
## Cabecera de flujo elemental

Los flujos elementales se dividen en paquetes de varios cientos de kB, cada uno con una cabecera que contiene: entre otras cosas:

- alineación, CRC
- time stamps (permite reorganización)

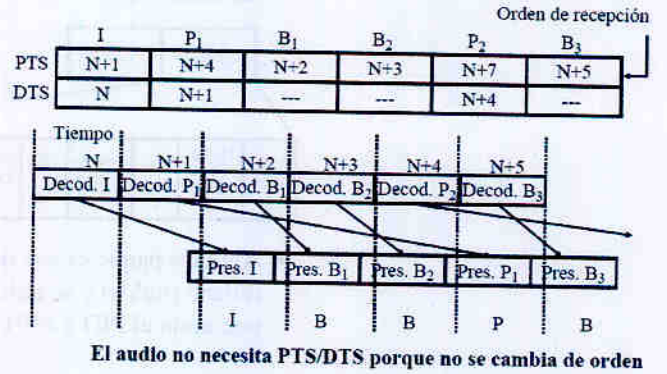


# Packetized Elementary Stream (PES)

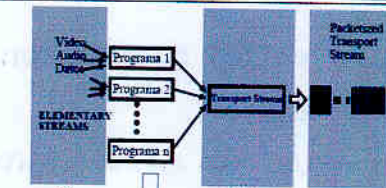


Cada elementary stream se divide en paquetes de varios cientos de kBytes y la cabecera contiene entre otras

- Alineación, CRC
- Time stamps (en audio, video)
- En vídeo:
  - ◆ Presentation TS (PTS)
  - ◆ Decode TS (DTS)

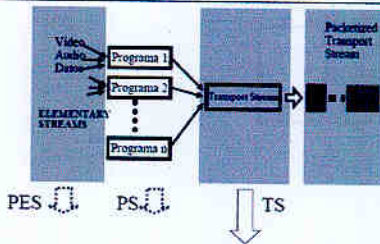


# Program Stream

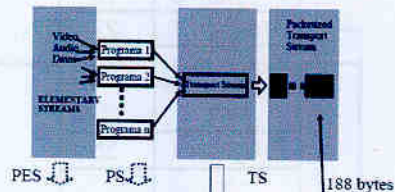


- Varios PES de un mismo programa pueden combinarse en un Program Stream. Aplicación en DVD por ejemplo.
- Varios PES de distintos programas pueden ir directamente al Transport Stream sin pasar por un PS. Esta opción flexibiliza el sistema de cara a mantener un régimen binario constante

# Transport Stream

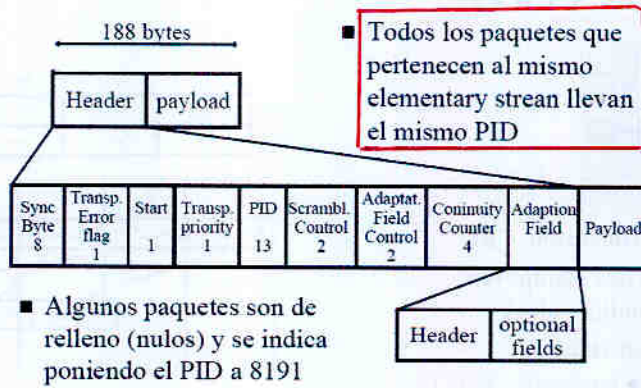


- Multiplex de paquetes PES pertenecientes a:
  - ◆ de distintos programas, cada uno con un régimen binario, tamaño...
  - ◆ de distintos tipos (audio, video, teletexto, etc.)
  - ◆ Cabeceras, identificadores, recuperación de reloj, etc



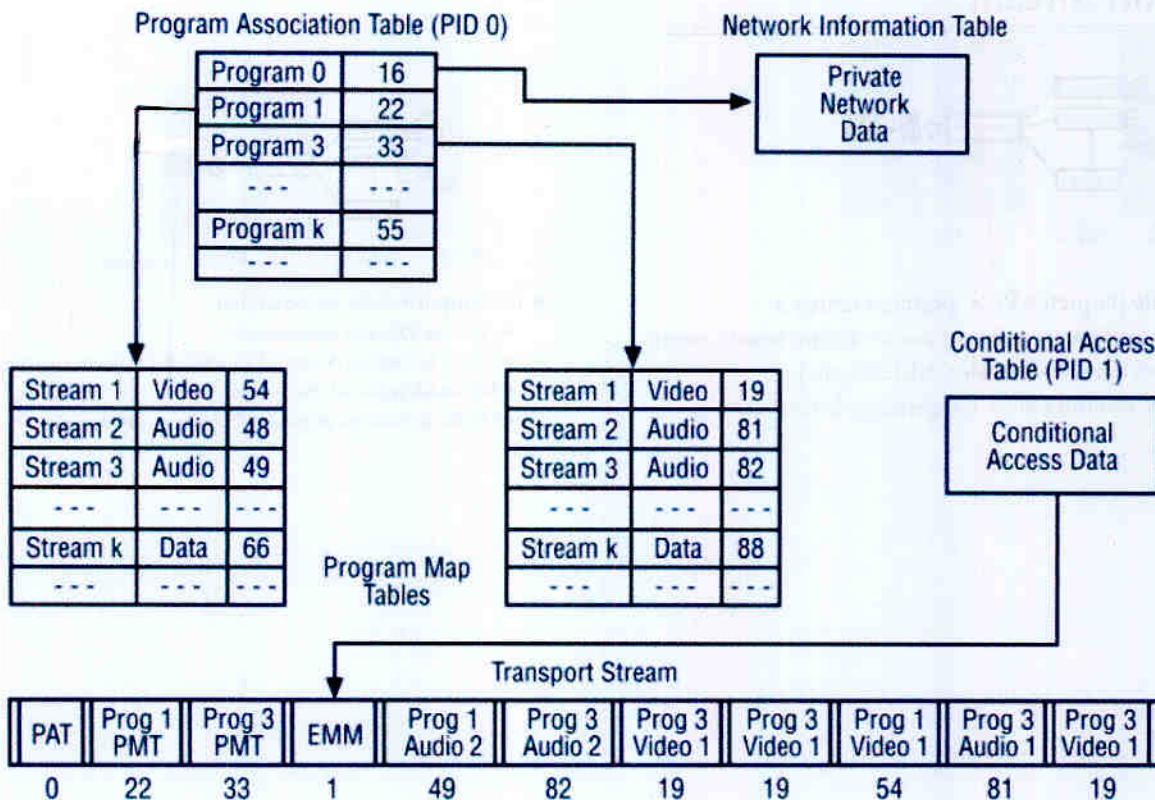
- El transporte debe proporcionar:
  - ◆ que cada PES esté indentificado
  - ◆ Que en los cambios de canal el decodificador se reinicie rápidamente
  - ◆ Información para acceso condicional
  - ◆ Dividir la trama en paquetes (TSPackets), crc de cada uno, etc.

# Transport Stream: Packets



El usuario enciende su decodificador y quiere ver cierto programa; ¿cómo sabe el decodificador cuál es el PID de los elementary streams de audio, video y datos del programa?

El codificador lee los paquetes con PID 0, que están continuamente transmitiendo una tabla 'Program Association Table'. En dicha tabla busca el programa que quiera y lee un cierto número, dicho número será el PID de los paquetes que contienen una nueva tabla 'Program Map Tables' que informa del PID de cada elementary stream del programa deseado.



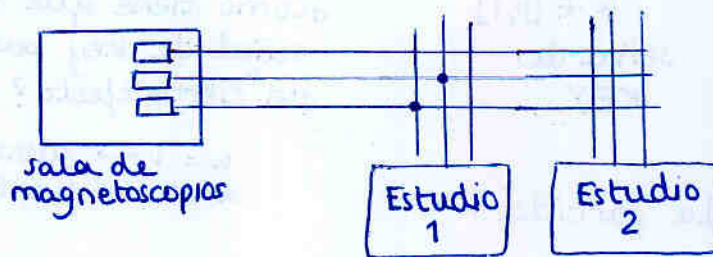
# Tema 6. Procesadores de Señal de Video

## 1. Introducción

- transiciones
- efectos especiales, gráfico
- croma-key

## 2. Matrices de conmutación

- En un centro de producción de programas hay estudios, y los estudios tienen salas de control (realización, sonido, cámaras e iluminación) y el PLATO.
- El centro de producción de programas tiene ciertos recursos que pueden querer utilizar los estudios → hacen falta matrices de conmutación
- Además pueden haber videos almacenados (ej: reportajes individuales de las noticias) en la "sala de magnetoscopios". Es necesario llevar el video apropiado al estudio apropiado (de nuevo: matriz de conmutación)



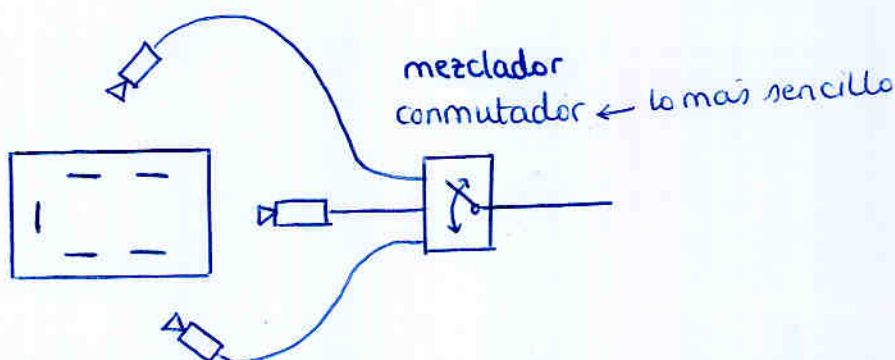
Esta conmutación se puede realizar antes de empezar el programa

↓  
es más difícil la conmutación entre distintas cámaras de un estudio

Para evitar problemas suele haber una matriz para producción (antes del programa) y otra para emisión

## 3. Mezcladores

Para confeccionar un programa de TV se suele disponer de varias fuentes de señal que tienen que ser alternadas o bien combinadas. El realizador está pues ante una mesa de muchos botones (mesa de mezclas)

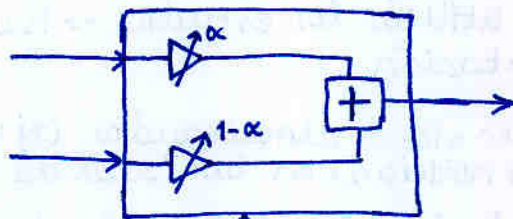


Podemos querer tener una pantalla partida  $\boxed{1/2}$ , esto ya es mucho más complejo pero se llama igualmente mezclador (otras posibles mezclas son las transiciones (ej: difuminando))

Por tanto, un mezclador es en general:



Un buen método que sirve para cambios de escena y transiciones es sumar con pesos:

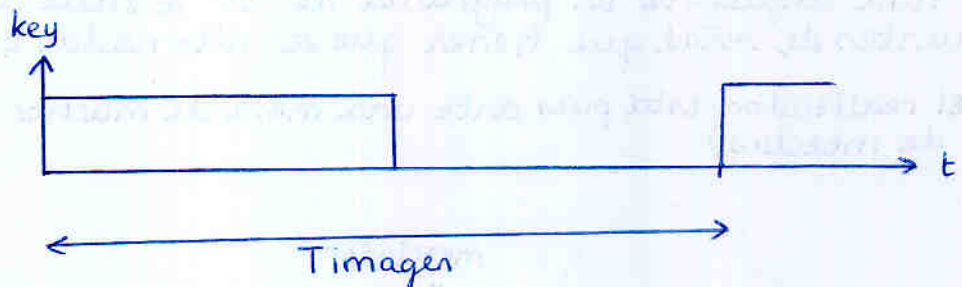
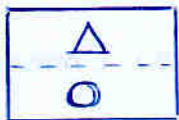
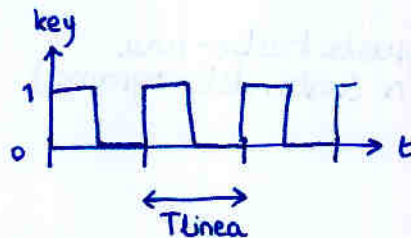
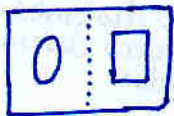


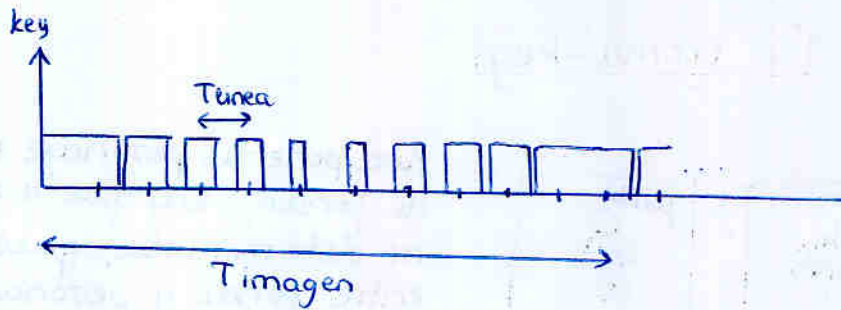
$\alpha \in [0,1]$   
señal de KEY

¿cómo tiene que ser la señal de key para tener un cierto efecto?

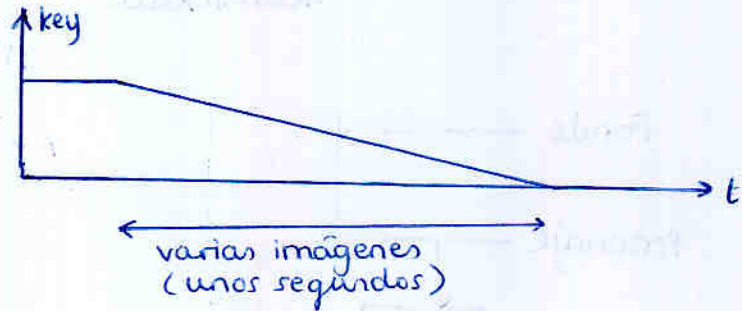
$\alpha = 1 \rightarrow$  fuente 1  
 $\alpha = 0 \rightarrow$  fuente 2

ejemplo: pantalla partida



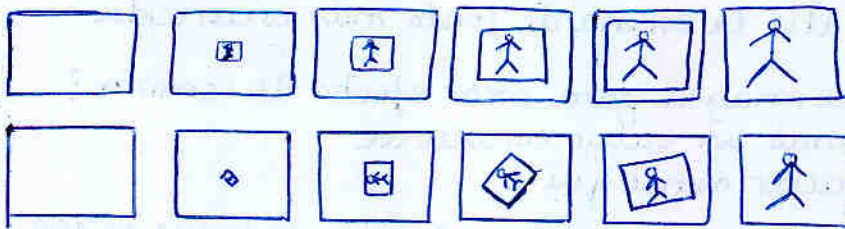


ejemplo:  
un fundido



cuidado, con esta técnica no puedo "mover" los pixeles de sitio; ya que CADA pixel de salida es combinación de ese MISMO pixel de ambas fuentes de entrada

ejemplo que requeriría un procesado más complejo :

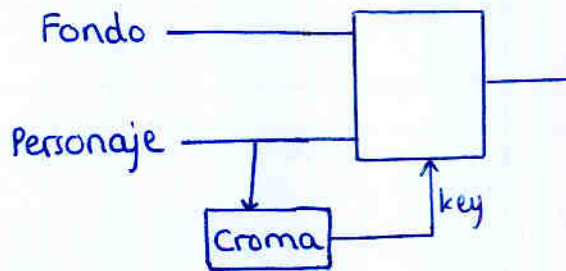


## 4. Chroma-key



Para poner al personaje sobre la escena de fondo, hay que usar un key no determinista, que debe discriminar entre fondo y personaje.

Para simplificar se elige un fondo homogéneo de un color, y bien iluminado



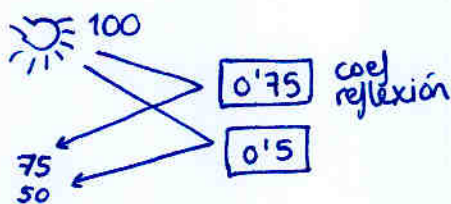
ej: en la previsión del tiempo, el mapa de detrás no está realmente ahí

¿Y qué hay de las sombras del personaje sobre el fondo de color?

La key debe detectar también las versiones oscuras del color del fondo, y poner ahí la escena de fondo más oscurecida

¿Cómo oscurezco una imagen para crear efecto de sombra?

- Restar a cada canal un valor constante
- Multiplicar por factor menor que 1



si aumento la luz en 100, veré 150 y 100

↓  
Estoy multiplicando (no sumando 100)