

Capítulo 4

V.H.S (Video Home System)

4.1. Introducción

El sistema de videograbación doméstico VHS, se desarrolló en los laboratorios de la firma japonesa JVC y se comercializó en el mercado europeo en el año 1.978.

El sistema VHS utiliza un sistema de grabación helicoidal compacto, es decir, que no presenta bandas de guarda entre pistas contiguas de vídeo. Con esto se consigue una alta densidad de grabación pero es necesario desarrollar ciertos mecanismos, no necesarios en grabación no compacta, para evitar la diafonía que, lógicamente, existe entre pistas adyacentes.

El sistema VHS utiliza dos sistemas de protección distintos para evitar la captación de señales de pistas contiguas:

- El primer sistema de protección consiste en desviar las cabezas de vídeo un cierto ángulo respecto al avance de la inscripción. Dicha desviación en azimut se realiza en una de las cabezas en un sentido, mientras que la otra se desvía en sentido opuesto. Con ello se consigue que pistas contiguas se graben con azimuts distintos. Cuando se realiza una lectura con un azimut distinto del utilizado en grabación, la señal recuperada será de un nivel muy bajo comparado con el nivel obtenido si se hubiese leído con una cabeza orientada de la forma adecuada. La protección se consigue porque en la lectura de una pista las dos contiguas presentan distinto azimut, ello implica que la posible interferencia proveniente de éstas se verá atenuada por este motivo. La única precaución que se debe tomar para que el sistema funcione correctamente es que la lectura de cada pista se realice con la cabeza correspondiente, es decir, que se realice con la cabeza orientada de igual forma que la que se utilizó en grabación. Este mecanismo protege básicamente a la señal de luminancia.
- El segundo sistema de protección, característico del sistema VHS, y que protege a la señal de luminancia consiste en cambiar la fase de la subportadora rebajada de crominancia línea a línea de imagen, dando un tratamiento distinto, en cuanto a la forma de girar la fase, a pistas contiguas.

4.2. Valor de los parámetros en el sistema VHS

El valor de los parámetros concretos que se utilizan en el sistema de videograbación doméstico VHS pueden verse en la tabla 4.1.

Parámetro	Valor
Nº de cabezas	2, diametralmente opuestas
Diámetro del tambor	62 mm
Velocidad de giro del tambor	25 rps
Velocidad de la cinta	2,339 cm/seg
Velocidad relativa cabeza-pista	4,84 m/seg
Ángulo cinta-pista de vídeo	5° 59' 30"
Ancho de cinta	1/2 pulgada (12,7 mm)
Ancho de cinta para vídeo	10,6 mm
Ancho de cinta para audio	1 mm
Ancho de cinta para pista de control	0,7 mm
Ancho de las pistas de vídeo	49 μm
Frecuencia instantánea en mod. FM	3,8–4,8 MHz
Subportadora rebajada de croma	40,125fH = 0,6269 MHz
Azímüt para las cabezas de vídeo	5° 57' 50"
Entrehierro de las cabezas de vídeo	0,3 μm

Tabla 4.1: Valores de los parámetros en el sistema VHS

4.3. Características del casete

Las bobinas se encuentran coplanarias, como en las tradicionales casetes de audio.

Las dimensiones del cartucho son 188 x 104 x 25 mm.

La cinta se enhebra alrededor del tambor de la forma que se indica en la figura 3.3.1, adoptando la cinta cuando está enhebrada una figura en M, característica de este sistema.



Figura 4.1: Casete del sistema VHS

En los extremos de la cinta dispone de unos centímetros de cinta no magnética y transparente con el fin de detectar mediante un sensor óptico cuando se ha llegado al fin de la cinta.

Para bobinado y rebobinado rápidos la cinta se devuelve al cartucho por lo que se reduce el desgaste al implicar un menor número de elementos en el proceso.

4.4. Distribución de la información sobre la cinta

El valor de los parámetros indicados en la figura 4.2 es el siguiente:

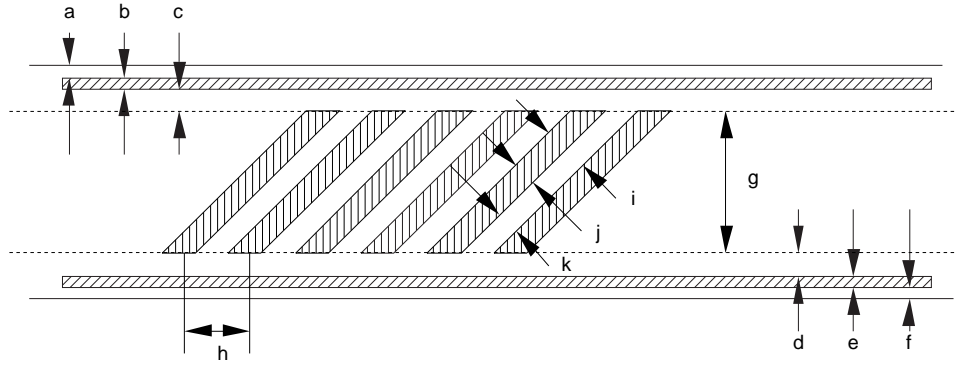


Figura 4.2: Distribución sobre la cinta de la información de vídeo, audio y control

Parámetro	Valor (mm)
a	0,05
b	1
c	0,15
d	0,15
e	0,7
f	0,05
g	10,6

Tabla 4.2: Valor de los parámetros de distribución de información de la cinta VHS

La separación entre centros de pistas, h , en la dirección del movimiento de la cinta es:

$$h = v_c \Delta t = 2,339 \cdot \frac{1}{50} = 0,04678 \text{ cm} \quad (4.1)$$

La separación entre centros de pistas en la dirección perpendicular a la grabación será, entonces:

$$i = h \sen \alpha = 49 \mu\text{m} \quad (4.2)$$

La anchura de las cabezas es también de $49 \mu\text{m}$, luego no hay espacios vacíos entre las pistas, es decir:

$$\left. \begin{array}{l} i = 49 \mu\text{m} \\ j = 49 \mu\text{m} \end{array} \right\} \Rightarrow k = 0 \mu\text{m} \quad (4.3)$$

La longitud total de una pista de vídeo vale:

$$L = \frac{g}{\sen \alpha} \approx \frac{10,6}{\sen(6^\circ)} = 101,4 \text{ mm} \quad (4.4)$$

La velocidad relativa cabeza pista, calculada a partir de los parámetros definidos en el apartado 4.2, mediante la expresión obtenida en (??), es para este sistema:

$$\begin{aligned} v_{rcp} &= \sqrt{(25\pi \cdot 6,2)^2 + (2,339)^2 + (2 \cdot 25\pi \cdot 6,2 \cdot 2,339) \cos(6^\circ)} \\ v_{rcp} &= 484,62 \text{ cm/seg} = 4,84 \text{ m/seg} \end{aligned} \quad (4.5)$$

La longitud de una línea de imagen dentro de cada pista se puede obtener a partir de la velocidad calculada en (4.6), como una línea de vídeo tiene una duración de $64 \mu\text{s}$, su longitud en la cinta será:

$$L_{lin} = 4846,207 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 310,16 \mu\text{m} \quad (4.6)$$

A partir de este dato se puede calcular la longitud de pista necesaria para grabar un campo completo, que es lo que se pretende grabar en cada una de las pistas helicoidales. Como cada campo consta de 312,5 líneas, la longitud sobre la cinta que cada campo ocupa será:

$$L_C = 310,16 \cdot 312,5 = 96925 \mu\text{m} = 96,925 \text{ mm} \quad (4.7)$$

Se puede observar que la longitud necesaria para grabar un campo es inferior de la que se dispone en cada pista, esto significa que se va a disponer de cierta información redundante, cuya longitud sobre la pista y su duración en líneas de imagen se puede ver en (4.8):

$$\begin{aligned} L_R &= L - L_C = 101,407 - 96,925 = 4,482 \text{ mm} \\ R &= \frac{4,482}{0,310} = 14,4 \text{ líneas } (\approx 7 \text{ líneas a cada lado}) \end{aligned} \quad (4.8)$$

La anchura efectiva de la banda de vídeo, g_e , que se define como la anchura de cinta necesaria para contener la información de vídeo sin redundancia, se puede calcular como:

$$g_e \approx L_C \sin(6^\circ) = 10,13 \text{ mm} \quad (4.9)$$

Por último se calculará la posición relativa de las líneas inscritas en una pista respecto a las líneas inscritas en las pistas vecinas. Para ello es necesario calcular el desplazamiento relativo de una pista respecto a la siguiente, el cual se puede calcular a partir del parámetro "h", de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \Delta L &= h \cos(6^\circ) = 467,8 \cdot \cos(6^\circ) = 465,24 \mu\text{m} \\ D &= \frac{\Delta L}{L_{lin}} = \frac{465,24}{310,16} = 1,5 \text{ líneas} \end{aligned} \quad (4.10)$$

La situación relativa de una pista respecto a sus vecinas se puede ver en la figura 4.3, en la que se ha tenido en cuenta que cada línea de vídeo se adelanta 1,5 líneas respecto a la anterior.

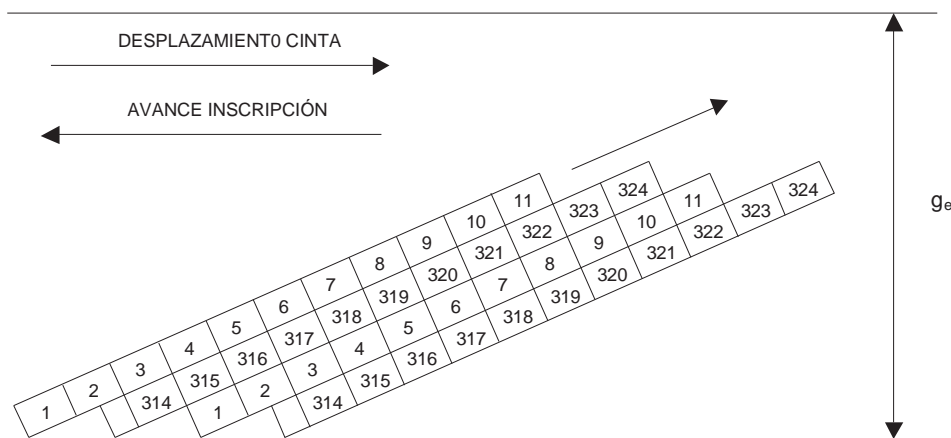


Figura 4.3: Distribución de líneas de vídeo sobre la cinta

4.5. Procesado de la señal de vídeo

El tratamiento efectuado a la señal de vídeo depende de la forma en que el magnetoscopio actúe sobre las señales transmitidas en la señal compuesta de televisión. Existen dos formas básicas de abordar la grabación de una señal de televisión:

- Se graban conjuntamente luminancia y crominancia, tal y como se presentan en un estándar de televisión.
- Se separan ambas señales, las cuales se someten a procesos distintos antes de la grabación.

El primer caso es el utilizado en los sistemas de grabación profesionales, pues la mayor calidad de los circuitos, la mayor velocidad relativa cabeza- pista, etc. permite el tratamiento de señales de gran ancho de banda, como es el caso de la señal de televisión compuesta.

El segundo sistema es el utilizado en los magnetoscopios semiprofesionales o domésticos donde, debido a las limitaciones impuestas por el coste, no se consiguen velocidades tan elevadas ni se utilizan circuitos de tan alta calidad, lo cual da lugar a que no se puedan manipular señales de tan gran ancho de banda como en el caso de los videograbadores profesionales, y sea necesario abordar la grabación por separado de croma y luma. Éste último tipo de grabación es conceptualmente más complicado aunque la calidad final obtenida sea menor.

El sistema VHS, que es un sistema doméstico, utiliza un mecanismo de grabación separada de las señales de crominancia y luminancia que consiste en rebajar la frecuencia de la subportadora de color por debajo de la señal de luminancia modulada FM. Este método, común a todos los sistemas domésticos de videograbación, recibe el nombre de grabación con crominancia en banda baja o "colour under". El procedimiento que se lleva a cabo en este tipo de grabación separada de crominancia y luminancia (aunque ésta se realice con la misma cabeza) consta de los siguientes pasos:

- Se separan las señales de luminancia y crominancia de la misma forma que en un receptor de televisión convencional.
- La señal de luminancia se modula en frecuencia con una determinada portadora, diferente según el sistema concreto que se está utilizando.
- Se bate la señal de crominancia extraída de la señal de televisión con una frecuencia fija. El batido desplaza la señal de crominancia a una banda situada por debajo, en frecuencia, de la modulación de la luminancia, pero sin interferir a ésta.
- Se suman las dos señales, la luminancia modulada y la crominancia rebajada.
- La señal suma es la señal que se aplicará a las cabezas de vídeo en grabación.

Este mismo proceso puede verse reflejado en la figura 4.4:

En la figura 4.5 se puede observar la transformación sufrida por el espectro de la señal de vídeo antes de su grabación:

La red de retardo introducida en el canal de luminancia tiene como misión hacer iguales los tiempos de tránsito de las dos señales, debido al retardo introducido por el filtro paso-bajo del canal de crominancia.

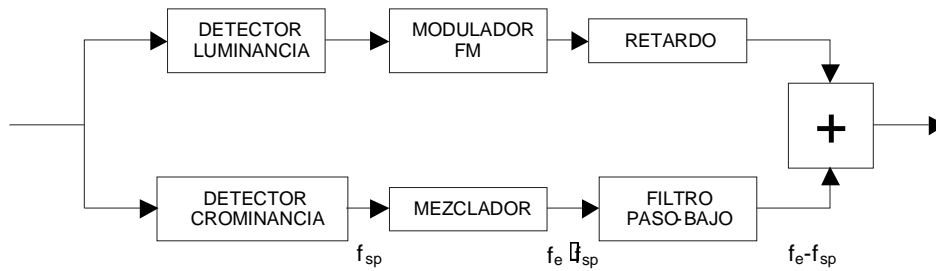


Figura 4.4: Obtención de la señal con crominancia rebajada (colour under)

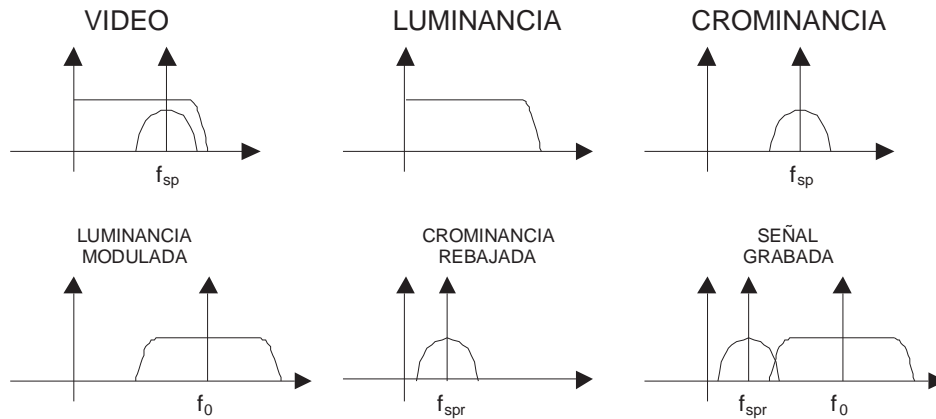


Figura 4.5: Espectros de las señales implicadas

4.6. Procesado de la señal de luminancia

4.6.1. Grabación de la señal de luminancia

La señal se puede proporcionar al magnetoscopio de dos formas distintas:

- Modulada RF, entonces el receptor incluye una etapa de demodulación idéntica a la del receptor tradicional de televisión, y que se correspondería, en la figura 4.6, con los bloques situados antes del amplificador de vídeo.
- En banda base, con lo que la señal se inyectaría al magnetoscopio justo antes del amplificador de vídeo, saltándose lógicamente todas las etapas de demodulación RF.

El bloque CAG controla la ganancia de los amplificadores, evitando de este modo la saturación de las etapas posteriores.

El bloque de preénfasis, junto con el de deénfasis, forma parte de la modulación FM. El preénfasis se lleva a cabo antes de realizar la modulación propiamente dicha, y el deénfasis tras demodular, de forma que se invierten las modificaciones introducidas por el primero. El motivo por el cual se incluyen los procesos de preénfasis/deénfasis en la modulación FM es que proporcionan mejoras en la relación señal a ruido.

El limitador es necesario para impedir que se exceda, tanto por arriba como por abajo la desviación de frecuencia máxima prevista por el sistema de videograbación.

El modulador y el filtro paso-banda tienen como misión conseguir la modulación requerida, eliminando aquellas frecuencias que se salgan fuera de la banda considerada.

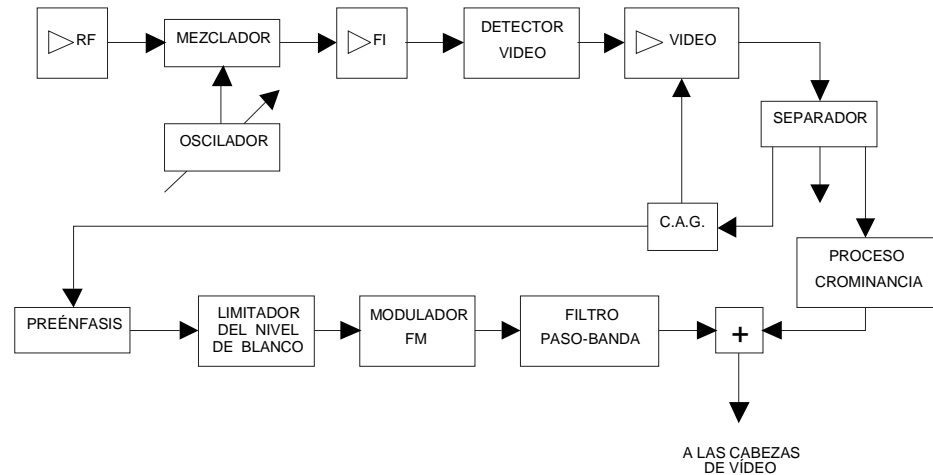


Figura 4.6: Proceso de grabación de la señal de luminancia

4.6.2. Reproducción de la señal de luminancia

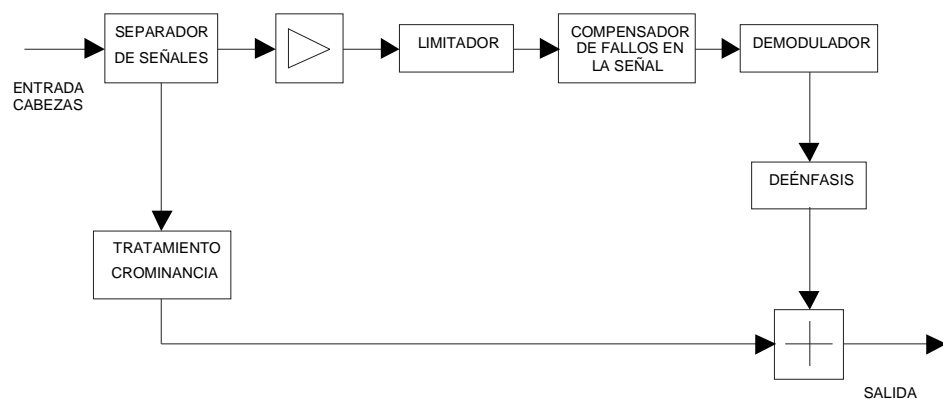


Figura 4.7: Reproducción de la señal de luminancia

El primer paso consiste en separar las señales captadas por las cabezas de vídeo, ya que cada una de ellas sufrirá un proceso distinto.

Tras el amplificador de lectura aparece el bloque del limitador, su misión es eliminar las posibles variaciones de amplitud de la señal de luminancia modulada FM, pues la información que se desea recuperar no está presente en la amplitud, sino en la frecuencia.

A continuación se incluye un bloque para corregir posibles fallos en la señal recuperada. Para ello, el bloque etiquetado como compensador de fallos inyecta en la salida el contenido de la línea anterior si detecta fallos en la línea que se está demodulando en ese instante. El diagrama de bloques que aparece en la figura 4.8, compensa fallos en una sola línea, si el fallo tiene una duración superior a una línea se presenta un nivel de gris medio.

Por último se tienen los bloques de demodulación y deénfasis cuya misión es recuperar la información de luminancia grabada y devolverla a la banda correspondiente.

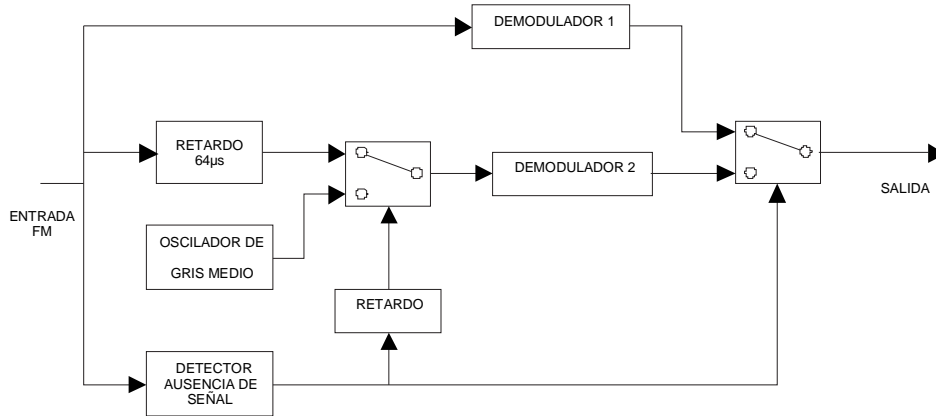


Figura 4.8: Compensador de fallos en el canal de luminancia

4.7. Protección contra la diafonía en el sistema VHS

4.7.1. Giro en azimut de las cabezas de vídeo

En un sistema de videograbación en el que no existe banda de guarda entre las pistas de vídeo, es muy fácil que la información de las pistas sea leída junto con la información de la pista deseada. Una de las precauciones que se toman para minimizar la señal interferente de las pistas próximas es girar el entrehierro, de forma que una cabeza explora la pista con el entrehierro orientado respecto a ésta de forma distinta a la otra cabeza (ver figura 4.9).

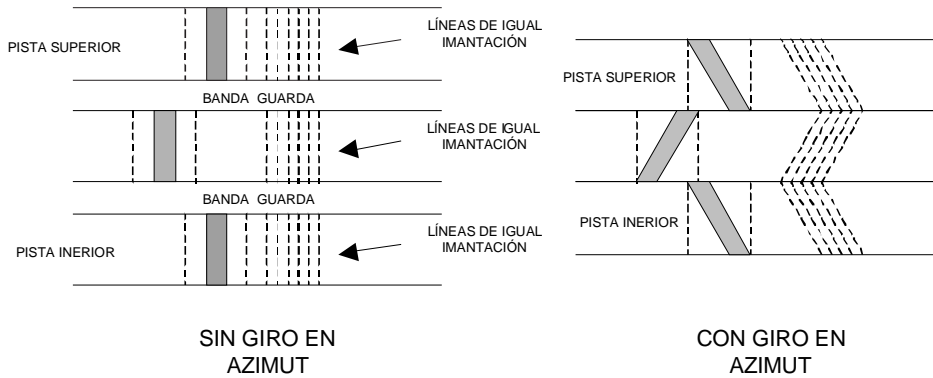


Figura 4.9: Grabación con inclinación en azimut

A continuación se estudiará que ocurre si se lee una pista de vídeo con una cabeza cuyo entrehierro está girado un ángulo θ respecto a la posición del entrehierro en grabación. Esta situación se podría esquematizar tal y como puede verse en la figura 4.10.

Si en la cinta se grabó una frecuencia genérica “ f ” desplazándose la cinta a una velocidad “ v ”, la imantación en un punto genérico de la cinta tiene como valor (ver (4.11)):

$$M = M_0 \cos \frac{2\pi}{\lambda_g}(x - vt) \tag{4.11}$$

Si tomamos dicho punto dentro del entrehierro el flujo magnético que se cierra

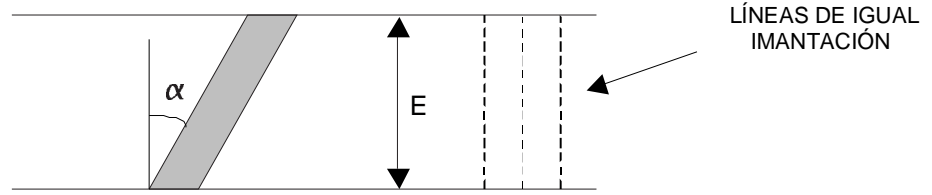


Figura 4.10: Lectura de una pista con un azimut distinto al de grabación

a través de la cabeza, debido a ese punto, tiene como valor:

$$d\phi = M(x, t)dS \quad (4.12)$$

El flujo total no será, entonces, la integral ese flujo diferencial extendida a toda la superficie del entrehierro (ver figura 4.11):

$$\phi = \int \int_{S_{ent}} M(x, t)dS \quad (4.13)$$

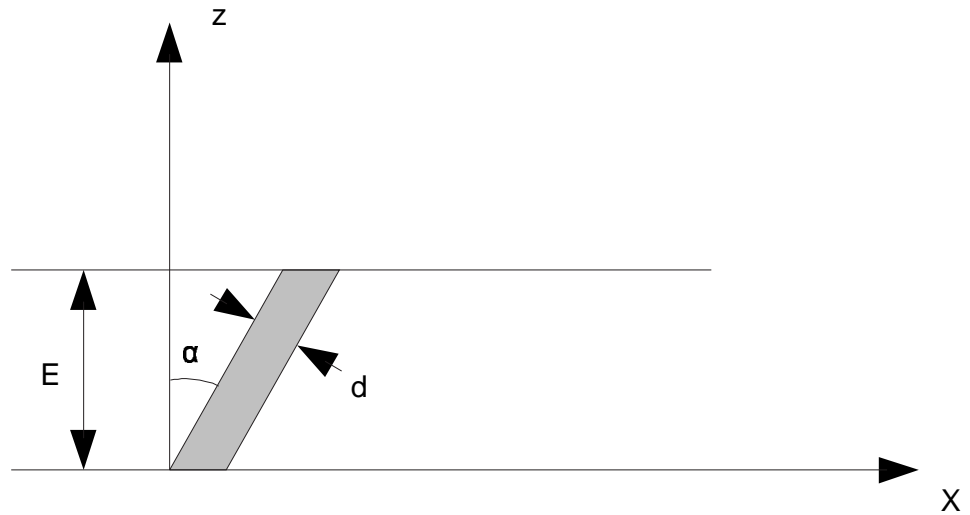


Figura 4.11: Situación planteada para el cálculo de la lectura con azimut cambiado

La integral queda finalmente, sustituyendo los límites de integración por sus correspondientes valores:

$$\phi = \int_0^E dz \int_{z \tan(\alpha)}^{z \tan(\alpha) + \frac{d}{\cos(\alpha)}} M_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_g}(x - vt)\right) dx \quad (4.14)$$

Resolviendo la integral respecto a la variable "x":

$$\phi = \frac{M_0 \lambda}{2\pi} \int_0^E \left[\sin\left(\frac{2\pi z \tan(\alpha)}{\lambda} + \frac{2\pi d}{\lambda \cos(\alpha)} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) - \sin\left(\frac{2\pi z \tan(\alpha)}{\lambda} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) \right] dz \quad (4.15)$$

Resolviendo ahora la integral en la variable "z":

$$\phi = \frac{M_0}{\tan(\alpha)} \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)^2 \left[\cos\left(\frac{2\pi z \tan(\alpha)}{\lambda} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) - \cos\left(\frac{2\pi z \tan(\alpha)}{\lambda} + \frac{2\pi d}{\lambda \cos(\alpha)} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) \right]_{z=0}^{z=E} \quad (4.16)$$

Sustituyendo los límites se obtiene:

$$\begin{aligned} \phi = \frac{M_0}{\tan(\alpha)} \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)^2 & \left[\cos\left(\frac{2\pi E \tan(\alpha)}{\lambda} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) - \right. \\ & \left. - \cos\left(\frac{2\pi E \tan(\alpha)}{\lambda} + \frac{2\pi d}{\lambda \cos(\alpha)} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) - \cos\left(\frac{2\pi vt}{\lambda}\right) + \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda \cos(\alpha)} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) \right] \end{aligned} \quad (4.17)$$

Se puede simplificar la expresión (4.17) si se hace uso de la expresión trigonométrica:

$$\cos(a) - \cos(b) = 2 \operatorname{sen}\left(\frac{a+b}{2}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{a-b}{2}\right) \quad (4.18)$$

Siendo así, (4.17) quedaría:

$$\begin{aligned} \phi = \frac{M_0}{\tan(\alpha)} \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)^2 \operatorname{sen}\left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda}\right) & \left[\operatorname{sen}\left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda} + \frac{2\pi d}{\lambda \cos(\alpha)} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) - \right. \\ & \left. - \operatorname{sen}\left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) \right] \end{aligned} \quad (4.19)$$

Se puede simplificar aún más si se utiliza:

$$\operatorname{sen}(a) - \operatorname{sen}(b) = 2 \cos\left(\frac{a+b}{2}\right) \cos\left(\frac{a-b}{2}\right) \quad (4.20)$$

Quedando finalmente la expresión del flujo magnético como:

$$\phi = \frac{M_0}{\tan(\alpha)} \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)^2 \operatorname{sen}\left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{\pi d}{\lambda \cos(\alpha)}\right) \cos\left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda} + \frac{\pi d}{\lambda \cos(\alpha)} - \frac{2\pi vt}{\lambda}\right) \quad (4.21)$$

La tensión extraída de la bobina será:

$$V = \frac{2M_0 N v \lambda}{\pi \tan(\alpha)} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{\pi d}{\lambda \cos(\alpha)}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda} + \frac{\pi d}{\lambda \cos(\alpha)}\right)\right) \quad (4.22)$$

$$V = 2M_0 N v E \frac{\operatorname{sen}\left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda}\right)}{\pi E \tan(\alpha)} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi d}{\lambda \cos(\alpha)}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \left(\frac{\pi E \tan(\alpha)}{\lambda} + \frac{\pi d}{\lambda \cos(\alpha)}\right)\right) \quad (4.23)$$

La amplitud de la señal recuperada depende del ángulo que se haya girado la cabeza de vídeo. Se pasará ahora a calcular la relación S/N (considerando como ruido la señal que se cuela de una pista adyacente), para el caso de que la cabeza se haya introducido una longitud W en una pista vecina (figura 4.12).

Este punto no está terminado

4.7.2. Procesado de la señal de crominancia. Rotación de fases

Una de las particularidades del sistema VHS consiste en la rotación de fase de la subportadora rebajada de crominancia cuando se graba la señal de color. El objetivo de esta rotación de fases es evitar la interferencia de la señal de crominancia de pistas próximas, ya que el giro en azimut de las cabezas de vídeo apenas proporciona protección contra la diafonía en las bajas frecuencias, que es donde está localizada la señal de crominancia rebajada. El proceso general al que se ve sometida la señal de crominancia antes de su grabación sobre la cinta puede verse en la figura 4.13.

Este punto no está terminado

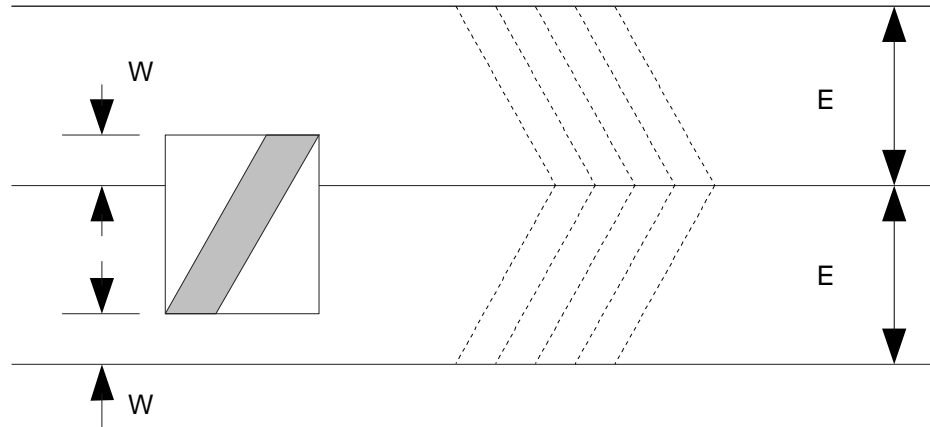


Figura 4.12: Lectura sobre dos pistas consecutivas grabadas con distinto azimut

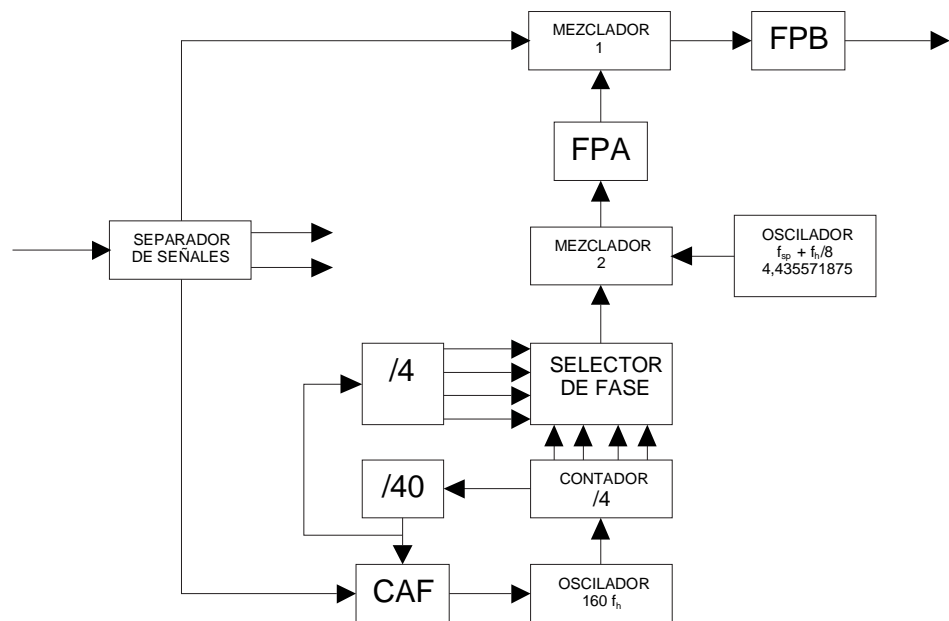


Figura 4.13: Procesado de la señal de crominancia

4.8. Este tema no está terminado

Este tema no está terminado

faltan algunos puntos