

300617

# UNIVERSIDAD LA SALLE



ESCUELA DE INGENIERIA  
Incorporada a la U.N.A.M.

24  
2 ej

## "ANALISIS DE LOS FORMATOS DE GRABACION MAGNETICA PROFESIONALES DE VIDEO"

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO  
P R E S E N T A :

YOLANDA C. LOPEZ JIMENEZ

ASESOR DE TESIS,  
Ing. Guillermo Aranda P.

México, D. F.

1990

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E G E N E R A L

	Página
INTRODUCCION	I
<b>CAPITULO I. BASE TEORICA DE LA GRABACION EN CINTA MAGNETICA</b>	
A. GRABACION DE LA SEÑAL DE AUDIO	1
1. Polarización (Bias)	1
2. Ecuálización	6
B. GRABACION MAGNETICA	10
C. RELACION SEÑAL A RUIDO	27
<b>CAPITULO II. LA SEÑAL DE TELEVISION</b>	
A. METODO DE TRANSMISION	30
1. Exploración	31
2. Número de Líneas	33
3. Frecuencia de Repetición de Imagen	34
4. Ancho de Banda	36
B. SEÑAL DE VIDEO COMPUESTA	38
1. Señal de Borrado	40
2. Identificación de Campo-Cuadro	47
<b>CAPITULO III. NORMAS DE GRABACION DE SEÑALES DE TELEVISION</b>	
A. SISTEMA DE COLOR NTSC	49
1. Sistema de Color Aditivo	50
2. Características del Color	52
3. Derivación de Saturación y Tinte (Crominancia)	54
4. Requisitos del Ancho de Banda de Crominancia	61
5. Elección de la Frecuencia Subportadora NTSC	63
6. Utilización del Ancho de Banda de 4.2 MHz	67
7. El Generador de Sincronía de Color	69
8. El Cuadro NTSC y el Sistema de Grabación de Video	71

B. SISTEMA DE COLOR PAL	74
C. SISTEMA DE COLOR SECAM	77
D. OTROS SISTEMAS DE COLOR	79

#### CAPITULO IV. SISTEMAS DE GRABACION PROFESIONAL

A. FORMATO U-MATIC	81
1. Sistema de Procesamiento de la Señal de Video	81
a. Circuito AGC de Video	82
b. El Modulador FM	84
c. El Amplificador de Grabación de Luminancia	85
d. Convertidor de Frecuencia de Color y Amplificador de Grabación	86
e. El Amplificador de Reproducción	88
f. El Compensador de Pérdida de Información	90
g. Limitador y Doblador de Frecuencia	91
h. Demodulación FM	92
2. Sistema Servo U-matic	92
a. Servo del Tambor	92
i. Servo de Velocidad del Tambor	93
ii. Servo de Fase del Tambor	94
b. Servo Del Eje Impulsor (Capstan)	96
i. Servo de Velocidad del Eje Impulsor	97
ii. Servo de Fase del Eje Impulsor	98
3. Sistema de Control	98
a. Circuito Generador de la Señal de Referencia	102
4. Accesorios para Edición	104
a. Corrector Base de Tiempo	104
b. Código de Tiempo	107
i. Desprendimiento de Cuadro	112
ii. Encuadre de Color	114
c. Código de Tiempo de Intervalo Vertical	116
B. FORMATO C	120
1. Dimensiones y Ubicación de Grabaciones	121
2. Extremidades Polares Exploradoras	122
3. Diámetro del Tambor y Tensión de la Cinta	123



4.	Grabación del Control de Seguimiento	124
a.	Control de Seguimiento y Sincronización de Video	125
5.	Parámetros de Grabación de Video	125
6.	Niveles de Referencia de Grabadoras y Reproductoras de Grabaciones de Audio	126
a.	Uso de la Pista	127
b.	Proceso de la Señal de Audio	128
7.	Proceso de la Señal en el Modo de Reproducción	128
8.	Proceso de la Señal en el Modo de Grabación	130
9.	Sistema de Transporte	133
10.	Lógica de Control y Código de Tiempo	139
C.	FORMATO BETACAM	141
1.	Sistema Múltiple por División de Tiempo Comprimido	144
a.	Proceso de Grabación	146
b.	Proceso de Reproducción	146
c.	Asignación de la Frecuencia Portadora FM	146
2.	La Cinta con Partícula de Metal	147
a.	Características de Audio y Video	147
D.	FORMATO D-2	149
1.	Especificaciones del Formato	149
a.	El Cassette y la Cinta	150
b.	Audio y Video	152
c.	Ocultación/Corrección de Error	157
d.	Grabación Sin Banda de Separación Acimutal	160
e.	Explorador	162
2.	Proceso de la Señal en el Formato D-2	
a.	Bloque de Grabación	164
b.	Patrón de la Pista de Video Digital	165
c.	Patrón de la Pista de Audio Digital	166
d.	Bloque de Reproducción	167
	CONCLUSIONES	168

## **I N T R O D U C C I O N**

## I N T R O D U C C I O N

La presente tesis consistirá en establecer los diferentes formatos existentes de videograbadoras profesionales, los cuales son básicamente de 1", 3/4" y 1/2", y estos son el formato C, el formato U-Matic y el formato Betacam. Para introducirnos al tema, previamente veremos lo que se refiere a la grabación de audio, así como también la grabación de video. Esta última varía en cuanto al ancho de banda y a la relación de señal a ruido, dependiendo del sistema de radiodifusión empleado, ya sea el sistema PAL ("Phase Alternating Line") o el sistema SECAM ("Séquential à Mémoire") para Europa, Unión Soviética, Africa y Australia, que están basados en el estándar CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications) o el sistema NTSC ("National Television System Committee") para el continente Americano y Asia, que está basado en el estándar FCC ("Federal Communications Commission"). En estos dos estándares se tiene que:

	Estándar FCC	Estándar CCIR
Líneas/Cuadro.....	525	625
Campos/seg.....	60	50
Sistema de Color.....	NTSC	PAL/SECAM
Ancho de Banda.....	4.2 MHz	5/5.6 MHz
Subportadora de Color.....	3.58 MHz	4.43 MHz

Para la selección de equipo y formato para un estudio de grabación, no se pueden formular reglas estrictas ni rá-

pidas. Factores como el tamaño y la complejidad de las producciones son importantes, pero también lo es el personal que manejará y usará el estudio, el presupuesto disponible, localidad, etc., estos factores influyen en la decisión final.

El término video, técnicamente se refiere a la porción de imagen de la televisión y al equipo de televisión en general. El video comenzó en 1956 y ha sufrido una evolución constante en busca de lograr la optimización. Originalmente las máquinas de video fueron del tipo de carrete abierto como las primeras grabadoras de audio, hasta en 1972 que se introdujo el sistema U-Matic que fue el primer sistema de videocassette.

El video es un proceso magnético y electrónico en lugar de un proceso químico como lo es la película. El video es una extensión sofisticada del proceso de grabación de cinta de audio y físicamente no tiene nada en común con la película que requiere cambios químicos, cierta complejidad y consumo de tiempo.

En la mayoría de los estudios de producción profesional y semiprofesional, se debe tener en cuenta el número de copias que serán realizadas y la cantidad de edición requerida antes de que la cinta final esté lista. Si se trata de programas con producciones complejas, esto es que son ensambladas con material de estudio y con cintas grabadas previamente, entonces la cinta master final será la segunda, tercero o aún la cuarta generación de cinta; por consi-

guiente es necesario el uso de máquinas de alta calidad. Para producciones relativamente simples, con no más de un ensamble sencillo para la construcción del programa en la cinta original, el cual es después copiado directamente en los cassettes, entonces será adecuada cualquier máquina de carrete abierto de casi buena calidad.

Uno de los problemas más grandes en el desarrollo de las primeras videograbadoras fue obtener un transporte de cinta y un registro de cabeza suficientemente bueno. De hecho el alto costo y la complejidad de las videograbadoras de radiodifusión se encuentra en los requisitos mecánicos.

En las videograbadoras de radiodifusión, la mayor parte de la circuitería de reproducción tiene el propósito de corregir la señal de sincronía y errores de base de tiempo conforme estos son reproducidos de la cinta, y otra parte de la circuitería es para la corrección de la señal de color.

Resulta absurdo comparar las pequeñas máquinas videocassetteras domésticas con las profesionales y esperar el mismo funcionamiento. Si fuera posible tener el mismo nivel de funcionamiento, entonces nadie continuaría fabricando o comprando las máquinas grandes.

A través de este estudio se analizarán cada uno de los formatos existentes (características, funcionamiento, etc.), y de este modo se justifica la existencia de cada uno de ellos, para finalmente lograr hacer una selección dependiendo de las necesidades del usuario.

# CAPITULO I

BASE TEORICA DE LA GRABACION  
EN CINTA MAGNETICA

#### I.A. Grabación de la Señal de Audio.

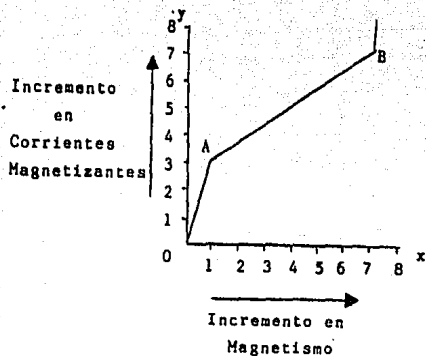
La señal de audio es una señal eléctrica cuya frecuencia está comprendida en el rango de 15 a 20.000 Hz.

A fin de proporcionar un grado de homogeneidad a las partículas de la cinta, se emplea generalmente una polarización. Esta polarización tenderá a arreglar las partículas magnéticas en una dirección dada con una intensidad dada de carga. El propósito principal de la aplicación de la polarización, sin embargo, consiste en mantener la respuesta lineal.

El control y ajuste adecuados de la polarización son de gran importancia para reducir la distorsión y así alcanzar alta fidelidad.

##### I.A.1. Polarización (Bias).

Las substancias que pueden ser magnetizadas tienen en común que las corrientes eléctricas que producen el magnetismo son mucho menos efectivos a niveles bajos que estos a niveles altos. Conforme la corriente se incrementa a partir de cero, se produce un efecto magnético pequeño hasta que se alcanza un punto en el que vence la inercia. Este inicio lento, es generalmente referido como pérdidas por histéresis y variará con cada substancia magnética. Es el fenómeno de histéresis el que hace posible la grabación de cinta o cualquier dispositivo de memoria magnética. La cinta magnética sufre de estas pérdidas y su modelo magnético es similar a esto:



Conforme la corriente incrementa de 0 a 3 en el eje y, vemos que el magnetismo ha incrementado unicamente de 0 a 1 en el eje x. De cero a A, es el área de pérdidas. Del punto A al punto B, vemos que un incremento relativamente pequeño en la corriente, ocasiona un incremento similar en magnetismo. Lo más importante, es que de A-B el comportamiento es lineal y cada aumento desarrollado en el eje y resulta en un aumento correspondiente en el eje x, por ejemplo cada incremento de 1 en el eje y arriba del punto A resulta en un incremento de 1.5 en el eje x.

El punto B, es llamado el punto de saturación, que es el punto donde la cinta es magnetizada al máximo y cualquier incremento adicional en la corriente no producirá



Un incremento en el magnetismo.

La corriente magnetizante para la cinta magnética es la corriente de grabación. La amplitud de una corriente de grabación es un reflejo o una imagen directa de la amplitud del sonido que la produce. La fuerza (amplitud), del modelo magnético (grabado), en la cinta es, por lo tanto, un reflejo directo de la amplitud del sonido que lo produce y cuando es reproducido, éste reproducirá la misma amplitud de sonido.

¿Qué podría resultar si nosotros grabamos la música en el trazo de cinta entero, O-A-B? Imagine un músico tocando una nota larga sostenida e incrementando periódicamente el volumen de la nota en los puntos r, s, t y u de la figura 1.1. La nota se refleja como una corriente de grabación en el eje y.

Se observa que r, s, y t en el eje x son muy bajos en amplitud, después repentinamente en u el volumen se vuelve tremendo. El punto s y el punto A son los puntos donde la inercia es superada. Arriba del punto A (s), cada aumento desarrollado en la corriente de grabación, resulta en un aumento correspondientemente igual en la corriente de reproducción.

Las corrientes de grabación no tienen que iniciar de cero. Estas pueden producirse para que inicien en el punto A, añadiendo otra corriente para iniciar en cero y así magnetizar la cinta lo suficiente para vencer la inercia. Esta corriente adicional es llamada polarización (BIAS). Es

3 ó 4 veces mas grande en amplitud que la corriente de grabación para vencer la inercia, y es muy alta en frecuencia, para prevenir que sea reproducida en el modo de reproducción.

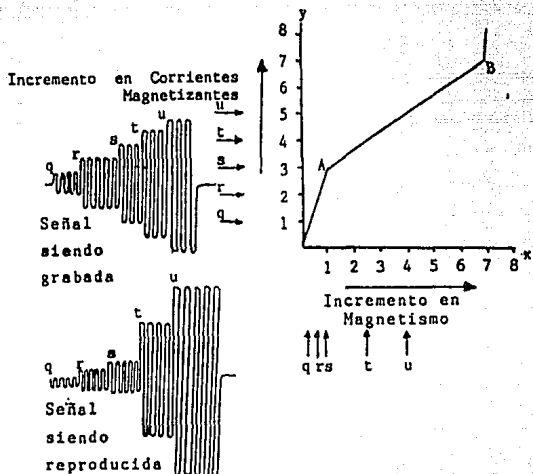


Figura 1.1

Las corrientes de polarización (bias) y de grabación se mezclan en la cabeza grabadora. La figura 1.2. es una foto de un "bias" de 100 KHz, como es visto en un osciloscopio. La figura 1.3 es una señal de grabación de 5 KHz y la figura 1.4 es el resultado de cómo son mezcladas

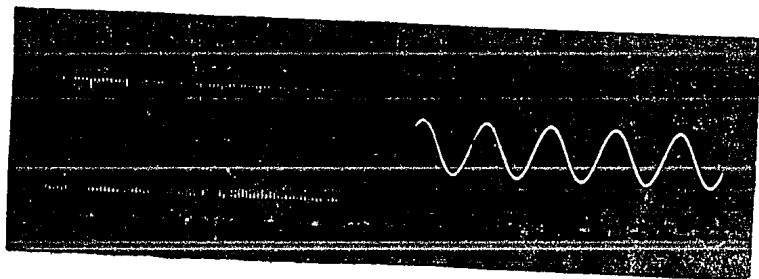


Figura 1.2

Figura 1.3

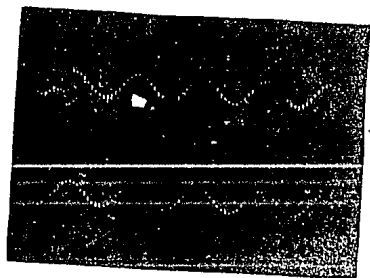


Figura 1.4

estas en la cabeza grabadora.

Resumiendo, vemos que el "bias" es una corriente magnetizante aplicada continuamente durante el proceso de grabación para superar la "inercia". Y se le puede definir como una señal de alta frecuencia aplicada a la señal de audio en la cabeza grabadora de cinta para hacer que la señal de audio magnetice la cinta sobre la característica lineal de la cabeza magnética. La señal de "bias" es generalmente de arriba de 40 KHz para evitar distorsión.

#### 1.A.2. Ecuilización.

Ecuilización es simplemente el proceso de restaurar o reintegrar un sonido a su estado original, después de la grabación y reproducción de ese sonido. "Restaurar" indica que algo se pierde durante el proceso de grabación-reproducción.

Idealmente, si nosotros grabamos todas las frecuencias que el humano puede escuchar (20 Hz a 18 KHz) usando el mismo nivel de energía de grabación para todas estas frecuencias, nosotros las recobraríamos con la misma amplitud. Gráficamente se podría ver como se muestra en la figura 1.5.

La relación de energía, entrada a salida, permanece igual (lineal), para todas las frecuencias y es llamada una respuesta lineal o plana. Note que hay una pérdida entre la entrada de energía y la salida de energía, pero la pérdida es lineal para todas las frecuencias. Ecuilizando o corrigiendo para esta pérdida lineal sería

simplemente cuestión de incrementar la ganancia del amplificador lo suficiente para retirar la pérdida. Tal sería la situación ideal.

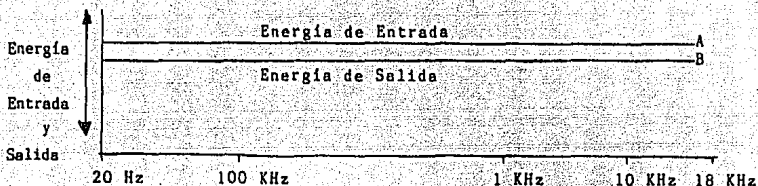


Figura 1.5 - Gráfica de Ecuilibración Ideal.

El proceso de grabación y reproducción difiere considerablemente del ideal. Se complican muchas cosas en el proceso de grabación-reproducción, que no cooperan completamente, siendo el más incooperativo la cinta magnética en sí misma. Ocurren pérdidas de energía que no son lineales.

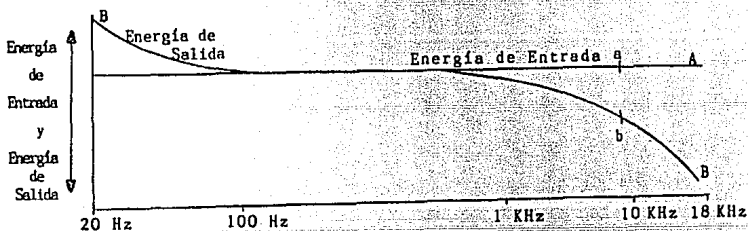


Figura 1.6 Gráfica de Ecuilibración Real.

Las altas frecuencias son más atenuadas en comparación con las bajas frecuencias. Una gráfica mostrando las pérdidas de

grabación-reproducción reales se muestra en la figura 1.6.

Una nota de alta frecuencia grabada a un nivel de energía y frecuencia de coordenada "a" sería reproducida al nivel de energía y frecuencia de coordenada "b" reducida de gran manera en volumen, y sería probablemente "perdida" en notas acompañantes.

Se observa que el trazo B (pérdidas) muestra una pequeña "joroba" arriba del trazo A, en el área de baja frecuencia. Esto indica que el de grabación-reproducción realmente incrementa el volumen de las bajas frecuencias.

La ecualización aumenta el nivel de energía (volumen), para compensar las pérdidas de energía en las diversas frecuencias. Por ejemplo, si sabemos que tenemos una pérdida de 5 dB a 4500 Hz, entonces subiremos el volumen a 4500 Hz en 5 dB adicionales. Sumando algebraicamente,  $-5 \text{ dB pérdidas} + 5 \text{ dB ecualización} = 0 \text{ dB}$ , cambia del original. Gráficamente (Fig. 1.7), el trazo de ecualización (C), será una imagen espejo del trazo de pérdida (B), y la suma algebraica de dos puntos cualesquiera que estén uno arriba de otro, igualará el trazo deseado (A), la energía de entrada.

La Asociación Nacional de Radiodifusores (National Association of Broadcasters [NAB]), establecieron la curva de ecualización que se usa en Estados Unidos, Canadá y México. Europa tiene su propio estándar de ecualización establecido por el Comité Consultivo para Radio Internacional (Consulting Committee for International Radio.

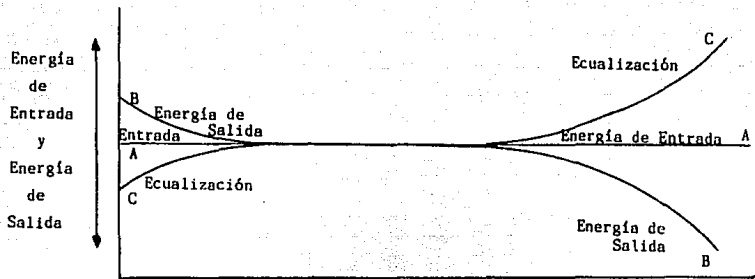


Figura 1.7 - Muestra gráfica conteniendo las señales de entrada, la de salida y la equalización.

CCIR). Este varía ligeramente del estándar NAB en que las bajas y altas frecuencias aparecen un poco más sonoras (fuerte), que cuando la grabación-reproducción se hace usando el estándar CCIR.

La velocidad de la cinta representa una parte importante en el proceso de ecualización. Las pérdidas cambiarán conforme la velocidad de la cinta cambie y la ecualización debe cambiar para compensar las pérdidas. Las grabadoras-reproductoras profesionales de audio tienen un circuito de ecualización separado, para cada velocidad de cinta.

#### 1.8. Grabación Magnética.

Como se muestra en la figura 1.8 una barra de hierro se coloca junto a un imán, la cual es magnetizada en forma tal que el segmento de la barra adyacente al polo norte del imán se convierte en polo sur, y la porción de la barra cercana al polo sur del imán se convierte en el polo norte. Esto se conoce como "magnetismo residual" y es la esencia de la grabación en cinta magnética.

De la misma forma, si el imán se mueve a lo largo de una barra larga, la barra se magnetiza con polos alternantes (N)-(S)-(N)-(S). Estos polos se encuentran en la misma posición correspondiente a la de los polos del imán. El magnetismo residual aparece como un modelo o patrón N-S-N-S a lo largo de la barra.

Las cabezas grabadoras (cabeza de video, cabeza de audio, cabeza de pista de control), toman el lugar del imán.



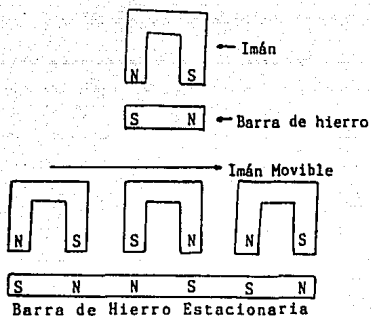


Figura 1.8 - Elementos básicos de magnetismo residual utilizado en la grabación magnética de cinta.

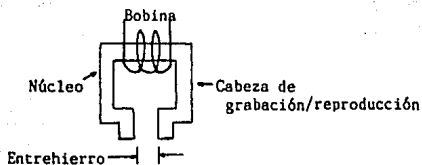


Figura 1.9 - Elementos básicos de una cabeza grabadora/reproductora.

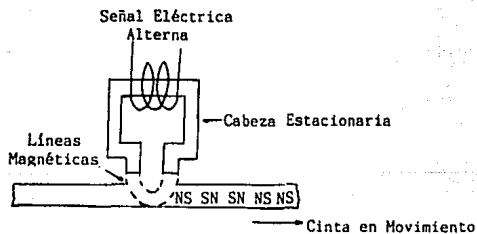


Figura 1.10 - Muestra cómo se graba un patrón de magnetismo residual en una cinta en movimiento por una cabeza grabadora con una señal eléctrica alterna.

La cinta magnética toma el lugar de la cerro de hierro. Como se muestra en la figura 1.9 la cabeza grabadora es un electroimán formado de una barra de hierro que funciona como núcleo para la bobina. Existe un espacio estrecho llamado entrehierro, entre los dos polos del electroimán.

En la explicación presentada por medio de la figura 1.8, el imán (cabeza), se mueve mientras que la barra de hierro (cinta), se mantiene. El mismo resultado (un patrón de magnetismo residual) se produce cuando la cinta se mueve y la cabeza permanece estacionaria (Figura 1.10). No es necesario cambiar físicamente la posición de la cabeza para cambiar la polaridad de los polos. En lugar de ello, los polos pueden cambiarse aplicando una corriente alterna al alambre del electroimán. Puesto que, las señales de audio, video y de control utilizadas en la televisión son una forma de la corriente alterna, estas señales se aplican a las cabezas de grabación correspondientes y producen patrones de magnetismo residual en la cinta que corresponde a la información de audio, video y de control.

Los polos de la cabeza grabadora cambian su polaridad dependiendo en la dirección del flujo de corriente en la bobina. La fuerza del magnetismo varía con la potencia de la corriente. De esta forma, una grabación se hace como patrones de magnetismo residual en las partículas magnéticas sobre la cinta. Si la señal que está siendo grabada es una onda senoidal (Figura 1.11), la fuerza de la magnetización en la cinta varía a lo largo de la longitud de la cinta en

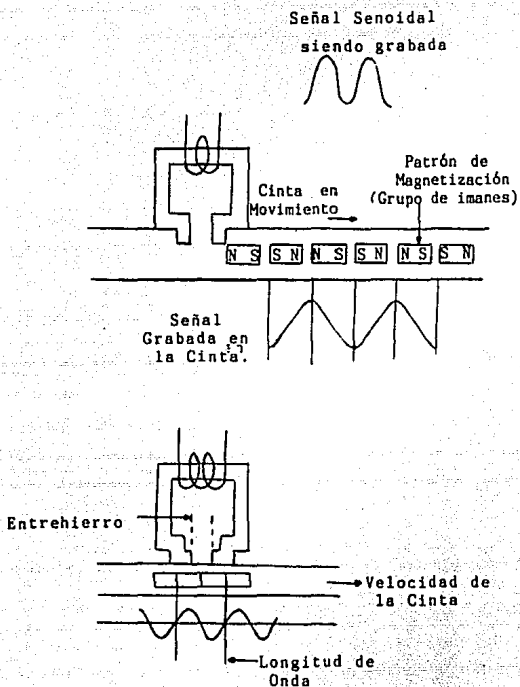


Figura 1.11 - Relación del patrón de magnetización a la señal grabada.

un patrón senoidal; de manera que la grabación toma la forma de líneas de imanes diminutos en la cinta. La duración de estos grupos de imanes representan cambios en la dirección de la señal de corriente, mientras que la fuerza del magnetismo representa la magnitud de la corriente.

La grabación de televisión requiere de manipular el campo magnético, el cual, manejará adecuadamente un rango de 18 octavas con una relación de señal a ruido satisfactoria.

El rango de frecuencia requerido en una señal de video para la cinta se extiende desde muy bajas frecuencias (alcanzando la frecuencia cero, o DC), para un buen matiz de la imagen; hasta frecuencias comparativamente altas que implican un detalle fino de la imagen (con un límite superior práctico de 4 MHz). Por consiguiente, si el rango se considera desde 10 Hz a 4 MHz, entonces se requerirá de una gama de 18 octavas. Por lo que con este rango no es posible la grabación magnética directa ya que el rango de audio está comprendido de 30 a 15,000 Hz. Si se deseara incrementar el límite de frecuencia superior a 30,000 Hz, el límite de frecuencia inferior también debe ser doblado para mantener una adecuada relación de señal a ruido. El rango de frecuencias se presenta en la siguiente página.

Por la tabulación y por lo expuesto anteriormente, se observa que es necesario una forma de compresión del rango de frecuencias para que tenga éxito la grabación en cinta

OCTAVA	AUDIO	525 STD.	625 STD.
1	15 - 7.5 KHz	4.5 - 2.25 MHz	5.5 - 2.75 MHz
2	7.5 - 3.8 KHz	2.25 - 1.10 MHz	2.75 - 1.37 MHz
3	3.8 - 1.9 KHz	1.10 - 0.55 MHz	1.4 - 0.70 MHz
4	1.9 - 0.95KHz	550 - 275 KHz	700 - 350 KHz
5	950 - 475 Hz	275 - 138 KHz	350 - 175 KHz
6	475 - 238 Hz	138 - 69 KHz	175 - 88 KHz
7	238 - 119 Hz	70 - 35 KHz	88 - 44 KHz
8	119 - 59 Hz	35 - 17.5KHz	44 - 22 KHz
9	59 - 30 Hz	18 - 9 KHz	22 - 11 KHz
10		9 - 4.5 KHz	11 - 5.5 KHz
11		4.5 - 2.25KHz	5.5 - 2.75KHz
12		2.3 - 1.2 KHz	2.8 - 1.4 KHz
13		1.2 - 6 KHz	1.4 - 7 KHz
14		600 - 300 Hz	700 - 350 Hz
15		300 - 150 Hz	350 - 175 Hz
16		150 - 75 Hz	175 - 88 Hz
17		75 - 38 Hz	88 - 44 Hz
18		(30 Hz)	44 - 22 Hz(25 Hz)
ANCHO BANDA	30Hz - 15 KHz	30Hz - 4.5 MHz	25Hz - 5.5 MHz

TABLA I - Rango de Frecuencias

magnética.

Los dos componentes principales de la señal de video son:

- El componente de AC, que describe el detalle de la imagen y en el que está contenido el componente de pico a pico que representa la brillantez relativa; la información de saturación y tinte que están contenidos en una señal subportadora de alta frecuencia modulada (3.58 ó 4.43 MHz) también están añadidas a la información AC.

- El componente DC, que representa el valor absoluto de brillantez. Si ignoramos la información de sincronización, y tenemos una imagen totalmente blanca, esto significa que la información AC es nula y el componente DC es máximo. Por el contrario, si la imagen es totalmente negra, de nuevo no tiene componente AC y el componente DC es cero. Esto se refiere a la señal antes de la transmisión.

La modulación en amplitud es impráctica como medio de compresión del ancho de banda en cinta de video, porque el proceso de grabación-reproducción introduce pequeñas fluctuaciones de amplitud que serán manifestadas como componentes espurias en la imagen reproducida. Esto es por la variación del contacto entre la cinta y la cabeza de reproducción, la suavidad de superficie de la cinta en sí misma, las variaciones en la densidad o espesor de la cinta y debido a la manera en que la grabación se realiza. La amplitud varía porque la cabeza reproductora no sigue exactamente la pista (track) grabada y también como en

cada longitud de onda, la cinta se aleja del estrecho contacto con la superficie entonces provoca que se reduzca así la amplitud de la señal de salida en 54 dB.

La elección final fue la de un sistema de modulación en frecuencia. Las fluctuaciones de amplitud debidas a la variación del contacto entre la cabeza y la cinta puede eliminarse limitando la señal antes de la detección. Cuando el componente de AC y DC están presentes, el detalle de las altas frecuencias se representan por la razón de cambio de la portadora; y la amplitud del contraste AC se representa por la oscilación pico a pico de la portadora; así como el componente DC se representa por la frecuencia portadora promedio.

La velocidad a la cual las ondas viajan, se determina por el medio o sistema, y la velocidad determina a qué distancia un punto en una onda, viaja en un tiempo dado. En la forma de onda A, de la figura 1.12, el punto 1 de la onda que pasa es la referencia T1, un segundo más tarde (onda B), la onda ha avanzado a T2. La distancia entre T1 y T2 es la longitud de onda, y también define un ciclo de la onda.

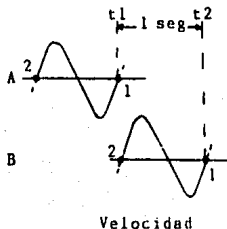


Figura 1.12 - Relación fundamental tiempo - espacio.

El ancho del entrehierro era el factor limitante en la selección de una frecuencia portadora para el sistema de cinta de video FM. El ancho del entrehierro varía de 90 a 110 micro-pulgadas (2.28  $\mu$  a 2.79  $\mu$ ). Esto estableció la frecuencia máxima que puede recuperarse de la cinta. La velocidad de la cinta se estableció a 1,500 ips.

Entonces,

$$\text{Long. Onda} = \frac{\text{Velocidad de Cinta}}{\text{Frecuencia}}$$

$$200 \times 10^{-6} \text{ in} = \frac{1,500 \text{ in/seg}}{\text{Frecuencia}}$$

$$F = 7.5 \text{ MHz}$$

El entrehierro en la cabeza magnética debe tener un tamaño físico mínimo para colocar una fuerza de campo adecuado en la cinta. La relación del tamaño del entrehierro de la cabeza y la frecuencia se muestra en la figura 1.13.

Si la frecuencia se incrementa y la velocidad de la cinta se mantiene constante, la longitud de onda grabada se



acerca al tamaño físico del entrehierro de la cabeza. Lo que resulta en una salida cero, debido a la cancelación del campo norte-sur de la señal. Por consiguiente, el límite de alta frecuencia del sistema, está determinado por el tamaño del entrehierro de la cabeza y la velocidad de la cinta.

Para la selección de las frecuencias de modulación se debe tomar en cuenta las propiedades de la cinta y de la cabeza reproductora.

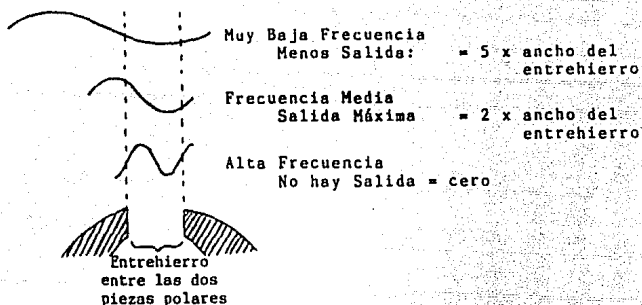


Figura 1.13- Relación entre el tamaño del entrehierro y la frecuencia.

En la grabación magnética, el tiempo se convierte en distancia. Una cabeza reproductora, para tener un voltaje de salida, debe percibir un cambio en flujo a medida que la cinta viaja.

Un tono de 1 KHz tiene un periodo de 0.001 seg ó 1 msec ya que el periodo T es:  $T = 1/F$ . En 15 in/s (38 cm/s), la cinta se mueve a 0.015 in (0.03 cm), en un ms. Los cambio

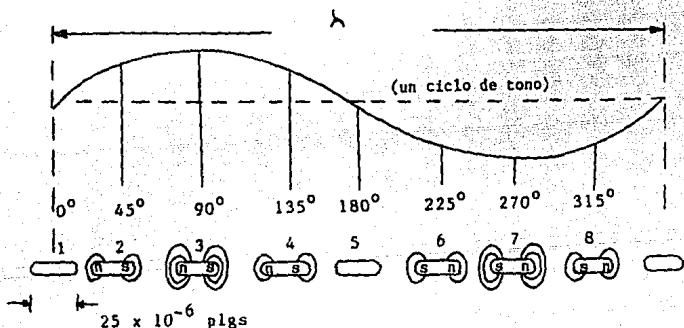
en fuerza magnética y polaridad, representando un ciclo de un tono de 1,000 Hz ocuparía 0.015 in (0.038 cm). Esto representa una longitud de onda ( $\lambda$ ) en la cinta:

$$\text{Longitud de Onda } (\lambda) = \frac{\text{Velocidad (in/s)}}{\text{Frecuencia (Hz)}}$$

$$= V / F = V \cdot T$$

Conforme la frecuencia se incrementa, la longitud de onda disminuye.

Las partículas de óxido encajadas en la cinta pueden considerarse como una serie de barras imantadas, cuya polaridad magnética y fuerza de campo son establecidos por la señal de grabación. Un tamaño típico para partículas en la cinta magnética de video es  $25 \times 10^{-6}$  por  $5 \times 10^{-6}$  in (longitud de  $63 \times 10^{-6}$  cm).



Para identificar una onda senoidal, por lo menos el cruce de ceros, los picos de la señal, y los puntos de 45 grados deben representarse por partículas magnéticas.

individuales. En el caso del tono de 1,000 Hz a 15 in/s, aproximadamente 600 partículas son utilizadas. Para una señal de 1 MHz a 15 in/s con una longitud de onda de  $15 \times 10^{-4}$  in. utilizaría menos de una partícula y por lo tanto no daría ninguna salida. La resolución mínima de la señal de 1 MHz, utilizando únicamente 8 pulgadas, requeriría una longitud de onda de aproximadamente  $250 \times 10^{-4}$  in.

$$250 \times 10^{-4} = V / 1 \times 10^6$$

$$V = 250 \text{ in/s}$$

$$\text{A 4 MHz, } V = (250 \times 10^{-4}) (4 \times 10^6)$$

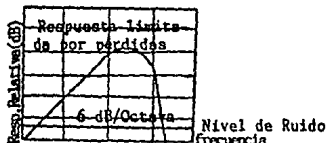
$$V = 1,000 \text{ in/s}$$

La respuesta característica de cualquier cabeza reproductora se comporta con una disminución de 6 dB en la salida por octava en una cabeza ideal. La ecualización va a ser el proceso de modificar la respuesta de frecuencia del amplificador de reproducción para compensar esta caída característica de 6 dB /octava. Los límites de aceptación para la reproducción de señal a ruido, se establece un límite de 10 octavas para el proceso de grabación directa, porque en longitudes de onda más grandes hay únicamente un ligero cambio de flujo por unidad de tiempo, y por lo tanto un voltaje de reproducción inducido extremadamente bajo que no puede superar el nivel de ruido adecuadamente.

En la figura 1.14(a) se muestra la curva típica de respuesta (6 dB/octava), arriba de los límites de alta frecuencia, la respuesta cae rápidamente. Se observa que a determinadas frecuencias la respuesta está cerca y debajo del

nivel de ruido y esto por supuesto no es útil. El nivel de ruido se debe a la modulación; a la cinta y al ruido de entrada del amplificador.

En la figura 1.14(b), la respuesta puede ser expandida en regiones de más alta frecuencia por dos métodos: (1) incrementando la velocidad de la cinta para producir una longitud de onda más grande a una frecuencia alta dada; y (2) disminuyendo el tamaño del entrehierro.

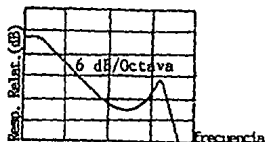


(a) Respuesta sin compensar



(b) Efectos del entrehierro y la velocidad

— Mayor Velocidad  
 --- Entrehierro más pequeño



(c) Curva Típica de Ecuación

Figura 1.14 - Respuesta de Frecuencia en la grabación de cinta.

En la figura 1.14(c), se representa la curva de ecuación típica para corregir la característica de grabación magnética de la figura 1.14(a) y 1.14(b). La respuesta creciente al final de la frecuencia alta es para corregir la caída causada por el tamaño del entrehierro y los factores de revestimiento magnético de la cinta.

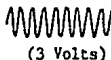
El sistema de modulación de frecuencia resulta muy eficaz en la supresión de ruido. Esto está relacionado con la

desviación de frecuencia contra la frecuencia portadora. La supresión de ruido es menos efectiva a medida que la frecuencia modulada se incrementa. Por lo tanto, la amplitud de las altas frecuencias moduladas, se incrementan con respecto a las bajas frecuencias moduladas, antes del proceso de modulación. Esto es conocido como pre-énfasis. En otras palabras se aumenta la amplitud de las frecuencias antes de la modulación y transmisión, es decir antes de la emisión del ruido; después al reducirse la amplitud de dichas frecuencias también disminuye la del ruido. Por lo tanto, el pre-énfasis aumenta la relación de señal a ruido para las frecuencias altas.

El pre-énfasis distorsiona en cierto grado la señal de sonido, pero después de la transmisión y la demodulación se efectúa un proceso inverso, llamado desacentuación o de-énfasis. Con esto entonces, se reduce las amplitudes de

#### SIN PREENFASIS

Señal de 10 KHz  
de FM

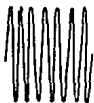


Ruido



$$S/N = 3/1 = 3$$

Señal de 10 KHz  
después del preénfasis



Señal de 10 KHz  
después del deénfasis

Ruido  
(1 Volt)



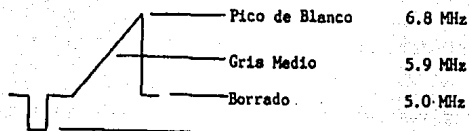
(0,01 V)  
Ruido

después del  
deénfasis

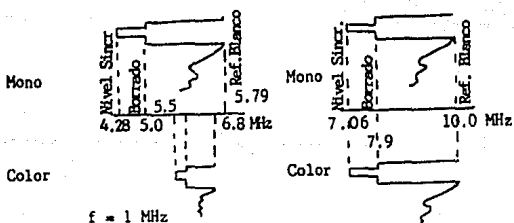
$$S/N = 3/0.01 = 300$$

las frecuencias modificadas para cambiar nuevamente la señal de sonido a su forma original.

El pre-énfasis, significa que la señal de entrada de 1 Volt pico a pico, tendría espigas excediendo este nivel, cuando se aplica al modulador.



Esto se identifica como el estándar monocromático de banda baja. Existe dos estándares para la grabación de video en cinta magnética, el de banda baja y el de banda alta. El pre-énfasis puede causar sobredisparo en todos los bordes, excediendo así, los límites establecidos con anterioridad.



(A) Banda Baja

(B) Banda Alta

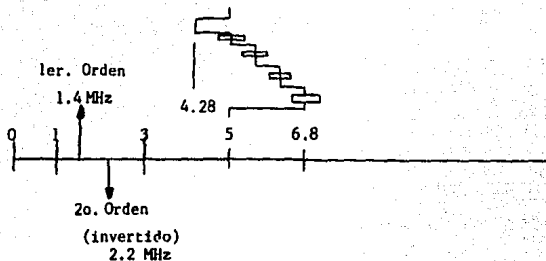
El ancho de banda total requerido puede realizarse utilizando únicamente un conjunto de bandas laterales siempre que el índice de modulación sea más grande que la unidad. La razón de la máxima desviación de la portadora a la frecuencia moduladora se llama índice de modulación:

$$\text{Índice de Modulación} = \frac{\text{Máxima Desviación de la Portadora}}{\text{Máxima Frecuencia Moduladora}}$$

Teóricamente, la dispersión de bandas laterales, arriba y abajo de la frecuencia portadora puede extenderse hasta el infinito con intervalos iguales a la frecuencia modulada. Sin embargo, cuando la frecuencia modulada es más grande que la desviación de frecuencia, únicamente el primer arreglo de bandas laterales son de magnitud suficiente para ser de importancia.

La imagen monocromática, sin embargo, contiene información relativamente pequeña de alta frecuencia. La introducción del sistema de color NTSC, impuso un nuevo reglamento de restricciones y limitaciones en el funcionamiento total del sistema original de banda baja, porque se superpuso la información de alta frecuencia (3.58 MHz), en todos los niveles de brillantez de la señal compuesta, y en tanto que el segundo arreglo de bandas laterales aunque fueron pequeñas, fueron sin embargo, significativas.

En 5.0 MHz, el segundo orden de bandas laterales más bajo de 7.2 MHz (2 x 3.6 MHz), apareció en 2.2 MHz. Ya que este pasó a través de la frecuencia cero, regresó invertido en fase, así de este modo, interfiriendo y pulsando contra



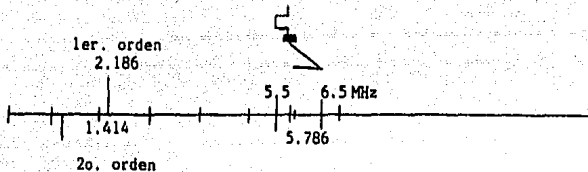
la información del primer orden de bandas laterales en o cerca de 2.2 MHz. Este efecto en la señal de salida es una muestra de interferencia conocida como moaré y predomina a niveles bajos de luminancia.

El efecto moaré es una configuración espuria que afecta la imagen reproducida. Es un efecto ondulante producido por la convergencia de líneas. Generalmente, aparece como una curva de las líneas en las cuñas horizontales del patrón de pruebas y es más pronunciado cerca del centro, donde las líneas que forman las cuñas convergen. Esta configuración moaré es un efecto óptico natural cuando las líneas convergentes en la imagen están casi paralelas a las líneas de exploración.

El primer intento para solucionar el problema de moaré fue desplazar la frecuencia portadora y la frecuencia de desviación al sistema de Color de Banda Baja, con un rango de 5.5 a 6.5 MHz.

Así entonces, la interferencia entre el primer





segundo orden de bandas laterales es ahora menos significativo y el contenido de moaré en la imagen es demostrativamente menor. Sin embargo, desafortunadamente la desviación se reduce a un total de 714 KHz. Esta señal a ruido se reduce a un máximo teórico de 39 dB, lo cual no puede tolerar una degradación adicional.

#### I.C. Relación de Señal a Ruido.

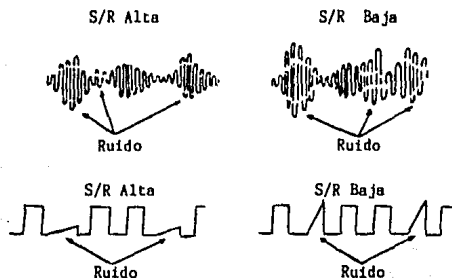
Generalmente en el procesamiento de señales electrónicas siempre hay algo de ruido, pues nunca se le puede eliminar totalmente. Entre las causas más comunes del ruido electrónico se encuentran: la estática atmosférica, interferencia que genera el equipo eléctrico, como por ejemplo los motores, así como algunos circuitos electrónicos. Más sin embargo, éste no alterará la información siempre cuando sea lo suficientemente más fuerte la señal que el ruido.

La razón de voltaje de señal al voltaje del ruido se llama usualmente relación de señal a ruido (S/P), y se determina de la siguiente manera:

$$\frac{S}{R} = \frac{\text{Voltaje de la Señal}}{\text{Voltaje del Ruido}}$$

Esta se expresa en función de los valores máximos o de pico de señal y ruido o en función de sus valores eficaces.

Conviene tener una relación de señal a ruido que dé un cociente alto, porque significa que el ruido es el más débil



de los dos y así causará poca interferencia en la señal de información. Y por el contrario, un cociente bajo indica que los valores de ambos están relativamente cercanos y que la señal resultará total o parcialmente ininteligible.

Esta es una medida de la cantidad de "nieve" o ruido que puede verse en una imagen. Una relación S/N de 41 dB significa que no es visible el ruido o nieve a simple vista. Una relación S/N de 35 dB sigue permitiendo una imagen excelente, con pequeños indicios de ruido perceptibles por un ojo educado. Una relación S/N de 30 dB, significa que el ruido comienza a ser notable, pero no es reprochable la imagen proyectada. Una relación S/N de 20 dB, quiere decir que el ruido es fácilmente muy notorio, y corresponde a marginar

o limitar el área de recepción de televisión. Si la relación S/N se llegara a tener tan mala como 10 dB, entonces la imagen proyectada es inútil.

En la mayoría del equipo profesional se exigirá una relación S/N mejor que 45 dB, garantizando de este modo, que el ruido no es visible en la imagen. Algunas de las causas comunes de ruido son la luz inadecuada en el estudio y un ajuste impropio de las cámaras u otro equipo en el momento de la grabación. Ya que el ruido no puede eliminarse por un procesamiento posterior, es esencial que éste sea eliminado en su fuente. El ruido es un fenómeno de alta frecuencia y puede eliminarse o extraerse hasta cierto punto, podría ser bajando la respuesta de alta frecuencia del sistema, pero esto reduce la calidad de la imagen totalmente ya que la capacidad de resolución del detalle fino se disminuye. Esto puede ser más tolerado con una imagen de color que con una imagen monocromática ya que el color esconde mucho el detalle fino en una imagen, pero existe un límite en el cual es pronto encontrado.

# CAPITULO II

LA SEÑAL DE TELEVISION!

La señal de televisión se diseña para transmitir todos los elementos de una imagen en sucesión rápida sobre un sistema electrónico, un circuito cerrado o radiodifusión. La ilusión de movimiento requiere que aparezcan muchas imágenes completas continuas al observador en secuencia rápida.

En televisión, como una forma de comunicación eléctrica, está basada en la conversión continua de la información de luminancia y crominancia de un patrón en señales eléctricas, las cuales son tomadas en la recepción y son reconvertidas en la imagen óptica correspondiente.

#### 11.A. Método de Transmisión.

El principio de transmisión de televisión, reproduciendo imágenes blanco y negro, puede ser sintetizado como sigue: la imagen óptica de la escena a ser transmitida es dividida en pequeños elementos o puntos de imagen. Un convertidor optoelectrónico, usualmente un tubo de cámara, traduce consecutivamente los elementos individuales en información eléctrica dependiendo en su brillantez. Esta señal es luego transmitida a su frecuencia real o después de la modulación en una portadora de RF. Después del proceso adecuado en la terminal receptora, la información es aplicada a un convertidor electro-óptico y reproducido en acuerdo con la distribución de brillo del patrón. Una transmisión continua se asegura, produciendo un número definido de cuadros como en películas de cine.

Además de la señal de video, también se transmiten señales especiales que sirven para mantener la sincronía completa entre la imagen que reproduce el receptor de televisión y la cámara que capta: estas señales son: 1) Impulsos de Sincronía; 2) Impulsos de Borrado.

#### II.A.1. Exploración.

La imagen es dividida en un número de líneas las cuales son exploradas de izquierda a derecha y de arriba a abajo. Para esto el haz explorador es desviado horizontal y verticalmente, escribiendo una línea cuadrículada de exploración. Se transmiten pulsos de sincronía para asegurar que los rayos de lectura y escritura están en operación, cubriendo los elementos de imagen correspondiente y correctamente.

El sistema de televisión emplea un sistema de exploración lineal uniforme. La cámara ve la escena en una proporción uniforme y el receptor reconstruye la imagen en la misma proporción en que la cámara la explora. La exploración convierte los elementos individuales de la imagen del geométrico en el dominio del tiempo. En la figura 2.1 se da una representación simplificada, asumiendo que el rayo explorador regresa al margen izquierdo de la imagen, dentro de un periodo despreciable de tiempo. En general, la señal de corriente obtenida es un tren de pulsos multiformes de valor medio variable, correspondiente al brillo medio de la imagen. Esta señal de corriente, la cual puede contener componentes de muy alta frecuencia debido a los detalles fino de

la imagen, debe ser aplicado al receptor sin distorsión. Este requisito establece las características esenciales del sistema de transmisión.

La exploración de imagen inicia en la esquina superior izquierda de la trama, y mueve una línea a la vez hacia abajo, terminando en la esquina inferior derecha, formando sobre un cierto periodo de tiempo una imagen completa.

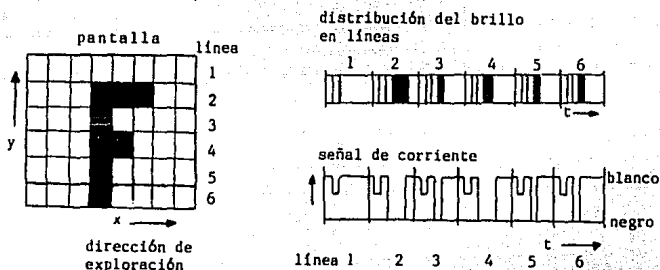


Figura 2.1 - Forma de onda de la señal de corriente en el caso de exploración línea por línea de la pantalla.

Mientras sean presentados treinta imágenes completas continuas en secuencia rápida, se presentará una ilusión de movimiento, será notable un ligero parpadeo, particularmente en los niveles de iluminación utilizados en el tubo de presentación de la televisión. Una razón de repetición de sesenta es más deseable, y eliminará el parpadeo, pero los anchos de banda de señal presentan problemas. Para incrementar la proporción es utilizada una exploración entre azada.

La exploración entrelazada consiste en explorar primero las líneas impares hasta totalizar 262.5, que componen un

campo; después el haz retorna a la parte superior para realizar la exploración del segundo campo. Esto es de las líneas pares. (Para lograr un perfecto entrelazado y que cada campo se inicie en el instante debido, se envían unos pulsos igualadores que se presentan precedentes a los impulsos verticales y también otro grupo de pulsos igualadores después de éstos últimos).

#### 11.A.2. Número de Líneas.

La calidad de la imagen reproducida está determinada por la resolución, la cual es la mejor con el más alto número de líneas, siendo requerido un número mínimo para asegurar que la trama cuadrículada de exploración no perturba al observador. El número de líneas exploradoras se ha establecido en 525 líneas, pero 35 de las líneas exploradoras no son utilizadas para información de imagen activa. Un sistema de cine de 16 mm tiene aproximadamente 450 líneas de resolución.

Imágenes de 405, 525, 625 y 819 líneas, siguen en uso. Siendo la resolución de 405 líneas muy débil, y las frecuencias requeridas para 819 líneas son muy altas, estos valores extremos han sido reemplazados por 625 líneas por el estándar europeo CCIR y 525 líneas por el estándar americana FCC.

En general, los países con una frecuencia de líneas estándar de 60 Hz, utilizan 525 líneas horizontales colocadas en secuencia para formar una imagen completa o CUADRO. Los países con una frecuencia de líneas estándar de 50 Hz, en general, producen un cuadro de imagen de 625 líneas. En un-



En los casos se utiliza una razón de imagen de 4:3.

### 11.A.3. Frecuencia de Repetición de Imagen.

Cuando se determina la frecuencia de repetición de imagen, las características fisiológicas del ojo deben ser consideradas. Para reproducir un movimiento rápido continuo, se requiere de una cierta frecuencia mínima de cuadro para que así no ocurra discontinuidades molestas. En las películas amateur, por ejemplo, se emplean 16 a 18 cuadros por segundo, este es el límite más bajo. Para el cine se utilizan 24 cuadros por segundo. Este número puede también adoptarse para la televisión; sin embargo, considerando el enlace a la frecuencia de suministro AC se ha seleccionado una frecuencia de repetición de imagen ( $f_r$ ) de 25 Hz, para una fuente AC de 50 Hz; y para una fuente de 60 Hz es de 30 Hz.

Sin embargo, la frecuencia de repetición de imagen de 30 Hz no es suficiente para una reproducción de imagen libre de parpadeo; la solución establecida ha sido la exploración entrelazada y las líneas del barrido completo son divididas en dos campos que son entrelazados y transmitidos consecutivamente. Cada campo contiene  $L/2$  (donde  $L$  es el número total de líneas en un cuadro) líneas y es barrido en el intervalo del periodo vertical. Esto quiere decir, que las líneas 1, 3, 5, etc. están en el primer campo y las líneas 2, 4, 6, etc. en el segundo campo; cada campo presenta la mitad de la información (Figura 2.2). Por lo tanto, se tiene que se transmiten 30 cuadros por segundo, donde cada cuadro se

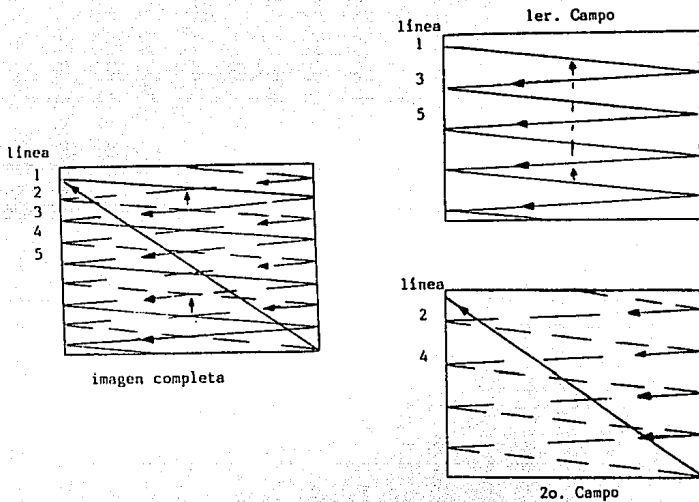


Figura 2.2 - División de la trama completa para el exploración entrelazada.

explora dos veces (medio cuadro = 1 campo) y si en un segundo se transmiten 30 cuadros, por consiguiente se transmiten 60 campos por segundo.

Cuando se reproducen los dos campos es esencial que ellos estén entrelazados perfectamente, puesto que de otra manera el entrelazado de líneas puede causar que el campo de la trama aparezca de una manera muy molesta.

De este modo, 60 campos de 282.5 líneas son transmitidas y la repetición de campo o frecuencia vertical es de  $f_v = 60 \text{ Hz}$ . La línea resultante o frecuencia horizontal se obtiene de  $f_h = 25 \times 625 = 50 \times 312.5 = 15,750 \text{ Hz}$ . Esto es el equivalente en líneas exploradas por segundo.

Con el sistema de exploración entrelazada, el receptor deberá estar sincronizado a la cámara. Para llevar a cabo esto, los pulsos de sincronía son transmitidos en el inicio de cada línea y el inicio de cada campo, para asegurar que la cámara y el receptor están entrelazados.

#### 11.A.4. Ancho de Banda.

Todas las señales de televisión tienen asignado un canal específico de frecuencias, con un ancho de banda de 6 MHz, en la banda de VHF o UHF. Conteniendo la portadora de video, portadora de croma y la portadora de sonido.

La portadora de video modulada en amplitud es transmitida por el sistema de banda residual y se encuentra exactamente a 1.25 MHz de la frecuencia límite inferior del canal. Las bandas laterales superiores se extienden a partir de la portadora hasta 4 MHz como máximo. En lo referente a

las bandas laterales inferiores éstas se transmiten a 0.75 MHz; por lo tanto, la porción lineal que ocupa la portadora de video con sus bandas laterales, aproximadamente es de 4.75 MHz. A partir de los límites máximos y mínimos de las bandas laterales de la portadora de video se dispone en ambos lados las bandas de protección. La dispuesta en la zona correspondiente a la banda residual, sirve para evitar la interferencia de la portadora del canal adyacente inferior, y la colocada al final de las bandas laterales superiores para evitar la interferencia de la portadora del canal adyacente superior.

La portadora de color dispuesta sobre la zona de alta frecuencia de la gama monocromática, se encuentra a 3.58 MHz de la portadora de video y a 0.92 MHz de la portadora de sonido. Realmente, la información de color es doble, pues la señal de croma se forma mediante la mezcla de las bandas laterales correspondientes a la señal Q y a la señal I. Estos componentes transmitidos bajo el sistema de portadora suprimida, quedan distribuidos en la banda del canal como sigue:

- Las bandas laterales de la señal Q son simétricas y varían 0.5 MHz como máximo arriba y abajo de la frecuencia portadora.

- Las bandas laterales correspondientes a la señal I no son simétricas, pues una de sus bandas va incompleta para evitar la interferencia con el sonido. La transmisión de este componente se puede considerar del tipo de banda

lateral residual. Las bandas laterales superiores a partir de la frecuencia subportadora, se extiende a 0.6 MHz aproximadamente; por el contrario las bandas laterales inferiores se extienden a partir de la subportadora a 1.5 MHz.

En la figura 2.3 se muestra la distribución de frecuencias de un canal para transmisión de color.

### 11.B. Señal de Video Compuesta.

La señal de video compuesta, es la señal de televisión completa, consistente de los componentes de la imagen explorada, borrado y sincronía (que está comprendida dentro del intervalo de borrado).

Eliminando la señal de imagen explorada queda una serie de pulsos llamado sincronía compuesta y estos pueden definirse como sigue:

a) LINEA, o Sincronía Horizontal, ocurre una vez cada 63.5  $\mu$ seg o aproximadamente a una razón de 15 KHz y se usa para sincronizar el movimiento del haz explorador de izquierda a derecha en el receptor.

b) CAMPO, o Sincronía Vertical, ocurre una vez cada 16.6 msec o aproximadamente a una razón de 60 Hz y se utiliza para sincronizar el movimiento del haz explorador de la parte inferior a la parte superior de la imagen entre los campos subsiguientes de información.

c) SINCRONIA DE COLOR, o Ráfaga, es una señal de 3.58 MHz ocurriendo una vez por línea para una duración específica y en un tiempo específico y se usa para asegurar

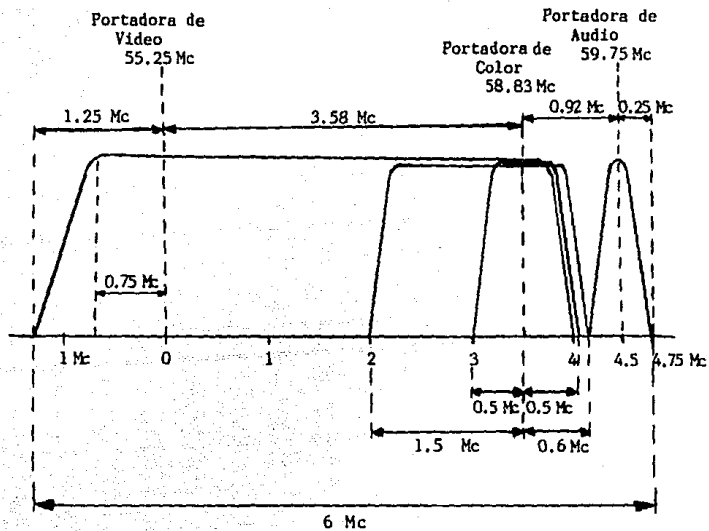


Figura 2.3 - Distribución de frecuencias de un canal para la transmisión en color.

que la información de color presentada por el receptor sea idéntica al obtenido por la cámara.

#### 11.B.1. Señal de Borrado.

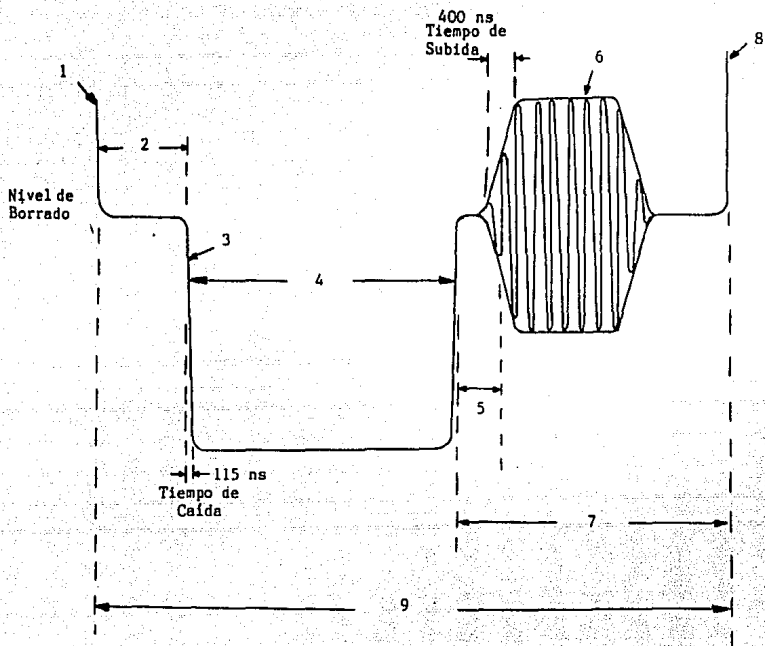
Los impulsos de borrado son los que sirven para impedir que en la pantalla se observen los retornos tanto vertical como horizontal del haz cuando éste regresa para quedar en condiciones de explorar o reproducir los elementos de una nueva línea o un nuevo campo.

#### Impulsos de Borrado Horizontal.

Cuando se dibujan las líneas horizontales en la pantalla, se presenta el problema de los retornos del haz, el movimiento del haz de derecha a izquierda. Este retorno también como el retorno vertical debe ocurrir en forma invisible; por ésta razón la rejilla de control del cinescopio recibe al final de cada línea un impulso de borrado horizontal. El intervalo de borrado horizontal tiene una duración de tiempo total de aproximadamente 11.1  $\mu$ seg; en éste se incluye el umbral anterior, el umbral posterior, la ráfaga de color y la sincronía horizontal que se pueden observar en la figura 2.4.

El Umbral Anterior del borrado horizontal tiene como función primaria borrar la trama del receptor justamente antes del inicio del retrazo horizontal, el tiempo durante el cual el haz electrónico se regresa al lado izquierdo para iniciar el trazado de la próxima línea de imagen.

El Umbral Posterior del borrado horizontal proporciona el borrado de imagen hasta el inicio de la porción activa de



- 1 Información de Video - Lado derecho de la imagen
- 2 Umbral Anterior -  $1.54 \pm 0.05$  useg
- 3 Borde Anterior de la Sincronía
- 4 Sincronía Horizontal -  $4.71 \pm 0.05$  useg
- 5 Breezeway -  $0.75 \pm 0.05$  useg
- 6 Ráfaga de Color - 8 a 11 ciclos  $3.579545$  MHz -  $2.31 \pm 0.07$  useg
- 7 Umbral Posterior
- 8 Información de Video - Lado izquierdo de la imagen
- 9 Borrado Horizontal -  $11.1$  useg

Figura 2.4 - El intervalo Horizontal (las duraciones dadas son típicas).



LA LÍNEA PARA AISLAR LA SINCRONÍA Y EL HAZ DE RETROCESO.

**Sincronía Horizontal.**- Al final de cada línea se presenta un impulso de sincronía horizontal, el cual permite que el haz electrónico del tubo de imagen, retorne del extremo derecho de la pantalla al izquierdo de la misma, para que quede en condiciones de iniciar el trazo de una nueva línea y en resonancia con los movimientos del haz explorador del tubo de cámara.

**Señal de Ráfaga o Sincronía de Color.**- El impulso de sincronía de color es incluida normalmente durante la transmisión de color. Esta señal da una referencia fija de fase y amplitud constante al receptor para habilitarlo y así decodificar correctamente la fase y amplitud variable de la información de color en la línea que sigue.

Puesto que esta señal de sincronía de color deberá tener amplitud y fase constante y es uno de los componentes de más alta frecuencia de la señal de video, entonces se usa durante la reproducción para hacer que la señal recubierta se ecualice correctamente.

Existen otras señales de control de tiempo en el sistema de televisión, las cuales también se derivan de la información de la razón horizontal o tienen una relación con ella:

**Impulso Horizontal:** Este es un pulso de aproximadamente 6.35 useg cuyo borde anterior coincide con el borde anterior de la sincronía horizontal. Se utiliza principalmente en

cámaras; y algunas grabadoras de video hacen uso de esta señal en sus dispositivos de corrección de base de tiempo.

**Compuerta de Ráfaga:** Este es un pulso de aproximadamente 2.3  $\mu$ seg, cuyo borde anterior se retarda aproximadamente 5  $\mu$ seg del borde anterior de sincronía. Se usa para desbloquear periódicamente, en la proporción correcta de la subportadora de color, sobre el umbral posterior de la señal de video compuesta.

**Subportadora de Color:** Es una señal de RF continua de exactamente 3.579545 MHz  $\pm$  5 Hz, utilizado para definir la fase y amplitud de la información cromática en la forma de onda de video. La relación entre la subportadora de color y las señales de tiempo principales son:

$$\text{Razón Hznal} = (2)(3.579545 \text{ MHz}) / 455 = 15,734.3 \text{ Hz}$$

$$\text{Periodo Hznal} = 63.55 \mu\text{seg}$$

$$\text{Razón Vertical} = \text{Razón Hznal} / 262.5 = 15,734.3 / 262.5 = 59.94 \text{ Hz}$$

$$\text{Periodo Vertical} = 16.68 \text{ mseg}$$

$$\text{Razón de Cuadro} = \text{Razón Hznal} / 525 = 15,734.3 / 525 = 29.97 \text{ Hz}$$

$$\text{Periodo de Cuadro} = 33.36 \text{ mseg}$$

**Borrado Compuesto:** Es una señal que en un vistazo rápido puede confundirse con la sincronía compuesta, puesto que contiene los pulsos de sincronía de razón vertical y horizontal. Sin embargo, los anchos de pulsos difieren, el borrado horizontal es de una duración de 11.1  $\mu$ seg y el borrado vertical es de una duración de 21 líneas.

### Impulsos de Borrado Vertical.

Cuando el haz electrónico se encuentra en la parte inferior de la pantalla, justamente al terminar el trazo de la línea número 262.5, se dice que ha terminado la exploración de un campo; por lo tanto, hay necesidad de que el haz explorador, para iniciar las líneas que corresponden al campo siguiente, sea llevado a la parte superior de la pantalla; este retorno se hará en forma invisible, esto se logra con los impulsos de borrado vertical, que impiden el paso del haz electrónico hacia la pantalla. Se aplican en forma de un potencial negativo a la rejilla de control del cinescopio, y poseen la suficiente amplitud como para llevar al punto de corte a la corriente de pantalla del cinescopio. Tiene una duración total aproximadamente de 21 líneas de televisión. El intervalo de borrado vertical mantiene una relación definida a la frecuencia de línea de potencia. Con el advenimiento de la televisión a color, los 60 ciclos estándar de razón vertical del sistema de televisión americano, requirió de una ligera modificación a razón de 59.94 ciclos. En el intervalo de borrado vertical se incluyen los pulsos de pre-ecualización, los pulsos de post-ecualización, la sincronía vertical y el umbral posterior, esto se puede observar en la figura 2.5.

El área más importante del intervalo vertical es el periodo de nueve líneas, comprendiendo los pulsos de pre-ecualización, los pulsos cerrados de sincronía vertical y los pulsos de post-ecualización. El resto del intervalo se

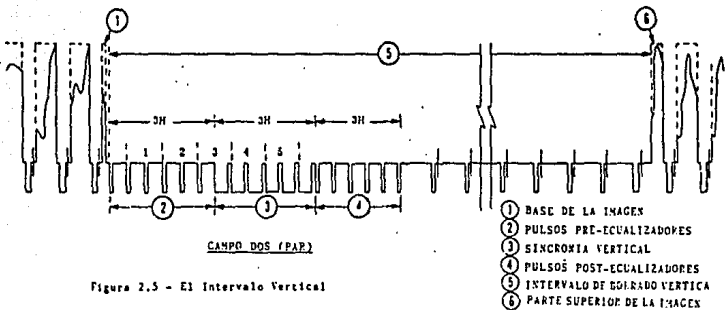
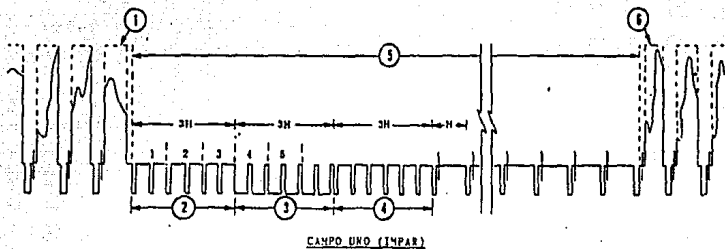


Figura 2.5 - El Intervalo Vertical

utiliza en los sistemas de transmisión para la inserción de señales de prueba y en la videograboras como un periodo de referencia para recalibrar o restablecer dispositivos de corrección interna.

**Pulsos de Pre-Ecuación.-** La función de los seis pulsos de pre-ecuación en el inicio del intervalo del borrado vertical es para asegurar que la imagen de televisión mantiene un entrelazado apropiado. Existen seis de estos pulsos, cada uno con aproximadamente una duración de 2.4  $\mu$ seg, ocurriendo durante un periodo de tres líneas de televisión, por tanto se dice que éstas ocurren a una razón de línea doble o un periodo de línea media a una frecuencia aproximada de 31.5 KHz.

**Sincronía Vertical.-** Este permite que el haz electrónico regrese en el momento preciso del punto inferior de la pantalla al punto superior de la misma, para dejar al haz electrónico en condiciones de iniciar las líneas de un nuevo campo. A primera vista este pulso puede verse muy similar al periodo de pulsos de ecuación, pero haciendo un examen más cercano muestra que la sincronía vertical tiene un valor promedio negativo mucho más grande, que es un periodo de tres líneas en la señal compuesta de televisión. Esta razón negativa-positiva se utiliza ampliamente en equipo de televisión para entregar un solo pulso, el cual provee la referencia de tiempo vertical para el sistema.

**Pulsos de Post-Ecuación.-** Estos seis pulsos, que son idénticos a los pulsos de pre-ecuación en cuanto al

ancho del pulso, razón de repetición y duración, no tiene uso corriente en el sistema de televisión. Originalmente ellos, como los pulsos de pre-equalización y de sincronía, fueron utilizados para mantener el entrelazado en los primeros sistemas de televisión, pero con el advenimiento de circuitería más moderna y más estable, la necesidad de estos pulsos de post-equalización se eliminó.

### 11.8.2. Identificación de Campo - Cuadro.

Como fue descrito antes, cada imagen de televisión está formada de dos campos entrelazados, los cuales son después llamados un CUADRO. Hay un intervalo de borrado vertical completo asociado con cada campo, y en tanto que cada intervalo de tiempo contiene el mismo tipo de información, el mismo número de pulsos y dura aproximadamente el mismo tiempo, estos son diferentes de uno a otro y debido a esta diferencia de uno a otro, provee medios para identificar el Campo Uno y el Campo Dos.

Si consideramos el intervalo vertical a ser el inicio del campo, y comparamos los intervalos para los campos uno y dos, aparecen seis diferencias:

1. El inicio del campo Uno es precedido por una línea completa de video; el inicio del campo Dos es precedido por una mitad de línea de video.

2. El borde anterior de la sincronía vertical del campo Uno en tiempo coincide con los bordes anteriores de los pulsos de sincronía horizontal; para el campo Dos hay la

mitad de camino entre ellos.

3. La primera línea de exploración activa en el campo Uno inicia en la esquina superior izquierda de la trama; y en el campo Dos inicia en el centro superior.

4. La última línea de exploración activa en el campo Uno termina en el centro interior de la trama; en el campo Dos finaliza en la esquina inferior derecha.

5. Las líneas de exploración para el campo Uno son numeradas empezando con el primer pulso ecualizador; y en el campo Dos con el segundo pulso ecualizador.

6. El primer pulso de sincronía horizontal en el intervalo para el campo Uno, ocurre una media línea después del último pulso de post-ecualización; y en el campo Dos ocurre una línea completa después del último pulso de post-ecualización.

# CAPITULO III

NORMAS DE GRABACION DE  
SEÑALES DE TELEVISION



### III.A. Sistema de Color NTSC.

El sistema de color empleado en Estados Unidos, Canadá, México, Japón y algunos países de Latinoamérica; es llamado el Sistema NTSC, que significa Comité de Sistemas de Televisión Nacional (National Television Systems Committee). Este sistema fue aprobado por el FCC (Federal Communications Commission) a finales de 1953. Con algunas modificaciones, el sistema original formulado en 1953 continúa en uso. Para la realización del sistema se formó un cuadro de expertos para organizar y llevar a cabo la investigación y desarrollo de un sistema de color compatible.

#### Compatibilidad significa:

(1) Que los receptores monocromáticos deben recibir señales de color en monocromo, por ejemplo, una señal de color obtenida por un receptor blanco y negro debe reproducir el contenido de brillo de la señal correctamente en blanco y negro; la información de color no debe causar un componente indeseable en el receptor de blanco y negro.

(2) Los receptores de color deben recibir señales monocromáticas en monocromático, esto es que una señal blanco y negro obtenida por un receptor de color debe reproducir la señal correctamente en sombras de gris y sin componentes falsos o espurias de color.

(3) La transmisión de color debe ocupar el mismo ancho de banda como el ocupado por una transmisión monocromática.

(4) Que exista transmisión de información de color únicamente cuando el color haya sido registrado, por ejemplo, no hay transmisión de información de color cuando la cámara de color estuviera registrando blanco, negro o sombras de gris. El sistema de color debe también ser capaz de transmitir la gama completa de colores que el observador con visión normal de colores puede percibir.

### III.A.1. Sistema de Color Aditivo.

En un sistema de color, la luz es transformada en voltajes adecuados que son procesados y transmitidos. El receptor invierte el proceso y convierte los voltajes de nuevo en luz. Se utilizan tres fósforos y dependiendo de la excitación relativa se puede producir el blanco, el gris, negro o cualquiera de los colores en la porción visible del espectro. Colocando los fósforos muy cerca y haciendo los puntos de fósforo individuales muy pequeños, la estructura del punto de la imagen no es visible a una distancia de observación normal. El sistema empleado es un sistema aditivo de color (mezcla de luces) diferente al proceso subtractivo que normalmente se utiliza. La visión normal de color es un proceso subtractivo.

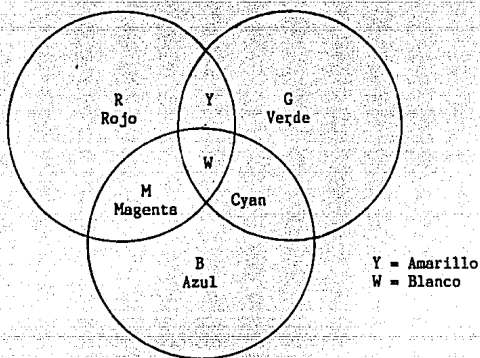
Los tres colores primarios elegidos para el sistema NTSC fueron: el rojo, el verde y el azul.

Se hubiera podido haber escoger tres colores primarios cualesquiera para el sistema NTSC, pero los tres que fueron elegidos dan la gama de reproducción de color más amplia, aproximadamente un tercio más grande que el que

puede ser logrado por impreso de color o película de color.

Una combinación primaria debe ser tal que la adición de cualquiera de los dos primarios no resultará en el tercer color primario, en otras palabras es que el primario no puede ser duplicado por cualquier combinación de los otros colores.

El diagrama siguiente presenta la regla básica de adición de color RGB (por sus siglas en inglés, "Red", "Green" y "Blue").



Cuando los tres colores se superponen, resulta el blanco. El amarillo resulta del rojo y verde; el magenta resulta del rojo y azul; y de la combinación azul y verde resulta el cian (azul verdoso).

Entonces, se tiene que:

$$R + B + G = \text{Blanco}$$

$$R + B = \text{Magenta}$$

$$M + G = \text{Blanco}$$

$$R + G = \text{Amarillo}$$

$$Y + B = \text{Blanco}$$

$$G + B = \text{Cyan}$$

$$Cy + R = \text{Blanco}$$

El amarillo es el complemento del azul.

El magenta es el complemento del verde.

El cyan es el complemento del rojo.

### III.A.2. Características del Color.

Un objeto iluminado tiene tres características

básicas:

- (a) Brillantez (o luminosidad)
- (b) Saturación (intensidad, pureza o libertad de dilución por blanco)
- (c) Tinte (longitud de onda)

Estas tres características deben transmitirse correctamente para satisfacer los cuatro requisitos establecidos anteriormente.

La BRILLANTEZ de un color es la característica que nos permite determinar la luminosidad o brillo específico de los colores es decir, que cada uno de los colores básicos que la vista puede detectar en la banda cromática, posee una determinada luminancia; es decir que cada uno de los colores básicos que la vista puede detectar en la banda cromática,

posee una determinada luminancia; es una función de la respuesta característica del ojo humano. El ojo tiene máxima sensibilidad al verde, una moderada sensibilidad al rojo y poca sensibilidad al azul. Por tanto, la energía verde produce alto brillo y la energía azul produce baja brillantez.

La SATURACION de un color es una indicación de la pureza de un color o ausencia de blanco. Esto significa la diferencia entre "amarillo pálido" y "amarillo intenso", por ejemplo. Y es una medida de contaminación de un color puro de una longitud de onda única con blanco, u otros colores. Por ejemplo, el rojo saturado (100% de saturación) no contiene componente azul o verde. Si se le añade un 75% de blanco, el rojo resultante (75% de saturación) se vuelve rosa. Los colores puros tienen saturación máxima, los colores pasteles tienen una saturación mucho más baja.

El TINTE de un color es la indicación de su longitud de onda predominante y por lo tanto el color que el ojo percibe, el color real, tal como el azul, amarillo, etc.

De las tres características anteriores, únicamente la información de brillantez puede utilizarse por un receptor blanco y negro. Las tres características deben estar disponibles para el receptor de color.

El componente de "brillantez" de una señal de color se llama luminancia y se designa por el símbolo Y. Para satisfacer el requisito de compatibilidad blanco y negro, debe derivarse de la cámara de color una señal de ancho de

banda completa, representando los componentes de brillantez únicamente de la escena iluminada siendo televisada. Basándose en la sensibilidad del ojo, el componente de brillo de una cámara RGB ha sido definido como:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

Ya que las sensibilidades de los tres tubos no son iguales, las ganancias de los pre-amplificadores asociados son ajustados así cuando el blanco pico está siendo explorado o registrado, cada pre-amplificador produce un voltaje a la salida, dando a Y un valor de 1 Vp-p.

### III.A.3. Derivación de Saturación y Tinte (Crominancia).

La información de saturación y tinte se transmite modulada por dos de las tres señales de color menos su componente de brillo, Y. Estas son conocidas como las señales de diferencia de color.

En la figura 3.1 se muestra la derivación de las señales diferencia de color:

Se observa que la señal Y completa es sustraída de las señales rojo y azul. Por lo tanto:

$$E_{r-y} = 0.70 E_r - 0.59 E_g - 0.11 E_b$$

$$E_{b-y} = 0.30 E_r - 0.59 E_g - 0.89 E_b$$

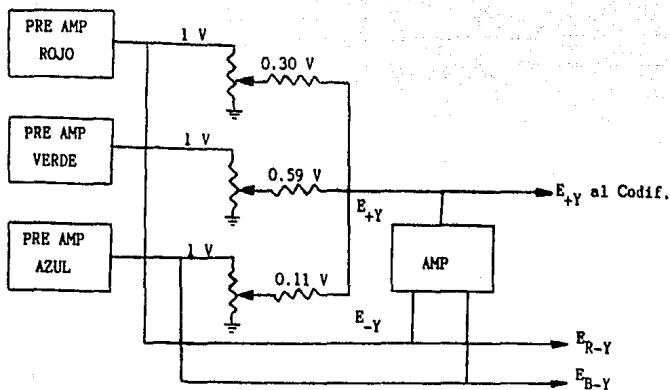


Figura 3.1 - Derivación de las señales diferencia de color.

La señal  $E_{g-y}$  no es derivada en la cámara porque puede ser reconstruida en el receptor por una combinación conveniente de  $R-Y$  y  $B-Y$ .

$$E_{g-y} = -\frac{0.30}{0.59} (E_r - E_y) - \frac{0.11}{0.59} (E_b - E_y)$$

ó

$$E_{g-y} = -0.51(E_r - E_y) - 0.19(E_b - E_y)$$

#### MODULACION EN CUADRATURA.

$$E_y = 0.30 E_r + 0.59 E_g + 0.11 E_b$$

$$E_r - E_y = 0.70 E_r - 0.59 E_g - 0.11 E_b$$

$$E_b - E_y = -0.30 E_r - 0.59 E_g + 0.89 E_b$$

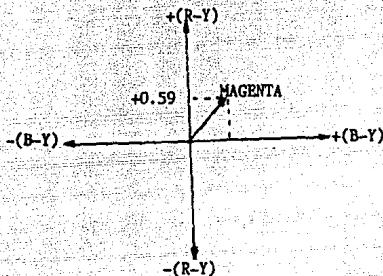
A.) Si asumimos magneta 100% saturado (rojo y azul)

$$E_y = 0.30 E_r + 0.11 E_b = + 0.41 V$$

$$E_r - E_y = 0.70 E_r - 0.11 E_b = + 0.59 V$$

$$E_b - E_y = -0.30 E_r + 0.89 E_b = + 0.59 V$$

La gráfica vectorial es la siguiente:



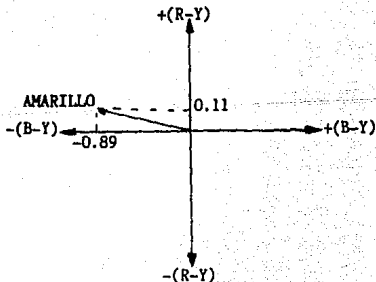
B.) Asumir amarillo 100% saturado (rojo y verde)

$$E_y = 0.30 E_r + 0.59 E_g = + 0.89 V$$

$$E_r - E_y = 0.70 E_r - 0.59 E_g = + 0.11 V$$

$$E_b - E_y = -0.30 E_r - 0.59 E_g = - 0.89 V$$

Vectorialmente tenemos:





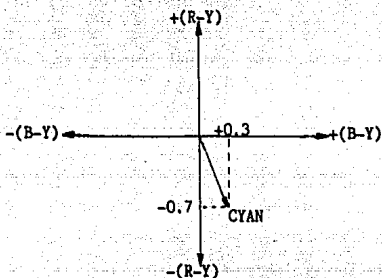
C.) Asumiendo el cian 100% saturado (verde y azul)

$$E_y = 0.59 E_g + 0.11 E_b = + 0.7 V$$

$$E_r - E_y = -0.59 E_g - 0.11 E_b = - 0.7 V$$

$$E_b - E_y = -0.59 E_g + 0.89 E_b = + 0.3 V$$

Graficando vectorialmente obtenemos:



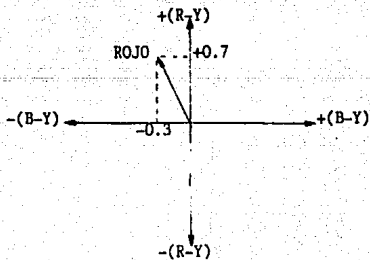
D.) Asumiendo rojo 100% saturado

$$E_y = 0.30 E_r = + 0.3 V$$

$$E_r - E_y = 0.70 E_r = + 0.7 V$$

$$E_b - E_y = -0.30 E_r = - 0.3 V$$

Graficando vectorialmente tenemos:



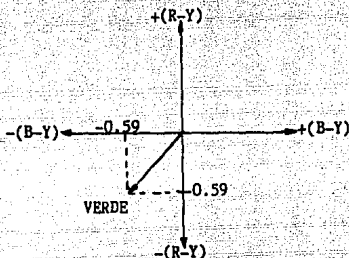
E.) Ahora si asumimos el verde 100% saturado

$$E_y = 0.59 \quad E_g = + 0.59 \quad V$$

$$E_r - E_y = -0.59 \quad E_g = - 0.59 \quad V$$

$$E_b - E_y = -0.59 \quad E_g = - 0.59 \quad V$$

La representación vectorial que obtenemos es:



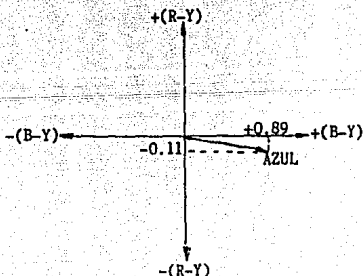
F.) Y asumiendo el azul 100% saturado

$$E_y = 0.11 \quad E_b = + 0.11 \quad V$$

$$E_r - E_y = -0.11 \quad E_b = - 0.11 \quad V$$

$$E_r - E_y = +0.89 \quad E_b = + 0.89 \quad V$$

Tenemos en la gráfica vectorial:



G) Por último asumimos el blanco 100% (R + G + B)

$$E_y = 0.30 E_r + 0.59 E_g + 0.11 E_b = 1.0 V$$

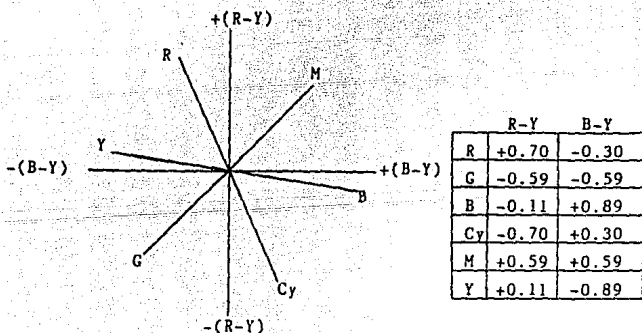
$$E_r - E_y = 0.70 E_r - 0.59 E_g - 0.11 E_b = 0.0 V$$

$$E_b - E_y = -0.30 E_r - 0.59 E_g + 0.89 E_b = 0.0 V$$

Los análisis anteriores se aplican a colores de cualquier saturación. Para colores saturados 50%, las amplitudes del vector croma son 50% menos que para el 100% de saturación. Los valores de luminancia son también reducidos proporcionalmente.

Se observa que las señales diferencia de color son siempre cero para cualquier valor de gris, desde el negro al pico blanco, satisfaciendo el requisito de que ninguna información de color es transmitida cuando la cámara está explorando negro, blanco o gris.

Enseguida vemos el diagrama de vectores de los colores 100% saturados y la relación entre ellos.



Se observa del diagrama de vectores que la amplitud de un primario es idéntico a su complemento pero de signo opuesto, esto es 180 grados aparte.

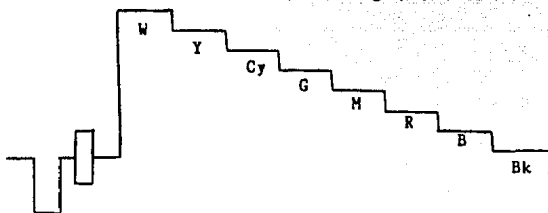
Si obtenemos las gráficas de barras con los valores de luminancia y crominancia para colores 100% saturados, tendremos las siguientes gráficas con ayuda de la tabulación:

COLOR	Ey	Ecroma	$\varphi$
R	0.30	0.76	113°
G	0.59	0.83	-135°
B	0.11	0.89	- 7°
Cy	0.70	0.76	- 67°
M	0.41	0.83	45°
Y	0.89	0.89	173°

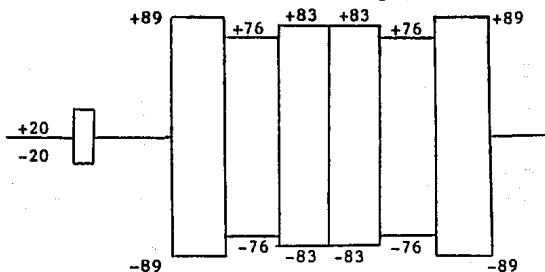
De la figura anterior de una línea horizontal de barras de colores 100% saturado se observa que el sistema es inapropiado para la transmisión. La portadora sería interrumpida por recorridos pico positivo de amarillo, cyan magenta, y además mal sobre-modulado en recorridos pico negativo de azul. Por esta razón las señales son alimentadas a una matriz resistiva y sus amplitudes son reducidas a un valor menor, de esta manera, para colores saturados 100%, el recorrido positivo máximo de croma en amarillo no excede 133 unidades IRE (Instituto de Ingenieros de Radio) y el recorrido negativo máximo de azul es de -33 unidades.

Los factores de corrección para conseguir estos límites prácticos de recorrido son: 0.877(R-Y) y 0.493(B-Y)

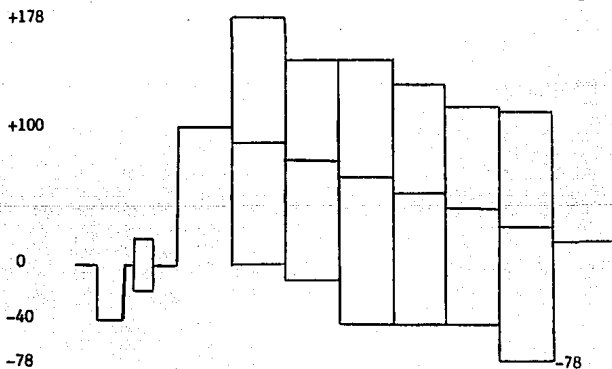
VALOR DE LUMINANCIA PARA COLOR 100% SATURADO (Sin Corregir)

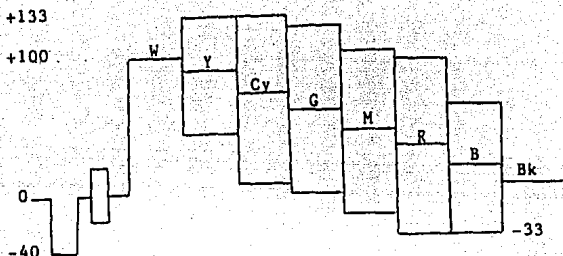


VALOR DE CROMINANCIA PARA COLOR 100% SATURADO (Sin Corregir)



LUMINANCIA Y CROMINANCIA COMBINADOS PARA COLOR 100% SATURADO (Sin Corregir)





LUMINANCIA Y CROMINANCIAS COMBINADAS AL 100% DE SATURACION (Corregido)

#### III.A.4 Requisitos del Ancho de Banda de Crominancia.

Estudios hechos por los miembros del NTSC, a finales de los años '40 y a principios de los '50, probaron que la agudeza de la vista humana era máxima para ciertos colores y mínima para otros. Se realizó una prueba colocando pedacitos o astillas coloreadas en un patrón al azar y con personas con visión de color normal, éstas identificaron los colores y luego se reordenaron los pedacitos de color y se repitió la prueba doblando la distancia cada vez; estos estudios demostraron que en la región de amarillo-naranja el ojo puede distinguir diferencia de color cuando el detalle era ligeramente pequeño, en tanto que en la región de verde-cyan los objetos pequeños eran percibidos como sombras de gris. En las bases de estos resultados de prueba se decidió cambiar las señales R-Y y B-Y 33 grados en contrasentido horario, para colocar la señal R-Y cambiada en

el eje de máxima agudeza y la señal B-Y cambiada en el eje de agudeza mínima.

Hemos visto que la mezcla de las señales R-Y y B-Y en proporción y polaridad conveniente nos proporciona cualquier color. Sin embargo, estas señales no son empleadas en el proceso de transmisión, pues existen otros componentes que se ajustan mejor a las características del órgano visual, estas señales son:

- (1) La señal I en fase ("In phase").
- (2) La señal Q en cuadratura ("Quadrature").

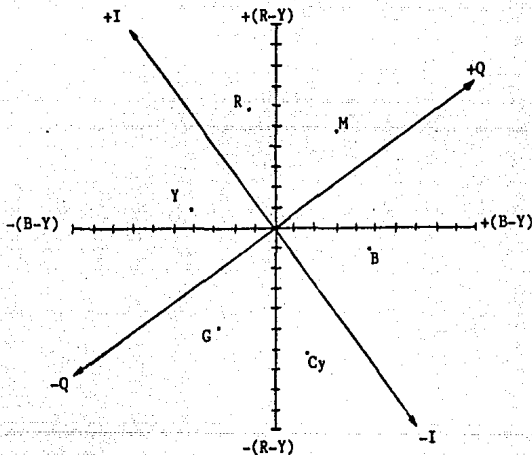
La señal I básicamente se puede considerar como una posición o parte de la señal de croma, cuyo componente por su ancho de banda representa la información de alta definición. Esta señal, con un ancho de banda que varía de 0 - 1.5 MHz aproximadamente, representa en la gráfica de colores un componente cromático que puede variar del naranja al cian. Por el contrario la señal Q componente también de la señal de croma, representa la información cromática de baja definición, pues su ancho de banda solamente fluctúa de 0 - 0.5 MHz; esta señal dentro de la gráfica de colores representa la información magenta. Estos componentes de señal combinados en diversas proporciones, aportan una extensa gama de colores o matices, lo cual permite reproducir una escena cromática aceptable. Ya que ambas señales se cambiaron en la misma proporción, su relación original de 90 grados se mantiene.

Los valores de  $E_r$  y  $E_b$  aplicando los factores de reducción (0.877 R-Y y 0.493 B-Y) son:

$$E_r = 0.60 E_r - 0.28 E_g - 0.32 E_b$$

$$E_b = 0.21 E_r - 0.52 E_g + 0.31 E_b$$

El diagrama vectorial muestra la localización de los colores primarios y complementarios, con respecto al eje I y Q para señales 100% saturadas corregidas:



### III.A.6. Elección de la Frecuencia Subportadora NTSC.

La idea decisiva en el método de transmisión de color que fue seleccionado es derivado del análisis espectral de la señal de luminancia o Señal de Video Compuesta. Únicamente ciertos componentes de frecuencia ocurren en el espectro de la señal de video compuesta, estos compo



mentos son principalmente múltiplos de la frecuencia de línea debido al procedimiento de exploración periódica. Entre estos grupos de frecuencia el espectro muestra intervalos de energía significativos. El espectro de la señal de color consiste únicamente de múltiplos de la frecuencia de línea y de las bandas laterales correspondientes. Por consiguiente, es conveniente insertar la información de color en los intervalos del espectro de frecuencia de la señal de video compuesta. Esto se logra modulando la señal de crominancia en una subportadora de color cuya frecuencia se localiza entre los componentes de frecuencia de la señal de video compuesta.

La elección de la frecuencia subportadora fue dictado según las siguientes consideraciones:

1. Tiene que ser suficientemente alta para modular  $\pm 1.5$  MHz para la señal I y  $\pm 0.5$  MHz para la señal Q.
2. Tiene que ser suficientemente alta para ofrecer una mínima interferencia en el receptor blanco y negro.
3. Tiene que llevar una relación armónica impar de la razón armónica impar de la mitad de la razón lineal y su choque con la portadora de sonido tiene que producir un mínimo de efectos de distorsión.

Cálculos iniciales indicaron que una frecuencia, con 455 veces dividida a la mitad la razón lineal sería ideal.

Esta frecuencia era:

$$f_{..} = \frac{15750}{2} \times 455 = 3.583125 \text{ MHz}$$

Desafortunadamente esta frecuencia cuando choca con la portadora de sonido de 4.5 MHz, produjo una armónica par de la razón lineal, produciendo una interferencia de imagen visible como una función del contenido de audio. Una desviación o compensación ligera de la portadora de sonido de 4.5 MHz solucionaría el problema, pero por 1953 la mayoría de los receptores blanco y negro empleaban sistemas de sonido interportadora, por ejemplo utilizaban una placa de circuitos impresos con las etapas de frecuencia intermedia (FI) comunes para imagen y sonido con un filtro fino sintonizado a 4.5 MHz en el detector. Por esta razón la portadora de sonido de 4.5 MHz no puede ser tocada.

En lugar de ello la frecuencia horizontal fue cambiada ligeramanete de 15,750 Hz a 15,734 Hz. Este cambio iba bien dentro del rango de los circuitos AFC horizontal de blanco y negro. A medida que la razón de campo es disminuida de la razón lineal, el original  $f_v = 60 \text{ Hz}$  se vuelve  $f_v = 59.94 \text{ Hz}$ .

Tomando la 455ava. armónica de la mitad de la nueva frecuencia de línea dió por resultado:

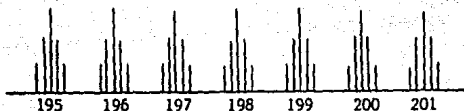
$$f_{..} = \frac{15,734.264 \times 455}{2}$$

$$f_{..} = 3.579545 \text{ MHz}$$

Cuando esta frecuencia subportadora golpea con la portadora de audio de 4.5 MHz, produce una diferencia de frecuencia, la cual es una armónica impar de la razón lineal y

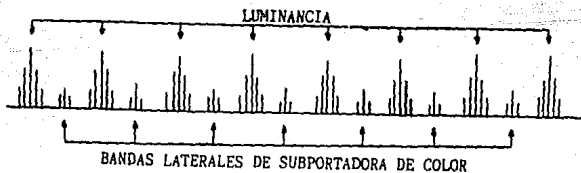
por lo tanto es una mínima interferencia de sonido.

El proceso de elegir una subportadora, un múltiplo impar de la mitad de la razón lineal, se llama frecuencia entrelazadora. Si examinamos una señal de televisión blanco y negro de 525 líneas en un analizador de espectros, se observa que aparece la energía agrupada como armónicas de la razón lineal y de campo.

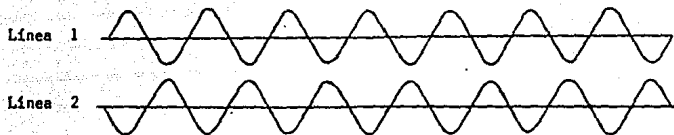


ARMONICAS DE LA FRECUENCIA LINEAL

También se puede observar que existe espacio entre las líneas de los grupos de armónicas para inserción de información, dado que la información es un múltiplo impar de la mitad de la razón lineal. Esta es la relación exactamente de la subportadora de 3.579545 MHz a la razón lineal de 15,734.264 Hz.



Esta relación produce una interferencia mínima en el receptor blanco y negro debido a la siguiente razón: ya que la subportadora es un múltiplo impar de la mitad de la razón lineal, una línea dada en un cuadro dado tendrá una amplitud y una fase de croma dado. Esta misma línea con el mismo contenido de croma, 1/30 de segundo más tarde tendrá la misma amplitud de croma, pero la subportadora será ahora 180 grados invertido con respecto al de 1/30 de segundo más temprano.

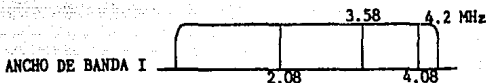


El efecto es de una casi completa cancelación visual de cualquier componente de 3.579545 MHz, en el receptor blanco y negro. Deberá ser establecido que debido a esta compensación de media línea de la subportadora contra la razón lineal, la fase de color NTSC se repite a una razón de 15 Hz. Esto quiere decir que se requieren cuatro campos para un "cuadro" de color.

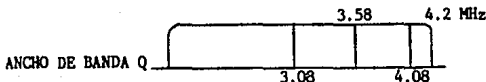
#### III.A.7. Utilización del Ancho de Banda de 4.2 MHz.

El ancho de banda autorizado por la FCC, para la transmisión de video es de 4.2 MHz. El ancho de banda del componente I, debido al filtro paso bajas de 1.5 MHz, es de 3.58 MHz  $\pm$  1.5 MHz, pero la banda lateral superior excede la

la especificación FCC y extenderse dentro y detrás de la portadora de sonido de 4.5 MHz. Por esta razón, únicamente 0.5 MHz de la banda lateral superior es transmitida, con la banda lateral inferior de 1.5 MHz completa. La supresión de la banda lateral superior es llevado a cabo en el codificador.



El ancho de banda Q de  $3.8 \pm 0.5$  MHz, no da problema y por consiguiente, ambas bandas laterales son transmitidas.



Recapitulando lo anteriormente dicho, la subportadora de color de 3.579545 MHz, es un múltiplo impar de la mitad de la frecuencia de línea para producir una mínima interferencia de imagen y sonido en los receptores de blanco y negro y mínima interferencia de sonido en los receptores de color. La señal diferencia de color I, modula esta subportadora + 0.5 MHz y - 1.5 MHz. La señal diferencia de color Q, modula esta subportadora  $\pm 0.5$  MHz.

Únicamente las bandas laterales de la subportadora de 3.58 MHz son generadas. La subportadora es suprimida. Cuando la cámara de color está registrando blanco, negro o gris.

las señales diferencia de color son cero y no hay salida de los moduladores balanceados.

### III.A.8. El Generador de Sincronía de Color.

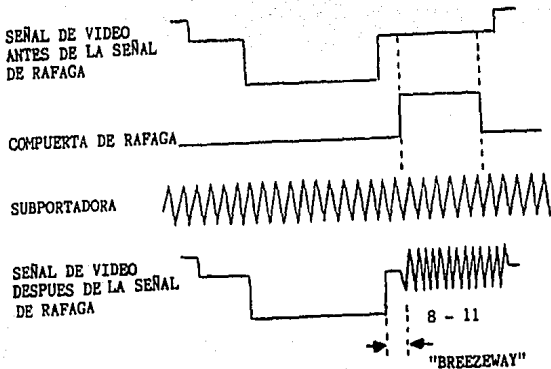
El sistema NTSC requiere que la subportadora de color sostenga la relación establecida para la frecuencia de línea. Por esta razón, el generador de sincronía de color debe derivar todas sus salidas como una cuenta regresiva de la subportadora de 3.579545 MHz, de este modo cualquier giro en la frecuencia subportadora, asegurará que resultará un cambio comparable en la frecuencia de línea horizontal.

Las salidas que se obtienen del generador de sincronía de color, son las siguientes:

1. Subportadora de 3.579545 MHz.
2. Direccionamiento Horizontal.
3. Direccionamiento Vertical.
4. Sincronía Compuesta.
5. Borrado Compuesto.
6. Compuerta de la Sincronía Cromática.

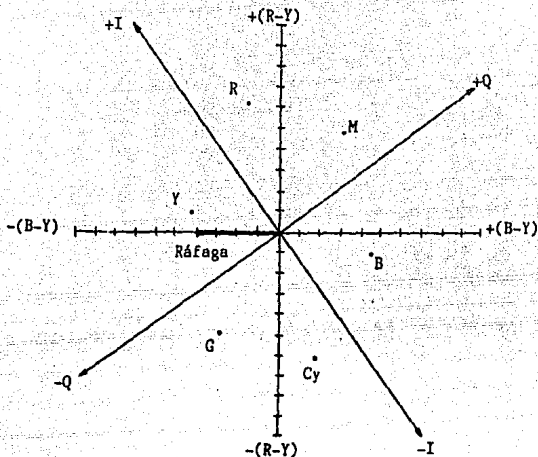
La compuerta de la señal de sincronización cromática, es un pulso ocurriendo en la razón lineal y sincronizado para coincidir con un periodo en el umbral posterior, donde la ráfaga de color o señal de sincronización cromática, será añadida en el codificador.

La especificación NTSC, requiere de 8 - 11 ciclos de subportadora en el umbral posterior. El área entre el borde de salida de la sincronía horizontal y el inicio de la sin-



cronización cromática, es llamado "breezeway" y debe ser de un ancho de entre 0.38 us y 0.5 us.

La función de la señal de ráfaga es enfasar un oscilador de 3.579545 MHz en el receptor de color, el cual decodificará la información de cromo entrante. La señal de ráfaga de color es transmitido durante el umbral posterior para el campo entero y es deshabilitado únicamente durante el periodo de compuerta vertical 9H cuando pre-equalizadores, sincronía dentado vertical, y post-equalizadores están siendo transmitidos. La fase de la ráfaga con relación a  $+(B-Y)$  es 180 grados ó en  $-(B-Y)$ . En la figura siguiente se muestra su relación con respecto a B-Y, R-Y, I, Q y los colores primarios y complementarios. La amplitud de la ráfaga será 40 IRE divisiones pico a pico.



### III.A.9. El Cuadro NTSC y el Sistema de Grabación de Video.

En el sistema de televisión a color NTSC ocurre una secuencia de cuatro campos, debido a la relación entre la señal vertical (o razón de campo,  $F_v$ , de 59.94 Hz, y las otras frecuencias de la señal compuesta.

La frecuencia de línea,  $F$ , es de  $525 \times F_v / 2 = 15,734$  Hz. Las relaciones entre  $F_v$  y  $F$  se repiten cada dos campos, definiendo un cuadro monocromo.

Los sistemas de grabación monocromáticos, graban una señal de 30 Hz en la pista de control. A esta señal se le llama un pulso de edición o pulso de cuadro en pista de control. Durante la reproducción, el servo de la videogradora igualará la señal de 30 Hz de compensación de la cinta, con



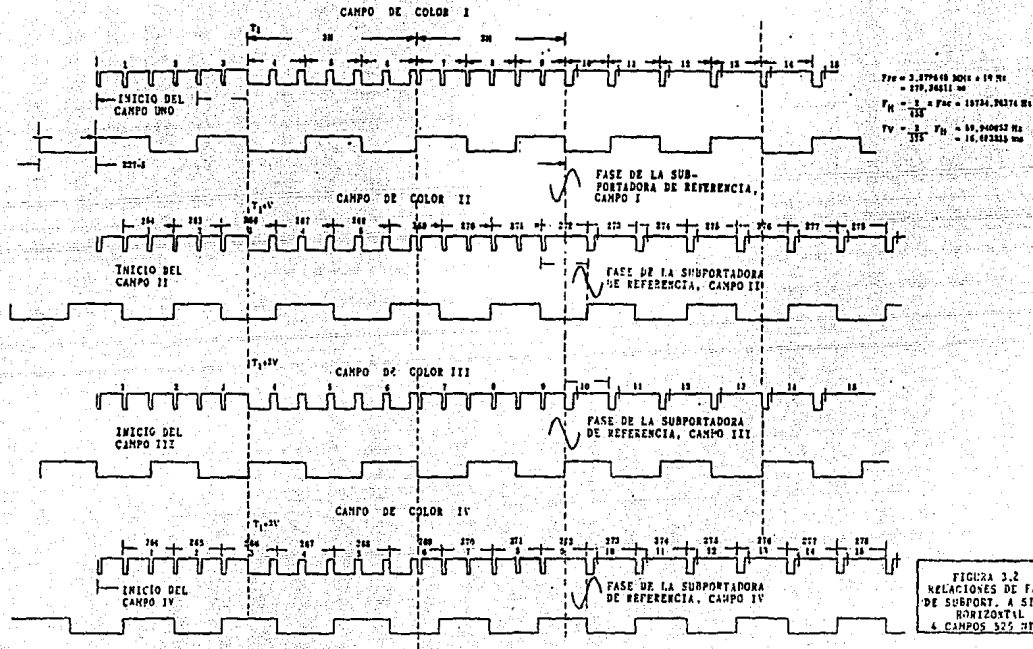
la estación de referencia de 30 Hz. Cuando se edita, la relación de campo par/campo impar se sostiene.

La frecuencia subportadora  $F_{sc}$  es de  $(455 \times 525 \times F_v) / 4 = 3.58$  MHz. El número más pequeño de campos, que produce un número entero de periodos de la subportadora, entre dos componentes verticales es de cuatro campos. Existe un componente de la señal de televisión de  $F/2$ , el cual es de 7.8 KHz. Esta frecuencia puede expresar la relación de sincronía a ráfaga, a medida que la sincronía cromática (ráfaga), cambia de fase en una base de línea por línea. Por lo tanto, la relación a sincronía es la mitad de su frecuencia repetitiva.

En la figura 3.2 se basa en la norma RS-170A, que es la Salida de Amplificador Lineal de la Imagen Propuesta. Una onda cuadrada de 7.8 KHz se añade para acentuar la relación de sincronía horizontal a subportadora, durante el periodo de cuatro campos.

La norma RS-170 especifica que los ceros que atraviesan la subportadora de referencia, será coincidente con el punto del 50% del borde anterior de la sincronía dentro de  $\pm 40$  grados cuando la relación SC-H es crítica para la integración del programa (edición de la cinta).

En el campo 1 de color, en la línea 10, la subportadora que atraviesa es positiva, Un cuadro más tarde, en el campo 3 color, línea 10, la subportadora que atraviesa es negativa.



En los sistemas de grabación de video transverso, como por ejemplo el de la serie AVR de Ampex, un sensor del encuadre de color se utiliza para definir la secuencia de los cuatro campos, después que la señal de pista de control de 30 Hz ha definido la relación campo par/impar a las señales de sincronía de la estación. La fase SC-H de la señal de referencia, se compara con la fase SC-H de la salida del demodulador. Si las dos no se igualan, el eje impulsor jala la cinta un cuadro, y la condición es reinspeccionada. El encuadre de color es utilizado únicamente durante la secuencia inicial de entrelazado.

En otra serie de grabadoras helicoidales, se incluyen el pulso de 15 Hz con fines de identificación, en la pista de control de 30 Hz. Durante la grabación, la fase SC-H de la señal de video de entrada se examina. La fase de la señal subportadora de entrada de video, con respecto al horizontal en una línea, es comparada con la línea siguiente y una señal de 7.8 KHz. Cuando esta señal de 7.8 KHz es comparada con la información de cuadro de referencia de 30 Hz, se deriva una señal de referencia del cuadro de color de 15 Hz, que es usada para pasar la compuerta de 15 Hz dentro de la señal de grabación de la pista de control, lo cual es un requisito en el formato C.

Puesto que la relación de fase SC-H no es siempre estándar, una edición subsecuente al material con una secuencia de cuatro campos diferentes pueda presentar un problema, como se ve en una edición de prueba. Un interruptor inversor

hace posible cambiar el sentido del cuadro de color e igualar el nuevo material con el ya grabado en la cinta.

### III. B. Sistema de Color PAL.

El sistema de color PAL se adoptó de 1957 en adelante por muchos países con 625 líneas. Esta es una versión perfeccionada y simplificada del sistema NTSC de 1953. El nombre PAL es derivado de Línea con Fase Alternada ("Phase Alternate Line") que es la base del mejoramiento de los sistemas sobre el NTSC.

En el sistema PAL, las señales R-Y y B-Y se forman exactamente como en el sistema NTSC con exactamente el mismo factor de reducción de transmisión.

En lugar del transporte de  $33^\circ$  para un canal de banda ancha I y una banda estrecha Q como en el NTSC, el sistema PAL utiliza las señales R-Y y B-Y directamente para operar en cuadratura el modulador balanceado. Ambas señales tienen el mismo ancho de banda de aproximadamente 1.3 MHz, así el receptor requiere una red de retardo únicamente para el canal Y.

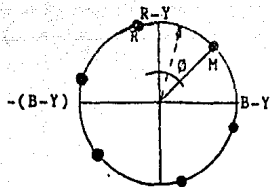
La frecuencia subportadora de 4.43 MHz fue elegida en la misma manera como para el NTSC. Ya que el ancho de banda de video para el estándar de 625 líneas es de 5.5 MHz, no se requiere supresión de la información de la banda lateral superior.

La señal B-Y en el sistema PAL es llamado la señal U.

Y la señal R-Y en el sistema PAL es llamado la señal V.

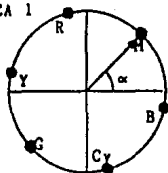
La alternación de fase de cada línea es la diferencia fundamental entre el sistema NTSC y el PAL y es la causa de la principal mejoría en funcionamiento sobre el NTSC. Cada dos líneas de exploración, la fase de la subportadora alimenta uno de los moduladores y en el codificador es cambiado 180°. El uso de alternación de fase de cada líneas, más que para reducir el efecto de diafonía (cruce perjudicial entre el canal de crominancia y el de luminancia, también conocido como "crosstalk"), también fue utilizado para reducir los efectos de errores de fase. La ventaja principal del sistema PAL sobre el sistema NTSC es que es relativamente impenetrable para la transmisión de distorsiones de fase. Esto se muestra en la figura 3.3. Observando en esta figura al reloj de color superior, vemos que muestra un cambio de fase diferencial en transmisión de 30° en sentido contrahorario del magenta original. El resultado en el receptor NTSC es un cambio definitivo hacia el rojo. El cambio de fase diferencial o el cambio de fase dependiente asume que la ráfaga de color no se realiza.

En el sistema PAL también se muestra el mismo error de 30°. En la línea 1, en el reloj de color la presentación es idéntica al NTSC. En la línea 2, ya que el modulador V ha sido invertido 90° a 270°, resulta una imagen espejo en el reloj de color. El error de fase diferencial seguirá siendo 30° en sentido contrahorario. Las señales para la línea 1 y 2 antes del error son  $a_1$  y  $a_2$ ; y las señales para la línea

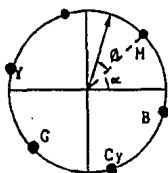


Cambio de fase diferencial - NTSC

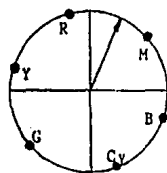
LÍNEA 1



(a<sub>1</sub>)

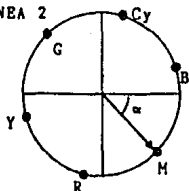


(b<sub>1</sub>)

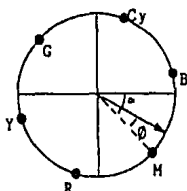


(c<sub>1</sub>)

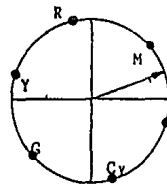
LÍNEA 2



(a<sub>2</sub>)



(b<sub>2</sub>)



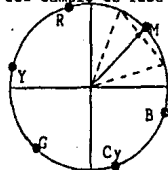
(c<sub>2</sub>)

Señal codificada antes del cambio de fase dif.

Señal codificada después del cambio de fase dif.

Señales decodificadas

Figura 3.3 - Corrección del cambio de fase diferencial del sistema PAL



(d) - resultante de  $c_1 + c_2$  por medio del sumador de retardo de línea.

1 y 2 después del error son  $b_1$  y  $b_2$ .

El receptor PAL invierte el proceso de codificación resultando las señales originales R-Y para la línea 1 y 2 antes de ser codificadas.

En un receptor simple PAL, las señales de  $c_1$  y  $c_2$  (ver figura 3.3) serán matricadas a R, G y B y presentados. El color de la línea 1 sería magenta rojizo y el color de la línea 2 sería magenta azulado. El ojo promediará las dos líneas y las ve como magenta puro.

En un receptor PAL-D (deluxe), la línea 1 sería presentada por una línea de 64 useg de retardo y añadida a la línea 2. La suma vectorial sería como se muestra en la figura 3.3d, el magenta original sin error de fase diferencial. La mayoría de los receptores PAL, comunmente en uso son los del tipo PAL-D.

### 111.C. Sistema de Color SECAM.

A finales de los años '60 los franceses introdujeron el sistema de color SECAM. Este sistema es usado comunmente en Francia, el Norte de Africa, porciones del Medio Oriente, la URSS y los países socialistas del Este de Europa. El nombre de SECAM, es un acrónimo de "Sequential Colour Au Mémoire" (Color Secuencial con Memoria).

A diferencia del sistema PAL, el cual fue una simplificación y mejoramiento del sistema NTSC, el sistema SECAM representa un acercamiento completamente diferente para la codificación y decodificación de una señal RGB.

En lugar de la modulación de fase en cuadratura de la subportadora por las señales diferencia de color como fue hecho en los sistemas NTSC y PAL, el sistema SECAM, utiliza las señales diferencia de color para modular en frecuencia dos portadoras FM en diferencia de color rojo y 4.25 MHz para la señal diferencia de color azul.

La salida de un modulador FM se conecta al sumador para 64 useg y el interruptor a la salida del otro modulador que es hecho durante el periodo de borrado horizontal. La conmutación de las salidas de los moduladores FM es hecho por una señal de transferencia de 7.8 KHz producida por el generador de sincronía SECAM como una cuenta regresiva de la señal de direccionamiento horizontal de 15,526 Hz.

Ya que únicamente una señal diferencia de color se transmite para cualquier línea dada, la resolución de color del sistema SECAM en el plano vertical es la mitad que para el sistema NTSC o el sistema PAL. Y como la portadora FM siempre está presente aún cuando está explorando blanco o sombras de gris, la compatibilidad monocromática del SECAM es pobre cuando se compara con el PAL o el NTSC.

Una ventaja del sistema SECAM sobre el PAL o el NTSC, es la relativa inmunidad a errores de base de tiempo en la reproducción de la videograbadora SECAM. Para una geometría perfecta y buen color, una videograbadora SECAM requiere de corrección de base de tiempo a  $\pm 100$  nseg, en tanto que la reproducción en el sistema NTSC o el PAL requiere de la



corrección de base de tiempo a  $\pm 3$  nseg o más.

### III.D. Otros Sistemas de Color.

Existen otros dos sistemas de color en uso corriente, estos sistemas son conocidos como PAL-M y PAL-N, respectivamente.

El PAL-M se usa en Brasil donde el estándar de líneas es de 525/30. La subportadora de color es muy cercana a 3.58 MHz como en el caso NTSC, pero la fase de la señal R-Y se codifica a  $90^\circ$  para una línea y  $270^\circ$  para la línea siguiente, como en el PAL.

Además no es realizado la prueba de colocar las señales de croma en los ejes de máxima y mínima agudeza de color. El ancho de banda de las señales R-Y y B-Y son idénticos (aproximadamente 0.7 MHz), y ambas bandas laterales, superior e inferior, son transmitidos sin la necesidad de una supresión parcial de la banda lateral superior como en el caso con el canal 1 en el sistema NTSC. El sistema PAL-M incorpora todas las ventajas del sistema PAL normal, con el ancho de banda de video reducido en escala a 4.2 MHz.

El PAL-N, es utilizado en Argentina y fue adoptado por otros países Latinoamericanos. El sistema PAL-N emplea una subportadora muy cercana a 3.58 MHz y opera exactamente como el PAL-M, pero en un sistema de 4.2 MHz y 525/25. Excepto por las ligeras diferencias en la subportadora, dictada por las diferencias en la frecuencia horizontal de 15.750 Hz para el PAL-M, contra 15,626 Hz para el PAL-N, los dos

sistemas resultan ser esencialmente idénticos.

# CAPITULO IV

## SISTEMAS DE GRABACION PROFESIONAL

#### IV.A. Formato U-Matic

El formato U-Matic utiliza para su grabación y reproducción la cinta de 3/4". Este formato fue introducido por Sony y fue la primera vez en que se utilizó el cassette en lugar del rollo de cinta.

La cinta U-Matic ofrece calidad extra e integridad en la imagen, cualidades que requieren programas importantes de negocios, de educación y del gobierno. También existen los cassettes Mini-Umatic que son convenientes por lo compacto para máquinas portátiles U-matic así como para las estándar.

Existen también las cintas U-matic SP que se utilizan en las máquinas modelo U-matic SP (Funcionamiento Superior; "Superior Performance"), que es el resultado del desarrollo del formato U-matic establecido, en la que se incorpora tecnología más avanzada en la grabación de cinta para así ofrecer considerables ventajas en su funcionamiento. El modo SP de grabación en el SP-Umatic es activado por un cassette SP y el modo SP de reproducción es activado por la detección de la portadora FM. Estos cassettes también pueden ser empleados en las videograbadoras U-matic convencionales sin embargo, no existe mejoría en el audio/video.

##### IV.A.1. Sistema de Procesamiento de la Señal de Video

El sistema de procesamiento de la señal de video que se muestra en el diagrama de bloques de la figura 4.1 pertenece a un sistema U-matic portátil, el cual



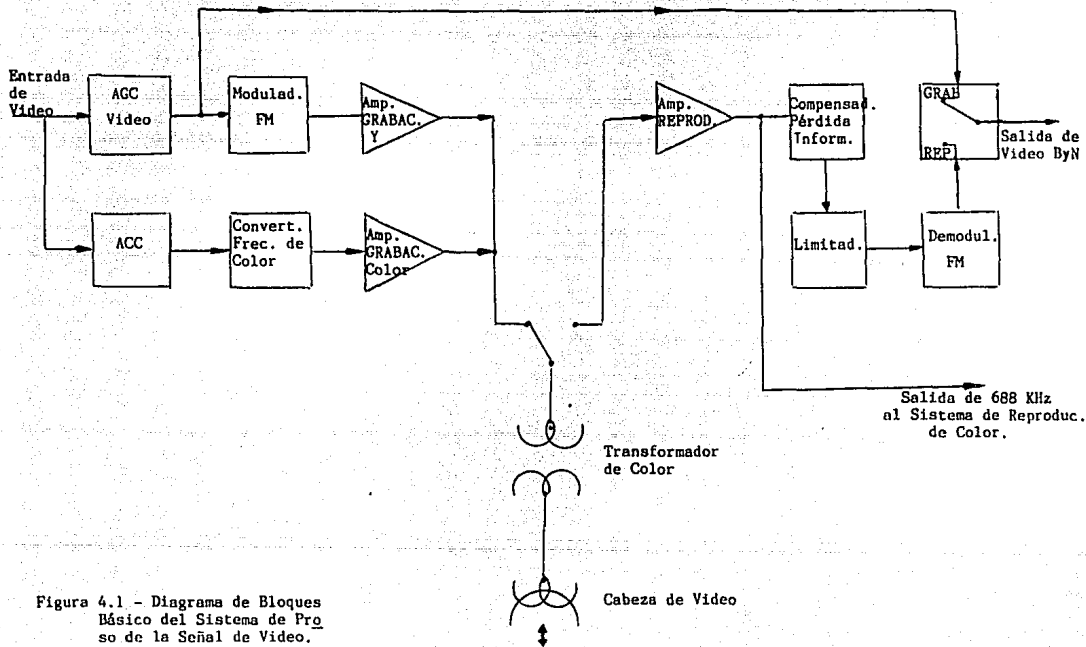


Figura 4.1 - Diagrama de Bloques Básico del Sistema de Pro-  
so de la Señal de Video.

contiene los componentes básicos de un sistema convencional.

En general, la circuitería del sistema de proceso de la señal de video es bastante similar a la circuitería de proceso de señal en las diferentes videograbadoras de formato U-matic.

La señal de entrada suministrada a la videograbadora proveniente de una cámara u otra fuente, pasa a través del circuito AGC (Control Automático de Ganancia), el cual estabiliza su amplitud a un nivel constante. Siguiendo la trayectoria después del AGC, la señal se divide en tres líneas. La primera línea va directamente a la salida de video donde se suministra como la señal E a E (Electrónica a Electrónica; método que analiza la salida de la videograbadora con relación a su entrada. Este se incluye en el sistema de video y fm para ajuste y verificación). Las otras dos trayectorias de señal van al modulador de señal de luminancia FM y al convertidor de frecuencia de color. La señal de luminancia se modula en frecuencia y se suministra al amplificador de grabación de luminancia. Las señales de croma son reducidas de 3.58 MHz a 688 KHz por el convertidor de frecuencia de color. Esta señal reducida es entregada al amplificador de grabación de color. Las salidas de ambos (amplificadores de grabación de luminancia y croma), son mezcladas en las cabezas de video y grabadas sobre la cinta en la misma pista.

En la reproducción, la señal tomada de la cinta por las cabezas de video rotatorias se alimenta al amplificador de

reproducción. Esta etapa contiene dos canales, uno para cada una de las cabezas de video. La salida de cada una de las cabezas se mezcla por conmutación electrónica para formar una señal continua. La señal de color de 688 KHz (si está presente), se separa en la salida del amplificador de reproducción y se suministra a la circuitería de reproducción de color. La señal de luminancia es dirigida hacia las etapas del compensador de pérdida de información, el limitador y el demodulador FM, en ese orden. La señal de luminancia demodulada se suministra después según sea la señal de salida del video, mediante un interruptor electrónico.

#### IV.A.1.a. Circuito AGC de Video

El circuito AGC, el cual es la primera etapa de todo el diagrama de bloques, tiene como fin suministrar al modulador FM una señal de ganancia estabilizada. Las funciones principales de esta sección son la conmutación de entrada, el filtro pasobajas, el amplificador AGC y la trampa de 3.58 MHz. La mayor parte de la circuitería activa, por lo general, está contenida dentro de un circuito integrado. La señal de entrada es conmutada por un relevador, el cual selecciona entre las entradas de TV/Cámara y Línea.

La etapa del amplificador AGC controla la ganancia por una señal de control dc. Esta señal de control se desarrolla en la etapa detectora AGC proveniente de la señal de salida de los circuitos de video AGC, retroalimentada de la salida



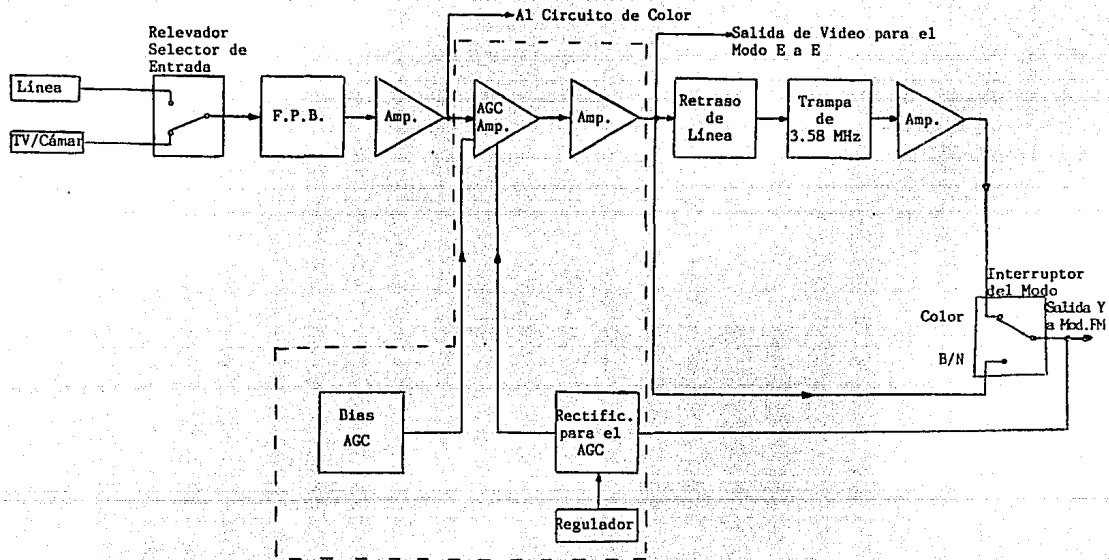


Figura 4.2 - Diagrama de Bloques del Circuito AGC de Video.

del interruptor de ByN/Color.

La señal de video amplificada se alimenta a tres trayectorias diferentes; una de las cuales va a un CI para el modo de señal E a E, y las otras dos señales se suministran a las dos entradas del conmutador para el modo de ByN o Color. Este es un conmutador electrónico que selecciona el trayecto de la señal de video conveniente para su operación monocromática o de color. En operación de color la señal pasa a través del retardo de línea y la trampa de 3.58 MHz. La trampa es un filtro de rechazo de banda, el cual elimina señales en el pasabanda de croma de 3 a 4 MHz.

#### IV.A.1.b. El Modulador FM

La etapa siguiente en el diagrama de bloques del sistema de video es el modulador FM. La señal de video de amplitud estabilizada por el circuito AGC, se aplica a la entrada del modulador FM a través de una resistencia de ajuste de control de la desviación de frecuencia FM. Después se suministra de nuevo al amplificador de video, por el cual la señal pasa a través de las etapas de pre-énfasis, sujetador y recortador de blanco, y es suministrado al modulador multivibrador astable de voltaje controlado.

El multivibrador astable de voltaje controlado es el modulador FM real. La modulación en frecuencia ocurre a medida que la variación instantánea de potencial DC de la señal de video, produce cambios instantáneos en la frecuencia oscilante del multivibrador. La salida del multivibrador se entrega al filtro pasobajas. Este filtro pasobajas per-

mite pasar únicamente el componente de banda lateral inferior de la señal FM. La salida del filtro pasabajos se envía a un amplificador separador (buffer) y se suministra a las dos entradas del CI conmutador de ByN/Color. En el modo de color, la señal FM pasa a través del filtro paso altas. Este filtro elimina los puntos bajos de la señal de luminancia FM que se encuentran aproximadamente abajo de 1,2 MHz, dejando lugar para la señal croma de 688 KHz reducida. En el modo monocromático la señal FM pasa a través de la trampa sintonizada a 688 KHz. Esta trampa rechaza cualquier componente de 688 KHz en la señal, previniéndolo de ser grabada. Esto es necesario para prevenir falsos disparos del circuito supresor de color en presencia de señales monocromáticas.

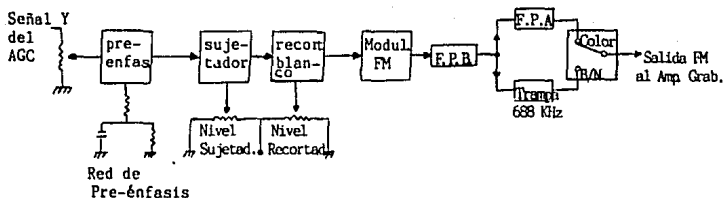


Figura 4.3 - Diagrama a Bloques del Modulador FM.

#### IV.A.1.c. El Amplificador de Grabación de Luminancia

El sistema tiene dos cabezas de video y cada una tiene su amplificador de grabación. Por medio de dos resistencias se ajusta el nivel de la señal de grabación para cada amplificador. El amplificador del canal 1

consiste de transistores al igual que el amplificador del canal 2. La polarización de base apropiada para los transistores de entrada de estos dos amplificadores se suministra a través de una resistencia únicamente cuando el transistor de RF Enmudecedor (RF Muting) está en corte. En el modo de reproducción, este último transistor se lleva a saturación, cortando así las dos entradas de los transistores. Esto elimina cualquier señal de salida de los dos amplificadores de grabación durante la reproducción.

#### IV.A.1.d. Convertidor de Frecuencia de Color y Amplificador de Grabación

La señal de entrada de video se suministra a través del circuito ACC (Control Automático de Color) al convertidor de frecuencia de color. El convertidor de frecuencia de color, separa la señal de color NTSC centrada aproximadamente en 3.58 MHz de la señal de video. La porción de señal de color, de la señal de video de entrada estabiliza la amplitud en un circuito de control automático de ganancia de color (ACC) y después se reduce a una banda centrada aproximadamente a 688 KHz.

La señal de video compuesta NTSC completa se suministra al circuito de Grabación y Reproducción de Video y a la de circuito integrado de video cuya entrada es un amplificador AGC y se acopia a través de un capacitor. La pequeña capacitancia de éste diferencia los componentes de baja frecuencia de luminancia y sincronía de la señal, permitiendo que pase únicamente la señal de croma. La señal

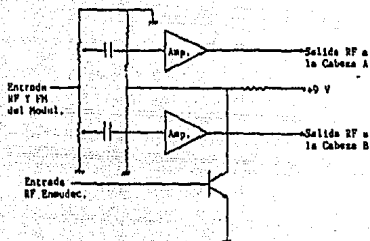


Figura 4.4 - Amplificador de Grabación de Luminancia.

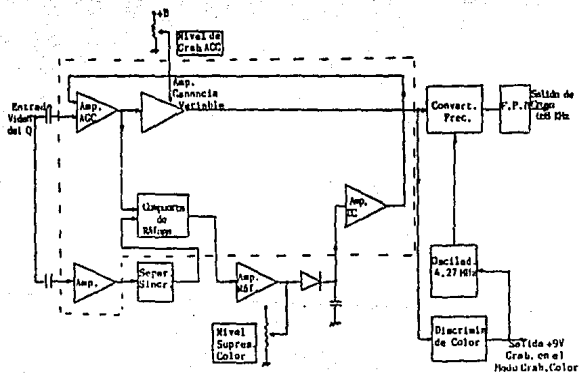


Figura 4.5 - Convertidor de Frecuencia de Color.

de croma pasa a través de un amplificador de ganancia controlada (del circuito de color). La ganancia de este amplificador de croma es controlada, así que, la amplitud de la señal de croma en su salida permanece constante.

La señal de video completa se amplifica y se suministra al separador de sincronía. El componente de sincronía horizontal de la señal se extrae por éste y se suministra a una compuerta de ráfaga. La salida del amplificador de croma AGC se envía a la compuerta de ráfaga.

La señal de sincronía horizontal causa que la compuerta de la sincronía cromática abra únicamente durante el intervalo de ráfaga. Únicamente la señal de ráfaga de este modo se entrega como salida. Esta señal de ráfaga pasa por el amplificador de señal de sincronía cromática y se rectifica y filtra en DC por un diodo y un capacitor. El control de voltaje DC se alimenta a la etapa del amplificador DC; se amplifica y es aplicada como una señal de control para manejar la ganancia del amplificador AGC de croma. La salida del amplificador AGC de croma pasa a través de una etapa amplificadora de ganancia variable, y se envía como salida de éste. La ganancia variable se controla mediante un voltaje DC, el cual es suministrado del contacto móvil que controla el nivel de grabación ACC. Este controla el ajuste del nivel de la señal de croma.

La señal de salida de croma se suministra a la etapa de conversión de frecuencia. éste es un modulador completamente auto-contenido, doblemente balanceado. La señal de croma de

3.58 MHz se heterodina en éste, contra una señal de 4.27 MHz. La señal de 4.27 MHz es generada por un oscilador de cristal. La diferencia de frecuencia producida es de 688 KHz y esta señal reducida aparece como salida. La señal de croma reducida pasa a través de un filtro pasobajas; este filtro elimina todas las altas frecuencias, dejando únicamente la señal de croma reducida de 688 KHz en la entrada del amplificador de grabación de croma.

La señal de croma reducida de 688 KHz se amplifica y suministra a las cabezas grabadoras por el amplificador de grabación de croma. El amplificador de grabación tiene dos etapas de salida separadas. Un transistor suministra la señal de salida de croma a la cabeza canal 1 y el otro transistor suministra a la cabeza canal 2. La señal de croma se añade a la salida de los amplificadores de grabación de luminancia FM y se graba por las cabezas rotatorias a lo largo con la señal de luminancia.

#### IV.A.1.e. El Amplificador de Reproducción

El montaje de este circuito está compuesto por dos pre-amplificadores, amplificadores igualadores y circuitos de conmutación, uno para cada una de las dos cabezas de video. Ambos canales son idénticos.

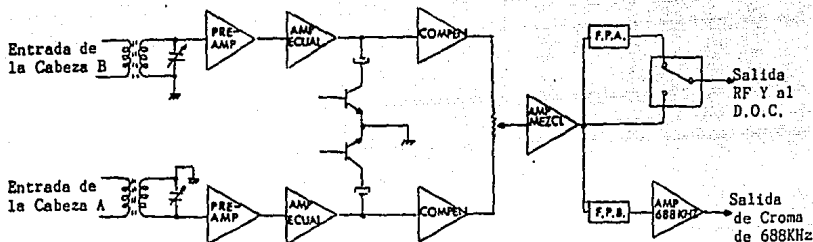
Las dos cabezas de video rotatorias se conectan para deslizar un interruptor, el cual las conduce a las salidas del amplificador de grabación en el modo de grabación y para el modo de reproducción las conecta a los transformadores de acoplamiento. La señal de reproducción inducida en las cabe-

zas de video se acoplan a los pre-amplificadores a través de los transformadores. Después de estos se tienen unos trimmers, que son ajustados para sintonizar las entradas de los pre-amplificadores a ser resonante en 5.5 MHz. Las etapas de ecualización se sintonizan para ser resonantes en 3.5 MHz resultando en una característica de frecuencia plana de 1 a 5.5 MHz. La salida de cada una de las etapas de ecualización se corto circuitea a tierra por el interruptor durante el tiempo que la cabeza rotatoria para ese canal no está en contacto con la cinta. Puesto que una de las cabezas está siempre en contacto con la cinta, los dos interruptores son accionados alternadamente (on y off). De esta manera, las salidas de los dos canales nunca se traslapan.

Las salidas conmutadas de cada canal se desacoplan y aplican al control de balance del canal RF, y este control se ajusta para obtener una salida de amplitud igual de cada canal en la entrada al amplificador mezclador. En la salida del amplificador se divide la señal de luminancia y crominancia. La señal de croma de 688 KHz pasa por un filtro pasobajas al amplificador de croma, rechazando la señal de luminancia FM. La señal de croma de 688 KHz se amplifica y suministra como salida a la circuitería de reproducción de croma. Por otro lado el filtro pasoaltas rechaza la señal de croma de 688 KHz, pasando únicamente la señal de luminancia FM a un interruptor seleccionador de B/N y Color. Cuando se encuentra en el modo monocromo (donde no hay señal de croma a separar), la trayectoria de la señal de luminancia FM



pasa por alto el filtro y pasa directo al interruptor seleccionándose en B/N. La salida de la señal de luminancia FM se suministra como la señal de salida de luminancia RF a la siguiente etapa.



#### IV.A.1.f. El Compensador de Pérdida de Información

Todas las cintas sufren de pérdida de información. Estas son pérdidas momentáneas de la señal de la cinta y son causados por fallas en la cinta de óxido, polvo en las cabezas, rasguños o marcas en la cinta causado por la falta de cuidado o uso extensivo. Estas pérdidas de señal suelen aparecer como destellos en la pantalla; tienen una frecuencia de ocurrencia y lugar en la pantalla irregulares así como también su tamaño. Estas pérdidas pueden cubrirse de tal manera que se presente una imagen libre de cualquier pérdida. Esto se logra cuando se sensa una caída de señal de la cinta y luego se reemplaza esta línea horizontal de video con una repetición de la línea previa, la cual estuvo libre

de pérdidas.

Este circuito tiene como fin retardar la señal cuando ha habido pérdida de información, para contrarrestar esta pérdida se repite la línea precedente, lo cual al observarse en la pantalla no se nota ninguna distorsión. Este circuito contiene por lo general un disparador de Schmitt. La ocurrencia de una pérdida de información momentánea de la señal de luminancia RF FM, resulta en un cambio escalón en el voltaje DC. Esta transición se refleja en un contacto móvil donde cambia de estado el disparador de Schmitt. El disparador de Schmitt permanece conmutado mientras la pérdida de información permanece. El disparador aplica un pulso a una de las dos entradas de control al circuito de compuerta; ésta causa que la compuerta conmute las entradas, suministrando la señal retardada IH como salida.

#### IV.A.1.g. Limitador y Doblador de Frecuencia

La salida del compensador de pérdida de información o señal se aplica a un limitador FM, el cual ofrece aproximadamente 50 dB de ganancia limitada.

La forma de onda limitada es de forma rectangular. La portadora de luminancia FM se desvía entre 3.8 y 5.4 MHz, lo cual está parcialmente dentro de la banda de video. Al doblar la frecuencia portadora la desviación se cambia a un rango entre 7.6 y 10.8 MHz fuera de la banda de video. Esto elimina las muestras de interferencia causadas por golpes o choques entre las señales portadora FM y video.

#### IV.A.1.h. Demodulación FM

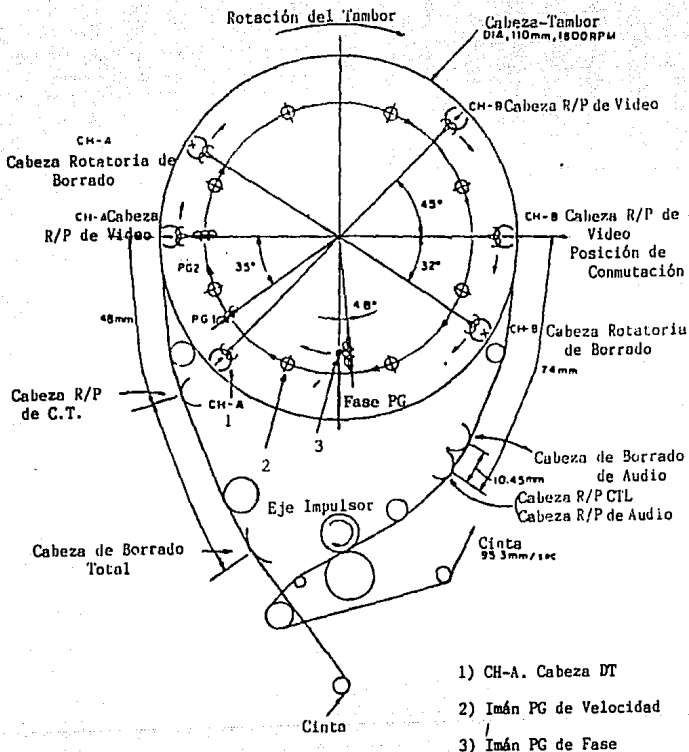
Las señales de video de alta frecuencia fueron pre-enfatisadas previo a la grabación para mejorar la razón señal a ruido. La señal demodulada deberá ser de-enfatisada para igualar toda la respuesta. Esto se logra por medio de una red RC.

#### IV.A.2. El Sistema Servo U-Matic

Este sistema se encuentra equipado con dos lazos servo independientes. Uno es el servo del tambor rotatorio de lectura y el otro es el servo del eje impulsor de avance de la cinta (capstan). La tensión de cinta se mantiene por el motor del carrete que es independiente. Los dos lazos de servo independientes y el motor del carrete, operan sin interacción entre sí, eliminando el efecto adverso de vibración mutua.

#### IV.A.2.a. Servo del Tambor

Las cabezas de video son montadas en el tambor rotatorio superior, el cual se acopla directamente al eje del motor del tambor, operado en DC. La velocidad de rotación del tambor se controla por el circuito servo de velocidad del tambor. Y la fase rotacional del tambor se controla por el circuito servo de fase del tambor. El servo de velocidad mantiene una velocidad rotacional constante para el motor de este modo se minimiza el error de base de tiempo y el servo de fase mantiene la fase giratoria del motor, manteniendo así la posición exacta en la cinta donde la porción de sincronía de la señal de video de entrada de-



Vista Superior del Sistema de Transporte U-Matic.

berá grabarse.

El tambor inferior estacionario se equipa con tres devanados generadores de pulso, llamados PG-1, PG-2 y PG-3. El PG-1 y el PG-2 son parte del sistema servo de velocidad del tambor; PG-2 también se utiliza en el servo de fase del tambor. El tambor superior contiene las dos cabezas de video y una pieza polar de hierro.

#### IV.A.2.a.1. El servo de Velocidad del Tambor

El servo de velocidad del tambor recibe los pulsos de entrada de PG-1 y PG-2 y mide el lapso de tiempo entre ellos. El principio de operación del servo de velocidad es mostrado en la figura 4.7.

El tambor gira en sentido de las manecillas del reloj. La pieza polar de acero, montados en ángulo derecho a las cabezas de video, atraviesa el campo magnético PG-1 induciendo un pulso en la bobina PG-1 y al circuito monostable (1) ("one-shot"). La pieza polar de hierro entonces procede a la bobina PG-2 induciendo un segundo pulso de él.

El intervalo de tiempo entre el pulso PG-1 y el pulso PG-2 es directamente proporcional a la velocidad rotacional del tambor. El intervalo de tiempo entre PG-1 y PG-2 que indican la velocidad del tambor, se convierte a un potencial DC proporcional al tiempo. La conversión se efectúa usando una compuerta de señal rampa y un circuito de muestreo y retención.

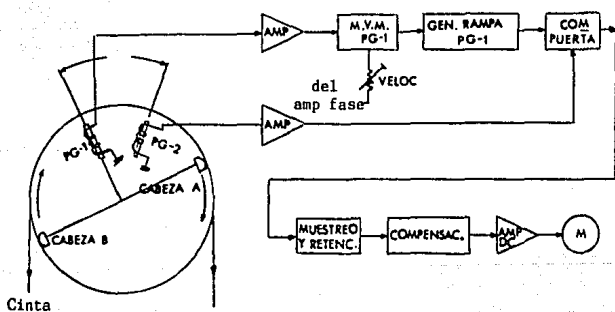
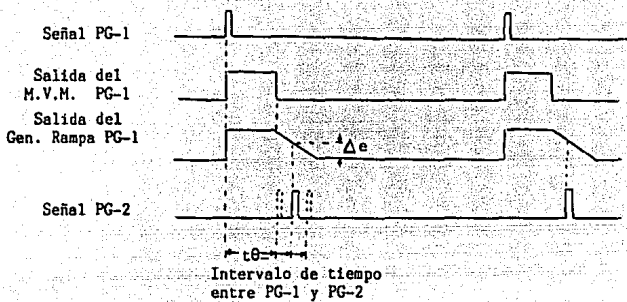


Figura 4.7 Principio del Servo de Velocidad del Tambor.

La señal PG-1 pulsa un disparo (1) para producir un pulso rectangular. El borde anterior del pulso se determina por el impulso PG-1 en tanto que el borde posterior se ajusta por la señal de salida del circuito servo de fase. El pulso rectangular se transforma en una señal rampa para producir una pendiente de potencial DC, que disminuye con el tiempo, el cual alimenta al circuito compuerta. Esta señal rampa se desconecta cíclicamente por el pulso PG-2 muestreando así el potencial DC que se observa en la figura como  $\Delta e$ . El potencial DC  $\Delta e$  cambia con la transferencia del intervalo de tiempo, que se muestra como  $t_8$  en la figura 4.7.

El potencial muestreado se almacena en el capacitor de retención hasta que el próximo muestreo se toma. El potencial DC es de fase adelantada o fase retrasada en el circuito de compensación, y aquí se hace una compensación debido al error de fase inherente en todo el lazo cerrado del servo de velocidad del tambor.

#### IV.A.2.a.11. Servo de Fase del Tambor Rotatorio

El servo de fase del tambor se controla por dos señales de entrada. Estas son la señal VD, separada de la señal de video entrante, y la señal PG-2. El tiempo transcurrido entre la señal VD separada y la señal PG-2 se mide para determinar la relación de tiempo entre la señal de video entrante y la rotación de la cabeza del tambor. El principio de operación se muestra en la figura 4.8.

La rotación del tambor es controlada para obtener una relación de tiempo entre la señal de video entrante y la rotación del tambor, tal que la pieza polar de hierro corta el campo magnético PG-2 760  $\mu$ seg adelante del inicio de la sincronía vertical.

La señal VD de 60 Hz se separa de la señal de video entrante 70  $\mu$ seg atrasado, como se puede observar en la figura. La frecuencia de 60 Hz de la señal VD es dividida en un pulso rectangular de 30 Hz por un disparo (2). Esto es necesario para la comparación de fase con la señal PG-2 de 30 Hz. El borde posterior del pulso rectangular se modifica en una forma de onda de rampa, por el generador de señal rampa, así la salida de la señal rampa tiene una pendiente de potencial DC que está disminuyendo con el tiempo; y esta señal rampa alimenta el circuito compuesta.

La relación de tiempo de la señal rampa se compara contra la señal PG-2. La señal de salida PG-2, después de la amplificación es retardada por un disparo (3), así el pulso PG-2 es posicionado en el centro de la rampa DC, como se puede observar en la figura 4.8. La salida del disparo (3) desbloquea cíclicamente la pendiente DC de la rampa para obtener  $\Delta e$ , que cambia con cualquier permutación en el intervalo de tiempo entre VD y PG-2 (mostrada como  $t\theta$ ). El potencial  $\Delta e$  muestreado es guardado en el capacitor de retención hasta que el próximo muestreo ocurra. El potencial DC puede ser de fase adelantada o de fase retrasada en el circuito de compensación para compensar cualquier error de



fase inherente en todo el lazo cerrado del servo de fase del tambor.

#### IV.A.2.b. Servo del Eje Impulsor (Capstan)

Observando la figura 4.9 vemos que el rodillo de presión está oprimido contra el eje impulsor y éste es rotado por el motor del eje impulsor para avanzar la cinta en la velocidad correcta. La rotación del eje impulsor es servo-controlada por el control del motor del eje impulsor con doble lazo de servo, tanto como para el modo de reproducción como para el de grabación.

Los dos lazos servo son: 1) el servo de velocidad del eje impulsor (capstan), el cual controla la velocidad del motor del eje impulsor, y 2) el servo de fase del eje impulsor, que elimina fluctuaciones o desvíos de largo tiempo en el servo de fase del eje impulsor. El motor del eje impulsor es equipado con devanado FG (Generador de Frecuencia), la salida de frecuencia del cual indica la velocidad del motor del eje impulsor. Por consiguiente el servo de velocidad del eje impulsor es controlado detectando el cambio de frecuencia de la salida FG. El servo de fase del eje impulsor es controlado comparando la relación de tiempo entre las señales FG y PG-3, en el modo de grabación; y entre las señales PG-3 y CTL reproducidas, en el modo de reproducción. La función del servo de fase del eje impulsor en el modo de reproducción es controlar el seguimiento de reproducción. Por tanto, es algunas veces también llamado el servo de

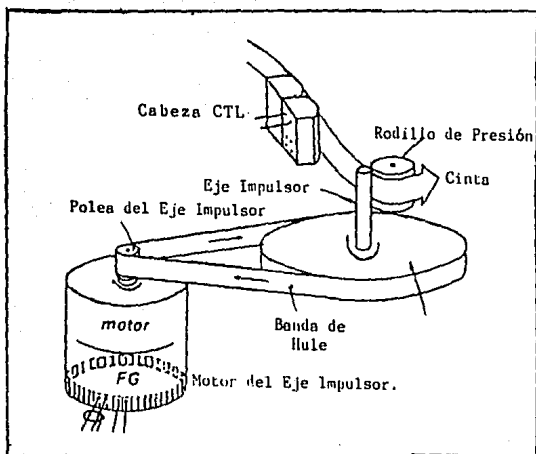


Figura 4.9 Sistema de gobierno del Eje Impulsor.

seguimiento.

#### IV.A.2.b.1. Servo de Velocidad del Eje Impulsor

El servo de velocidad del eje impulsor es controlado por la frecuencia de salida del generador de frecuencia (FG) en el montaje del motor. La salida FG de 360 Hz es amplificada primero por el amp FG, el cual alimenta el circuito monostable (1) y una compuerta, esto es para detectar un cambio de fase en la señal FG. La salida FG es retrasada por un disparo (1) y un disparo (2) hasta que la próxima señal llegue. Al paso de la señal FG dispara el borde anterior del disparo (1) y el borde posterior de éste se produce automáticamente después de un cierto tiempo transcurrido, logrando de este modo que el retardo de tiempo sea correcto. El otro retardo de tiempo se realiza por el disparo (2) en la misma manera. El borde posterior de la salida del disparo (2) se convierte en una señal rampa por el generador de señal rampa, de esta manera la señal FG retardada aparece en forma de una pendiente de potencial DC. La señal FG directa (sin retraso), se posiciona en la mitad de la pendiente cuando es aplicado al circuito compuerta. Cuando el motor del eje impulsor gira muy rápido, la señal directa FG suminsitrada al circuito compuerta como el pulso de muestreo, viene muy pronto. Esto causa que el pulso de muestreo sea posicinado en el potencial DC más bajo en la pendiente, produciendo una salida baja del circuito compuerta, el cual disminuye la velocidad del motor.

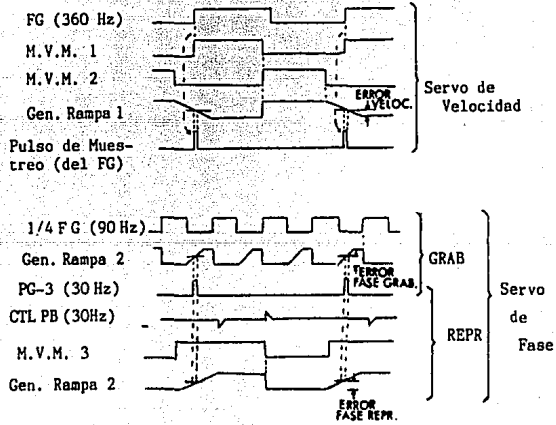
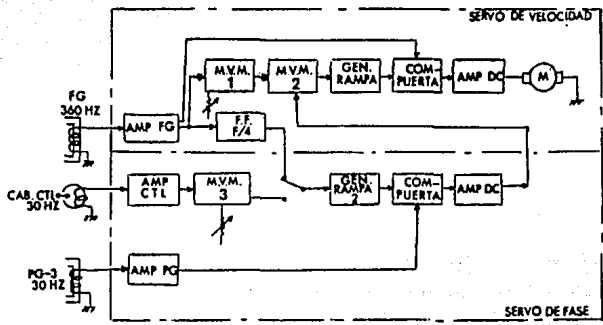


Figura 4.10 Principio del Servo del Eje Impulsor.

#### IV.A.2.b.ii Servo de Fase del Eje Impulsor

El servo de fase del eje impulsor se entrelaza en la diferencia de fase entre la salida FG y la señal PG-3. En el modo de grabación, la salida FG de 360 Hz primero se amplifica y después se divide en cuatro (90 Hz). El borde anterior de la salida de 90 Hz se modifica en una forma de onda rampa por el segundo circuito generador de rampa. La señal PG-3 de 30 Hz manda y muestrea la señal FG de 90 Hz en cada tercer ciclo de la señal FG. La señal de salida del servo de fase se suministra al servo de velocidad para controlar el servo-motor del eje impulsor.

En el modo de reproducción, la señal de reproducción CTL de 30 Hz y la señal PG-3 de 30 Hz se comparan en fase. La salida positiva de la señal de reproducción CTL de 30 Hz dispara el borde posterior de la salida de un disparo (3), mientras que el borde anterior es modificado en una señal rampa. La señal PG-3 de 30 Hz manda y muestrea la señal de reproducción CTL de 30 Hz para detectar la diferencia de fase; esta diferencia de fase indica la longitud física entre la cabeza de video y la posición de la señal CTL en la cinta.

#### IV.A.3. Sistema de Control.

Las operaciones mecánicas y eléctricas de las videograbadoras son dirigidas por los circuitos del sistema de control. Todas las señales de control importantes son

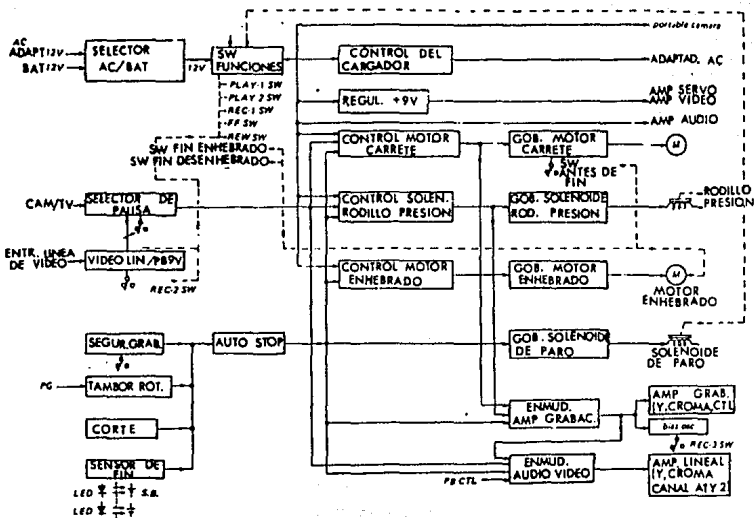


Figura 4.11 Diagrama de Bloques del Sistema de Control.

generadas en: 1) el bloque de interruptores de operación; el circuito de auto-detención ("auto-stop"); y 3) el circuito de selección de pausa.

El bloque de interruptores de operación incluye el interruptor de Reproducción ("Play"), el interruptor de Grabación ("Record"), el interruptor de Avance-Rápido ("Fast Fwd"), y el interruptor de Retroceso ("Rewind"). Cada interruptor es accionado por el correspondiente botón de operación. Los interruptores de fin de enhebrado y desenhebrado están localizados en la base del plato del tambor. Estos son energizados por el mecanismo de transporte de cinta como el anillo de enroscado procede a través de la trayectoria de enhebrado. En el pasado existían dos tipos de cassettes: el cassette normal y el cassette fijo ("still"). La operación de fijación de la imagen, requería de una cinta especial ("still") la cual es altamente resistente al uso por abrasión de la cabeza. Los cassettes conteniendo este tipo de cinta tenían un agujero dentro del cual el actuador de un interruptor de fijación ("still") se ajustaba; y los cassettes ordinarios no tienen esta abertura, presionando así el actuador, del interruptor y lo acoplaba para inhibir la operación de cuadro fijo liberando el contacto de la cinta a cabeza ya que esta cinta esparcía fácilmente óxido obstruyendo las cabezas. En la actualidad este tipo de cassettes ya no se utilizan y los otros se han normalizado como cassettes ordinarios.

El circuito de auto-detención actúa el rolenolde de detención para el inicio automático de desenhebrado de la cinta o para inhibir el enhebrado de la cinta. Este circuito se energiza en las siguientes cuatro situaciones: 1) por el sensor de fin, cuando el inicio o el fin de la cinta es detectado por medio del líder; 2) por el circuito del tambor rotatorio, cuando la rotación del tambor disminuye abajo de lo normal; 3) por el circuito de protección de grabación, cuando cualquier cassette al ser probado detecta que se le ha quitado la tapa; y 4) por el circuito de corte, cuando el voltaje de salida de la batería ha disminuido.

El circuito de protección de grabación es un circuito de seguridad, el cual detecta la presencia o ausencia de la tapa de plástico de seguridad en el cassette U-matic. Las grabaciones pueden ser realizadas únicamente cuando el cassette tiene la tapa en su lugar; si la tapa es extraída, este circuito detecta su ausencia y actúa para inhibir la operación de borrado/grabación.

El circuito sensor de fin consiste de dos diodos emisores de luz (leds) y dos fotoceldas, un par para cada fin de cinta. El líder transparente en cada extremo de la cinta permite ver la luz del led para alcanzar detectar la fotocelda. El inicio de la cinta tiene la sección clara en 1/3 de la parte superior de la cinta, esto activa una correcta combinación del led-fotocelda para detectar el fin de la cinta en el modo de retroceso. El otro fin de la cinta tiene su sección clara en 1/3 de la parte baja para detectar el



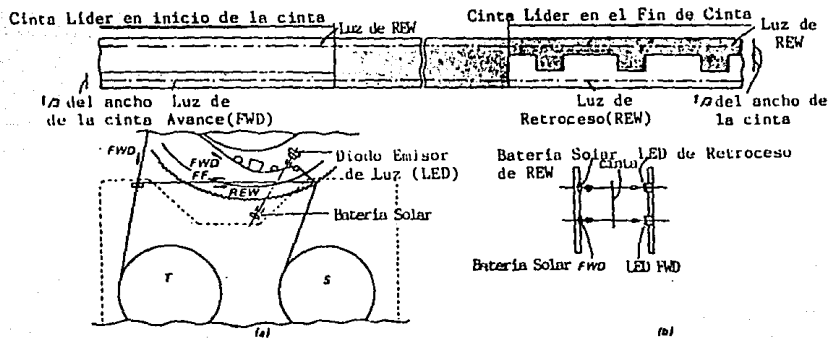


Figura 4.12 Sistema detector de Fin.

fin en el modo de avance/avance-rápido (Figura 4.12).

El circuito de corte produce una señal de salida cuando cae el voltaje DC de la fuente de poder abajo del límite operacional, y por consiguiente activa el circuito de auto-detención.

El circuito de selección de pausa, selecciona entre dos señales de entrada de pausa para producir la secuencia de pausa correcta. Las dos señales de entrada son 1) la señal pausa del botón de pausa en la videogradora y 2) la señal pausa del interruptor disparador del inicio de la videogradora en la cámara portátil. La salida del circuito de selección de pausa determina la sincronización del motor del carrete y el rodillo de presión.

Las salidas de estos circuitos son amplificadas por sus respectivas etapas accionadoras para controlar el motor del carrete, el motor enhebrador, el solenoide del rodillo de presión y el solenoide de detención. Las señales de salida también controlan la señal de video y audio produciendo la señal silenciadora RF y la señal silenciadora de audio/video.

El motor de transporte transmite su torque para girar el anillo de enroscado, en los modos de enhebrado y desenhebrado por medio de un par de engranes. El motor gira en una dirección en el enhebrado de la cinta y en dirección inversa para el desenhebrado. Este motor actúa cuando el botón de reproducción es presionado, girando el anillo de enroscado en dirección horario y cuando finaliza la revolución del

anillo, el interruptor de fin de enhebrado produce que el motor del carrete se encienda para iniciar el avance de la cinta. Y el desenhebrado se activa con el botón de detención o por el circuito de auto-detención girando el anillo en dirección contra-horario y el motor del carrete enreda la cinta en el carrete de suministro y cuando el interruptor de fin del desenhebrado se actúa, éste detiene el motor de transporte y el motor del carrete para así completar el modo de detención.

El motor del carrete transmite su torque a los carretes por medio de una banda. El carrete de recepción es controlado para el modo de reproducción y el de avance rápido. El carrete de suministro es gobernado para el modo de retroceso y para el desenhebrado.

#### IV.A.3.a. Circuito Generador de la Señal de Referencia

El sistema de grabación de video es enclavado a una señal de referencia estable en todos los modos de operación. Dentro de este circuito se incluyen el separador de sincronía, el generador de sincronía, el seleccionador de la señal de referencia y el CTL monoestable (Lector de la Pista de Control).

+ Circuito Generador de la Señal de Referencia.- La señal de sincronía se separa de la señal de entrada de video para su uso como señal de referencia del sistema. La señal de entrada de video se compensa primero y después se filtra por un filtro pasobajas que elimina el ruido para el circuito de separación de sincronía. Esta señal de video se

amplifica después por un factor de tres, incrementando la amplitud lo suficiente para conducir el separador de sincronía. La señal de sincronía separada por el separador de sincronía, son pulsos de sincronía de 6.7 Vp-p y esta señal se suministra a la cámara de blanco y negro por medio del circuito de conmutación HD (direccionamiento horizontal - Horizontal Drive) en el modo de reproducción, para gobernar la deflexión de la cámara. Se suministra también al separador de sincronía vertical. La separación de sincronía vertical se realiza por una constante de tiempo RC. Después, la sincronía vertical de polaridad negativa una vez separada se amplifica.

+ Generador de Sincronía.- El generador de sincronía produce la referencia de sincronía horizontal y vertical, dividiendo la frecuencia de salida de un oscilador de cristal de 31.468 KHz. La oscilación es mantenida, alimentando la salida de un amplificador de dos etapas en el regreso a su entrada. El cristal es insertado en el lazo de retroalimentación en serie, así que sólo los componentes de frecuencia determinado por la frecuencia de vibración inherente del cristal (31.468 KHz), son retroalimentados. La salida del oscilador es dividida por 525 y por 2, por medio de un circuito integrado, el cual provee cinco salidas, pero sólo dos de éstas son utilizadas. Estas son un ciclo de duración de 50% del pulso H y un ancho de pulso VD (vertical drive), de 9H.

\* Selector de la Señal de Referencia.- Existen dos señales de referencia independientes que están disponibles siempre, éstas son: 1) la señal VD separada de la señal de entrada de Video, y 2) la salida del generador de sincronía. Las señales de sincronía horizontal y vertical son separadas del video de entrada por el separador de sincronía y la sincronía horizontal separada es suministrada también de la salida del separador de sincronía. La señal VD separada es proporcionada al interruptor electrónico selector de referencia servo para el uso del servo; y para el manejo vertical de la cámara blanco y negro. La salida del oscilador de cristal de 31.468 KHz es dividido por 525, el cual suministra la señal interna VD. Esta señal es después diferenciada por un capacitor y luego amplificado para dar un pulso de polaridad negativa teniendo aproximadamente un ancho de pulso de 4H y un nivel de aproximadamente 4.5 Vp-p. Esta señal es suministrada al selector de referencia servo y al selector de la señal de manejo vertical de la cámara blanco y negro.

#### IV.A.4. Accesorios para Edición

La estabilidad de base de tiempo es una medida de la estabilidad de la imagen en reproducción de la cinta. Para entender mejor lo que esto significa, considérese una línea horizontal de un cuadro. El tiempo total es de 63.5 us, con la porción visible de la línea utilizando aproximadamente 53 us y la sincronía durando 10.5 us aproximadamente. Si existe una variación de 2 us en el

tiempo de reproducción, pueda ser visto fácilmente como rayas oblicuas en un monitor y esto no es aceptable; se requiere mucho menos que 1 us para que la imagen sea aceptable. Uno de los problemas más grandes para el desarrollo de las videograboras, fue obtener un transporte de cinta y exploración de cabeza suficientemente bueno, el cual pudiera producir una señal de sincronía estable en la reproducción.

Estos errores de tiempo en la reproducción son causados por el estiramiento de la cinta debido a su manejo; cambios de temperatura y humedad; pequeñas imperfecciones mecánicas en la máquina y el uso gradual de las cabezas. La siguiente lista de problemas son causados por errores de base de tiempo, que no pueden ser ignorados en la calidad de un sistema de televisión:

- Las inestabilidades y los errores de base de tiempo estarán en las generaciones de copias sucesivas de la cinta y por consiguiente las múltiples copias se vuelven irreproducibles; a medida que los errores se incrementan al punto de que el tiempo de sincronía será tan remoto que el servo de la videograboradora o el monitor no serán capaces para enclavarlo.

- Los errores de base de tiempo causan problemas de color mucho antes que ellos causen problemas de sincronía, ya que ninguna VTR reproduce el color directamente y por consiguiente se requiere de circuitos de corrección electrónica.

- El equipo para difusión es hecho con circuitos de sincronía muy exactos que no trabajarán con menos, por tanto tiene que ser una sincronía perfecta. Esto se hace deliberadamente ya que es esencial conocer cualquier problema en el estudio, mucho antes de que éste pueda afectar al televidente. Existen problemas cuando se intenta copiar de una videgrabadora no profesional a una videgrabadora profesional, debido a que la sincronía de reproducción de la VTR no profesional frecuentemente no es suficientemente estable.

En las videgrabadoras profesionales, gran parte de la circuitería electrónica de la reproducción es con el único propósito de corregir la señal de sincronía y los errores base de tiempo a medida que son reproducidos de la cinta; y otra gran parte de la circuitería restante es para la corrección de la señal de color. En el equipo no profesional, mucho de esta circuitería correctiva se omite, con el interés del tamaño y la economía.

El corrector base de tiempo es un dispositivo que aceptará una cinta reproducida con todos sus errores base de tiempo y luego elimina todos esos errores y presenta una imagen estable con una señal de sincronía estable; logrando así que sea útil en el sistema de difusión.

La función de los correctores base de tiempo es guardar la señal de TV, una línea a un tiempo, y luego hacerla salir en un tiempo más tarde. De esta manera la salida de la señal puede hacerse independientemente del tiempo que entró a la memoria y así puede quedar libre de errores de tiempo. Para

ayudar en esta corrección de tiempo, una señal debe alimentarse del corrector a la entrada de video de la máquina videogradora, controlando así los servos en el modo de reproducción.

#### IV.A.4.b. Código de Tiempo

En los inicios de la grabación de video, primero el material grabado era localizado ajustando un contador mecánico de longitud en pies (ft) en la videogradora a un punto de referencia fijo, pero este método no era muy preciso. Aquí no existen orificios en la cinta de video, como los hay en la cinta de película para mantener la cuenta de cuadros consistente. Además, el contador de longitud en pies puede resbalarse y la cinta estrecharse con el uso, agregándose esto al posible error.

El material también puede ser localizado contando los pulsos de la Pista de Control ("Control Track"). La pista de control, ya que es una serie de pulsos idénticos espaciados con la misma distancia que son grabados en la cinta de video y usados para sincronizar la videogradora internamente cuando la cinta es reproducida, entonces esto es una especie de "orificios electrónicos". Pero al igual que el contador de longitud en pies, la cuenta de los pulsos de pista de control también depende de un punto de referencia fijo. Si la máquina de cinta de video pierde la cuenta debido a ruido o distorsión en la señal pulso, el punto de referencia se pierde y la cinta de video debe regresarse al punto de ini-



cio original y restablecer.

En los años '50, la cinta de video era editada, uniendo físicamente la cinta simultaneamente. El material era localizado con el contador mecánico; la cinta era examinada bajo un microscopio para encontrar un punto de edición entre los cuadros y la cinta era cortada con una navaja y después eran unidas. Estas ediciones podían ser muy mal hechas, causando algunas perturbaciones en el corte, y no había manera de hacer una observación preliminar a una decisión de edición antes de cortar la cinta.

No obstante, la unión de la cinta fue estándar hasta que la edición electrónica fue introducida. Utilizando esta nueva tecnología, la fuente original de video ya no fue cortada. En lugar de ello, el material fuente era re-grabado electrónicamente en una cinta de video limpia, para ensamblar el programa final editado.

En 1963, Ampex introdujo un sistema que controlaba el punto de edición electrónicamente. El operador de la cinta de video, podría presionar un botón que grabara un tono audible (o un "beep" indicador), en un canal de audio de la cinta de video en un punto de edición deseado. Las videograbadoras hacían la localización de cuadros, y la edición era realizada electrónicamente por la videograbadora cuando leía el tono indicador. Pero, estos sistemas no eran de cuadro exacto y el proceso era lento ya que se apoyaban en los pulsos de la pista de control; y cualquier dificultad con los

pulsos, significaban problemas en los materiales de edición.

En 1967, se desarrolló un nuevo método de edición para evitar los problemas de la pista de control. Este método utilizó el Código de Tiempo para definir e identificar cada cuadro de video con un número único de identificación que está compuesto en HORAS:MINUTOS:SEGUNDOS:CUADROS.

El Código de Tiempo hizo la edición de cinta de video más eficiente que nunca. Además, ofreció más velocidad al proceso de edición y la edición se hizo de cuadro exacto. También permitió que cada edición se examinara previamente y repitiera con todos los materiales, permaneciendo en sincronía.

El proceso de edición fue redefinido más adelante en 1972, con la introducción de sistemas controlados por computadora. Las más sofisticadas computadoras identifican los puntos de edición con los números Código de Tiempo, las listas de decisiones de edición guardadas en memoria y realizan estas ediciones automáticamente de la información código de tiempo guardada.

Existen dos métodos de grabación y lectura, el SMPTE ("Society of Motion Picture and Television Engineers"; Sociedad de Ingenieros de Imagen en Movimiento y Televisión) y el VITC ("Vertical Interval Time Code"; Código de Tiempo en Intervalo Vertical).

El código de tiempo SMPTE, es una señal electrónica digital que es grabada a lo largo de la longitud de un canal de audio o pista auxiliar de una cinta de video, de la misma

sincroniza electrónicamente al inicio de cada cuadro de video, haciéndolo imposible que se deslice para el código de tiempo.

Cada cuadro de video es etiquetado con un número único de identificación llamado una palabra código de tiempo. Cada palabra es de 80 bits por cuadro para llevar la información de: 1) la cuenta de las horas, minutos, segundos y cuadros; 2) ocho palabras opcionales, de cuatro dígitos para información adicional o control; 3) una palabra de sincronía para indicar el fin de cada cuadro y la dirección de la cinta.

El código SMPTE es codificado en formato binario BCD, y cada palabra código está dividida en 26 bits de Dirección de Tiempo; 32 bits de Usuario; 16 bits de Sincronía y 6 bits de Banderas de Estado.

La palabra código de 80 bits se divide en grupos de cuatro bits, cada grupo de cuatro bits se codifica para obtener un número decimal (0 - 9), ocho de estos números decimales, forman los ocho dígitos de Dirección Código de Tiempo escrito en el formato antes mencionado, Horas:Minutos:Segundos:Cuadros.

Los números Dirección Código de Tiempo se graban en secuencia; para cada cuadro de video, el número código de tiempo avanza cada conteo de un cuadro. La información de dirección código de tiempo, es escrito como se mencionó anteriormente, en 26 de los 80 bits de la palabra código del cuadro de video. Ya que el código de tiempo corre en un reloj de 24 horas, entonces, no existe un número de horas

mayor que 25, ni tampoco minutos o segundos arriba de 59, ni cuadros arriba de 29. Esto significa, que los 32 bits asignados de dirección de tiempo, no son todos necesarios para codificar la información de dirección (ver figura 4.15). Los 6 bits restantes se explican más adelante.

Además de la información de dirección de tiempo, existen dos tipos de información más, codificados en la palabra código de tiempo: la información del Usuario y la información de Sincronía.

En la información del Usuario se disponen de 32 bits para que cualquier persona que utilice el código de tiempo, pueda introducir su propia información. Los bits de usuario son empleados como etiquetas de identificación estática, para número del carrere, tomas o disparos, lugar, fecha o información personal. Pero, la información de usuario, al igual que la información de dirección de tiempo, se limita a ocho dígitos y cada dígito se limita a los números 0 - 9. La información del usuario puede ser representada por ejemplo, del siguiente modo, 12 04 03 26, que puede representar el carrere número 12, disparada al lugar número 4, escena número 3, en la toma del día 26 del mes. Pero con sistemas más sofisticados, con capacidad de información de texto completo, títulos de programas, materiales instructivos, etc., en el código.

La información de Sincronía realiza dos funciones principales, define el fin de cada cuadro código de tiempo, y va que el código puede leerse en una u otra dirección, los bits

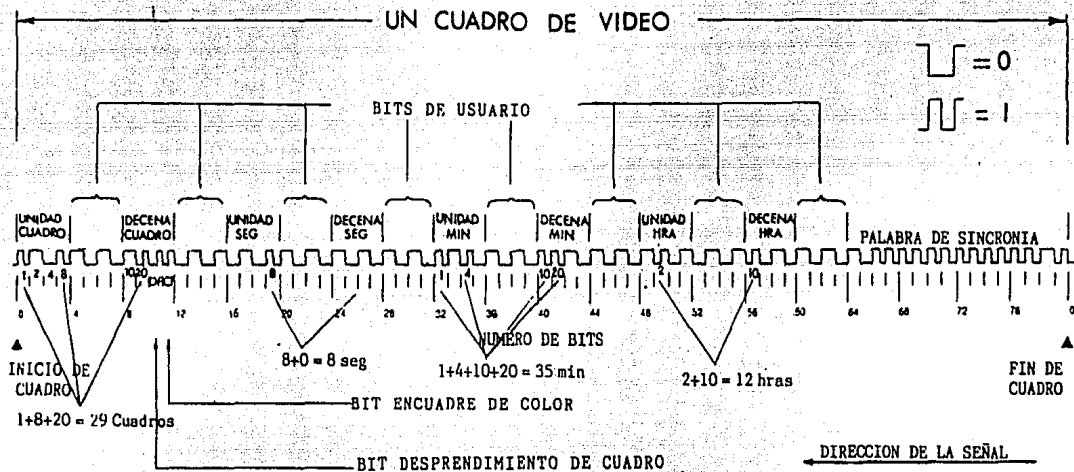


Figura 4.13 Palabra Código de Tiempo SMPTE de 80 bits, con el número de dirección - 12:35:08:29.

de sincronía indican si la cinta de video se está moviendo en avance o en retroceso. La información de sincronía ocupa los últimos 16 bits de la palabra código.

Hasta aquí llevamos un total de 74 bits en la palabra código de tiempo, de los 6 bits restantes, 4 bits no son asignados y son definidos como zeros binarios permanentes, disponibles como banderas para indicar modos de operación alternos estandarizados en el futuro.

Los otros dos bits son banderas de estado que indican el modo de operación; si el bit 10 es codificado con un Uno binario, indica el modo de "Desprendimiento de cuadro", y un Uno binario en el bit 11, indica el modo de "Encuadre de Color".

#### IV.A.4.b.i. Desprendimiento de Cuadro

La señal código de tiempo se entrelaza a los cuadros de video adelantados, esto es que, el código de tiempo y los cuadros de video avanzan a exactamente la misma razón.

Para las señales de video Blanco y Negro, esta razón es de 30 por segundo. Por consiguiente en un programa monocromo de televisión, al ser medido por el código de tiempo, se obtiene que la longitud del programa, el indicador del código de tiempo ("display"), y lo más importante, el tiempo real coinciden entre sí totalmente.

Sin embargo, las señales de video de color no corren a la misma frecuencia que el monocromo; en el sistema de c.c.c. se tiene establecido una razón de color a aproximadamente

29.97 cuadros por segundo. Esto significa que un programa de color, sincronizado a 30 cuadros/s, capta un extra de 0.03 cuadros/s. Entonces, tiene por 108 cuadros de video, siendo un total de 3.6 s por lo que no existe concordancia entre el indicador de código de tiempo y el reloj real.

Este problema se resolvió con el Desprendimiento de Cuadro. En vez que los números de la dirección de tiempo avancen en proporción unitaria, el conteo es alterado de tal modo que, cada vez que el código de tiempo finaliza un minuto, suelta los primeros dos cuadros el inicio del próximo minuto. Por ejemplo, 12:26:00:00 y 12:26:00:01 no existen. Esta omisión no afecta las imágenes de video; y esto es hecho para que corra a la misma razón que el reloj. Sin embargo, si dos cuadros son soltados cada minuto por una hora, entonces 120 cuadros serán perdidos; y puesto que el objetivo es perder únicamente 108 cuadros por hora, se hace un arreglo en el código de tiempo para incluir los primeros dos cuadros, pero únicamente cada 10 minutos. Entonces, el código de tiempo con Desprendimiento de Cuadro elimina dos cuadros cada minuto excepto para el minuto 00, 10, 20, 30, 40 y 50.

Así, el desprendimiento de cuadro permite al código de tiempo correr casi a la misma velocidad que el reloj. Ya que la señal de color no es exactamente 29.97 cuadros/s, el código de tiempo corriendo en el modo de Desprendimiento de Cuadro ("drop-frame"), aún acumula un ligero error, teniendo un máximo de 75 ms sobre el curso de 24 horas. Este error

está dentro de los requisitos de tiempo para radiodifusión.

#### IV.A.4.b.II. Encuadre de Color

Debido al modo complejo en el que la información de color es codificada en un ancho de banda completo, la señal de color de video y todos los cuadros de video no son semejantes. Los cuadros de video tienen una característica alterna que puede ser descrita como más o menos, A o B. Cuando el material de video de color se edita, esta secuencia alterna de A-B-A-B de cuadro debe mantenerse.

Si se hace una prueba para editar cuadros fuera de secuencia, esto es A-A o B-B, la videogradora corregirá el error desplazando la imagen de video horizontalmente. Efectivamente, el cambio Horizontal o cambio H, es causado por el sistema, cambiando el cuadro de video entrante de característica A o B para hacerla ajustarse a la secuencia A-B-A-B.

Normalmente, el cambio H no es visible porque ocurre en un punto de edición entre dos disparos diferentes y el cambio de contenido de imagen oscurece el pequeño cambio. Por otra parte, si el cambio H se graba en un punto de edición en el cual el contenido de imagen no cambia, (un Cuadro igual), el cambio es visible en la imagen de televisión. Para evitar estos cambios visibles H, es necesario identificar las características de los cuadros de video implicados en cada edición. Desafortunadamente, la medición de A o B de un cuadro dado, directamente de la señal de video de color, es muy difícil por las distorsiones presentes en la graba



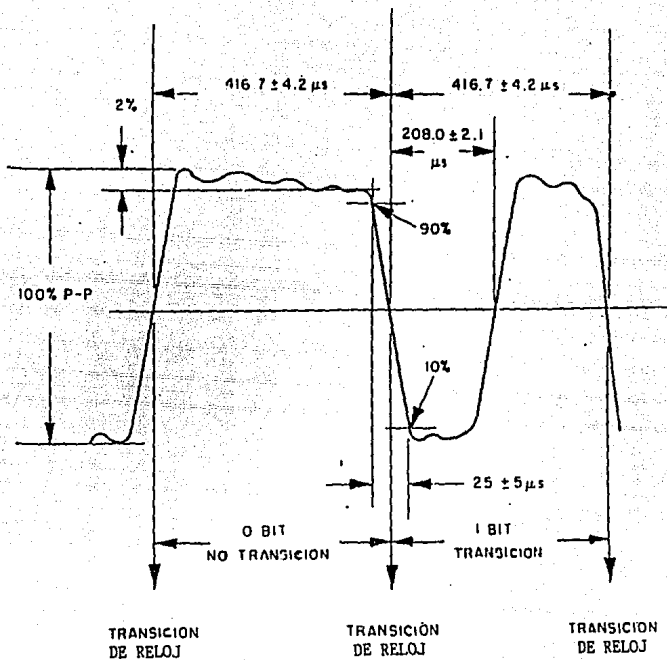


Figura 4.14 Características de la Forma de Onda de Grabación de la Señal Código de Tiempo SMPTE.

ción.

Por esta razón, un estándar código de tiempo con Encuadre de video se desarrolló, para permitir al editor de la cinta de video, hacer la identificación de cuadro A-B de una fuente más sencilla: utilizando el número de dirección de código de tiempo del cuadro de video en lugar de la señal de video. Una dirección de tiempo, terminando en un número para se define como un cuadro de video de característica A; y una dirección terminando en un número impar, se define como un cuadro de video B.

Una vez que la característica A o B del material de video grabado se identifica, la cinta de video puede sincronizarse a una señal de referencia estable, tal como su generador de Sincronía. Esto permite al sistema de edición computarizado asegurar que los valores de A y B del material de video entrante, igualará la secuencia A-B-A-B ya grabada en la cinta Maestro editada.

Las características de la forma de onda de entrada para la grabación de la Señal Código de Tiempo se muestran en la figura 4.14. El tiempo de subida y el de caída del reloj y una transición del tren de pulsos código deberán ser de  $25 \pm 5$   $\mu$ s, medido entre los puntos 10 y 90 por ciento de amplitud en la forma de onda. La distorsión de amplitud, tal como sobredisparos y declives, deberán ser limitados a 2 por ciento de la amplitud pico a pico de la señal código. En las transiciones de tiempo, el tiempo entre las transiciones de reloj no deberán variar más de 1 por ciento del periodo

promedio de reloj, medido por lo menos en un cuadro. La transición "uno" deberá ocurrir en medio camino entre las dos transiciones de reloj dentro de 0.5 por ciento de un periodo de reloj. Las mediciones de estos tiempos deberán ser hechas en los puntos medios de la forma de onda.

#### IV.A.4.c. Código de Tiempo en Intervalo Vertical

##### (VITC)

El problema más claro en el sistema de código de tiempo SMPTE, se relaciona con la lectura de la señal código a velocidades extremament lentas. Además, la señal código de tiempo toma un espacio valioso dentro de la cinta de vídeo, generalmente un canal de audio que puede ocuparse para trabajo de producción de sonido. Por estas razones se desarrolló otro método de identificación de cuadros. La alternativa más prometedora para el código SMPTE, se introdujo en 1978 propuesto como estandar ligeramente modificado, en 1980.

El VITC contiene la misma información de dirección y usuario como en el SMPTE, pero es un tipo de señal diferente. El código VITC es grabado dentro de la señal de vídeo en sí misma, fuera del área de la imagen visible, en el intervalo de borrado vertical. Una de las ventajas que ofrece el código VITC, es que puede leerse a la velocidad más lenta de cuadro por cuadro, incluyendo el cuadro fijo; ya que el VITC es una parte de la información y se lee por las cabezas de vídeo rotatorias.

También el VITC identifica los campos de video. Puesto que el VITC se graba en la señal de video en sí, este código de tiempo indexa ambos campos de un cuadro, con un número de dirección, que incluye la identificación de campo.

Con este sistema de identificación de campo, el VITC puede editar con exactitud de campo, ya que se expande el número de puntos de edición de 30 por segundo a 60 por segundo, puesto que hay 60 campos que forman cada 30 cuadros de video.

La información de código VITC se graba en las líneas horizontales durante el intervalo de borrado vertical de la exploración de campo y debe transmitir su información rápidamente, utilizando una porción limitada de la señal de video.

Con este método un uno binario se representa por un nivel de señal de 80 IRE, y un cero binario por un nivel de señal de 0 a 10 IRE. la razón de reloj del código varía ligeramente, únicamente durante un cuadro código derivado de la razón de línea de video.

En la figura 4.15 se observa que el formato de la señal VITC es un tanto diferente a la señal SMPTE. La sincronía del código SMPTE se ha remplazado por bits pares de sincronía, espaciados a través de la señal de código VITC para ayudar en el mantenimiento de la sincronización de reloj.

La información que lleva el VITC es casi la misma que el del código SMPTE. Los modos de Desprendimiento de Cuadro y Encuadre de Color, así como la información de dirección y

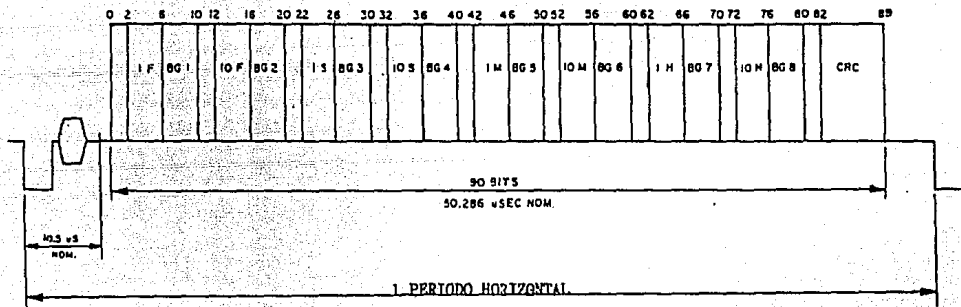


Figura 4.15 Distribución de la Señal Código de Tiempo de Intervalo Vertical.

0 - 1	Bits de Sincronía	Bit 0 : Uno fijo Bit 1 : Cero fijo
2 - 5	Unidades Núm. Cuadro	
6 - 9	Primer Grupo Binario	(BG 1)
10 - 11	Bits de Sincronía	Bit 10 : Uno fijo Bit 11 : Cero fijo
12 - 13	Decenas Núm. Cuadro	
14	Bandera Desprendim. Cuadro	
15	Bandera Encuadre Color	
16 - 19	Segundo Grupo Binario	(BG 2)
20 - 21	Bits de Sincronía	Bit 20 : Uno fijo Bit 21 : Cero fijo
22 - 25	Unidades Núm. Segs	
26 - 29	Tercer Grupo Binario	(BG 3)
30 - 31	Bits de Sincronía	Bit 30 : Uno fijo Bit 31 : Cero fijo
32 - 34	Decenas Núm. Segs	
35	Marca de Campo	
36 - 39	Cuarto Grupo Binario	(BG 4)
40 - 41	Bits de Sincronía	Bit 40 : Uno fijo Bit 41 : Cero fijo
42 - 45	Unidades de Minutos	
46 - 49	Quinto Grupo Binario	(BG 5)
50 - 51	Bits de Sincronía	Bit 50 : Uno fijo Bit 51 : Cero fijo
52 - 54	Decenas de Minutos	
55	Bit no asignado	(Cero hasta que sea especific.)
56 - 59	Sexto Grupo Binario	(BG 6)
60 - 61	Bits de Sincronía	Bit 60 : Uno fijo Bit 61 : Cero fijo
62 - 65	Unidades de Horas	
66 - 69	Séptimo Grupo Binario	(BG 7)
70 - 71	Bits de Sincronía	Bit 70 : Uno fijo Bit 71 : Cero fijo
72 - 73	Decenas de Horas	
74 - 75	Bits no asignados	
76 - 79	Octavo Grupo Binario	(BG 8)
80 - 81	Bits de Sincronía	Bit 80 : Uno fijo Bit 81 : Cero fijo
82 - 89	Código CRC (Código de Inspección Cíclica Redundante)	

bits de usuario, no se cambian. Y puesto que esta información se transmite en ambos campos de video, uno de los bits no asignados en el código SMPTE, se redefine como el bit de identificación de Campo para permitir un direccionamiento independiente de cada campo en el código VITC.

En éste ocurre transición únicamente cuando hay un cambio de información contenida en los bits adyacentes; y no ocurrirá ninguna transición cuando los bits adyacentes contienen la misma información. En la figura 4.16 se muestra las características de la forma de onda de entrada para la grabación. Los cuadros son numerados del 0 al 29 sucesivamente, con identificación de cuadro. Cada dirección consiste de 90 bits numeradas del 0 al 89. La dirección deberá iniciar en el borde anterior del primer bit de sincronía (bit 0). La duración del periodo de dirección es de 50.286  $\mu$ s nominales.

Los grupos binarios son intencionados para el almacenamiento de información complementaria de los usuarios. El bit número 14, indica la bandera de desprendimiento de cuadro, para resolver la diferencia entre el tiempo real y el tiempo de color.

El bit número 15, indica la bandera de encuadre de color, que define que las unidades pares de los números de cuadro, identifican el cuadro A y las unidades impares de los números de cuadro, identifican el cuadro B.

El bit número 35, señala la bandera de marca de campo, un cero binario corresponde al campo 1 en el sistema

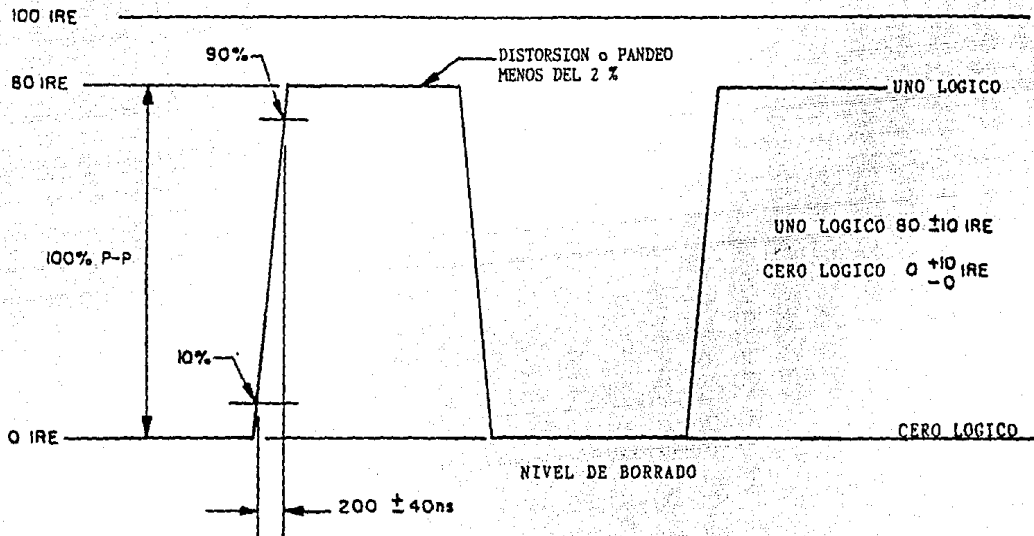


Figura 4.16 Forma de Onda de Grabación del Código de Tiempo VITC.



monocromo y el campo 1 ó 3 en el de color. Un uno representa al campo 2 en el sistema monocromo y el campo 2 ó 4 en el de color.

Ocho bits, 62 - 69, son reservados al final del intervalo código; estos son códigos de Inspección Cíclica Redundante para la detección de error.

La inserción del código de dirección, no se realiza antes de la línea 10 o después de la línea 20. La información VITC será insertada en la misma línea en ambos campos.

#### IV.B. Formato C

Desde que el primer sistema de grabación en cinta fue introducido en 1956, ha habido un mejoramiento continuo y un crecimiento desmesurado en el uso de la cinta magnética de video por los radiodifusores. El sistema helicoidal sustituyó el sistema cuádruplex por ser más simple y con un costo inicial y de operación más bajo. Los primeros sistemas no fueron estandarizados, cada fabricante armaba un sistema sin ninguna pauta estándar para intercambiabilidad de las grabaciones. Por consiguiente, era prácticamente imposible difundir una señal de tales grabadoras. Más tarde se formularon los estándares para los sistemas helicoidales; con técnicas de sincronización mejoradas que hicieron posible la transmisión de señales de tales sistemas con resultados altamente satisfactorios. Por consiguiente éstas terminaron por remplazar completamente el sistema de cuatro cabezas.

Inicialmente se estandarizó el formato de 1 pulgada helicoidal tipo B y C para difusión. El formato B, utilizaba dos cabezas de video 180° aparte con un ángulo de enrollamiento de 190° (ver Figura 4.18), para dar un traslape de información ligero. Cada cabeza exploraba 52.5 líneas de segmento por revolución, para un total de 105 líneas de televisión. Entonces, un sólo campo era compuesto por 5 segmentos de 52.5 líneas de segmento por revolución, para un total de 105 líneas de televisión. Entonces, un sólo campo era compuesto por 5 segmentos de 52.5 líneas cada uno ( $52.5 \times 5 = 262.5$  líneas = 1 campo). Este formato permitía

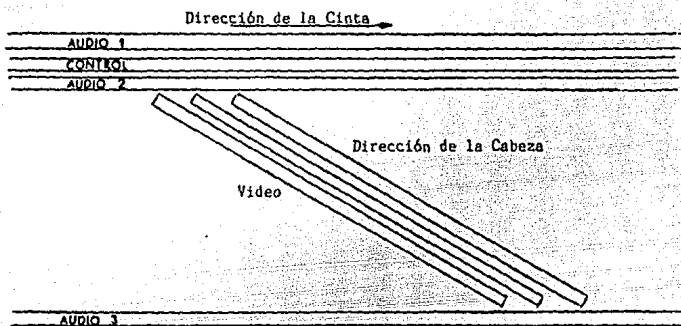


Figura 4.17 Distribución de las pistas en la cinta tipo B.

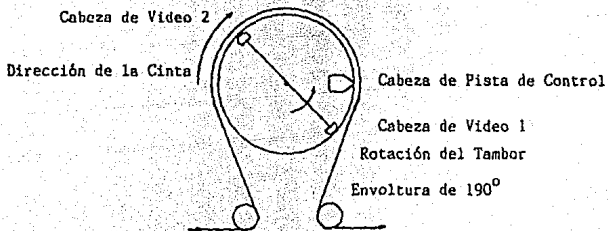


Figura 4.18 Vista superior del transporte del formato B.

un diámetro del explorador muy pequeño con un tamaño del tambor de únicamente 1.98150 pulgadas; esto daba por resultado una pequeña cantidad de la superficie de la cinta en el explorador. Para minimizar la fricción, el estiramiento diferencial y otros factores que afectaban adversamente los procedimientos de edición sean flexibles. Además, ofrece características opcionales como cabezas de certeza de video y sincronía y cabeza de seguimiento automático. Ha sido propuesto que cuando una cabeza en particular (por ejemplo de sincronía), no es utilizada entonces, se proveerá en su lugar una cabeza falsa ("dummy head") para minimizar errores de velocidad. El formato C permite la operación fácil de cámara lenta o de detención de la acción.

El ángulo de envoltura de la cinta es de 346°; ya que esta envoltura se asemeja a la letra mayúscula griega omega cuando es vista desde arriba, es llamada envoltura omega ( $\Omega$ ).

#### IV.B.1. Dimensiones y Ubicación de Grabaciones

Las dimensiones y sitio de grabación serán como se señala en la figura 4.19 y la tabla posterior. Los parámetros dados en el Estándar Nacional Americano del sistema básico y parámetros geométricos de transporte para sistemas de grabación de video con explorador helicoidal tipo C de 1 pulgada, y la velocidad de la cinta determinar completamente estos valores y sus tolerancias. Los valores nominales dados, están basados en la cinta tensionada; por lo tanto, debe considerarse las medidas directas sin tensión

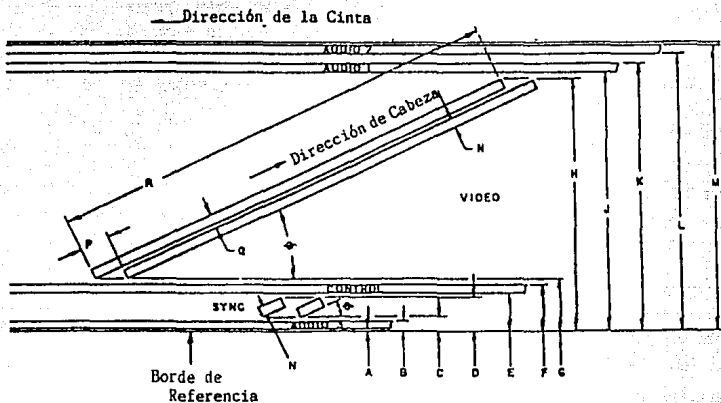


Figura 4.19 Dimensiones y Ubicación de la Grabación.

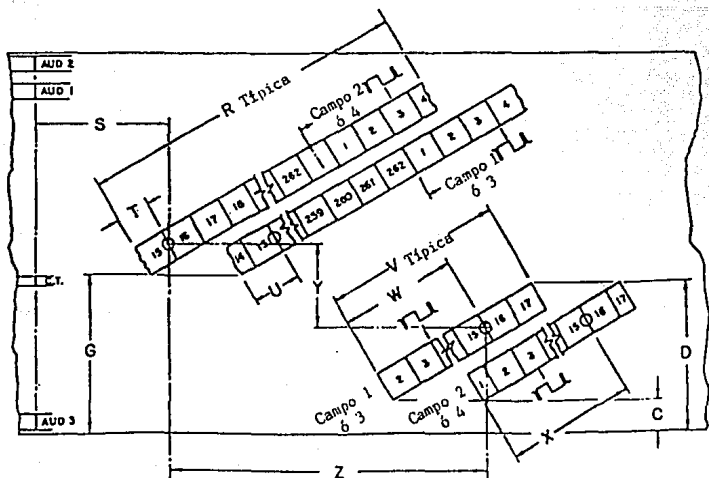
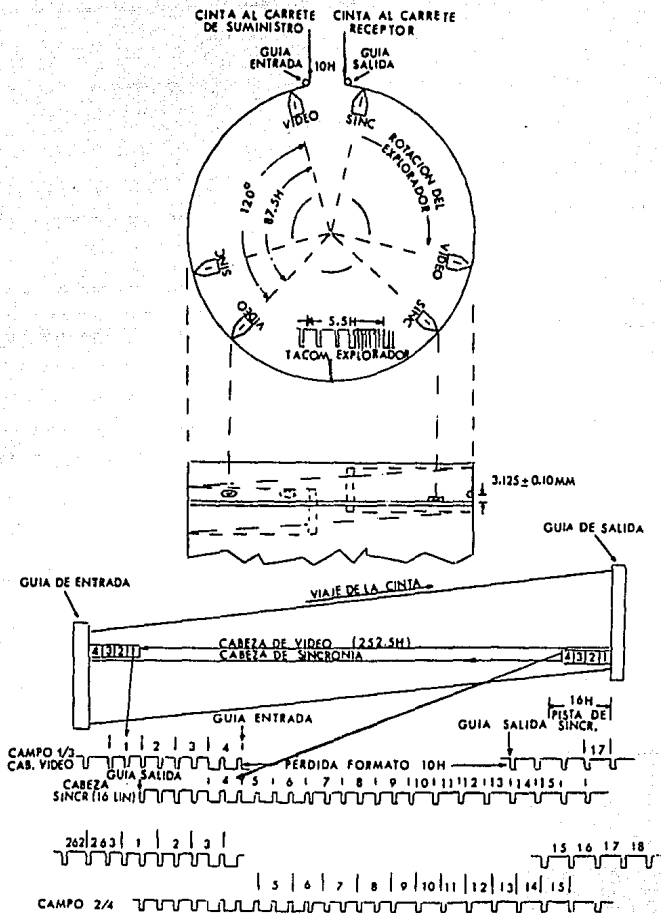


Figura 4.20 Ubicaciones de Grabación de Video y Sincronía.

Dimensiones	Milímetros	
	Mínimo	Máximo
A Borde Inferior del Audio 3	0.000	0.200
B Borde Superior del Audio 3	0.775	1.025
C Borde Inferior de Pista de Sincronía	1.385	1.445
D Borde Superior de Pista de Sincronía	2.680	2.740
E Borde Inferior de Pista de Control	2.870	3.130
F Borde Superior de Pista de Control	3.430	3.770
G Borde Inferior de Pista de Video	3.860	3.920
H Borde Superior de Pista de Video	22.355	22.475
J Borde Inferior del Audio 1	22.700	22.900
K Borde Superior del Audio 1	23.475	23.725
L Borde Inferior del Audio 2	24.275	24.525
M Borde Superior del Audio 2	25.100	25.300
N Ancho de Pista de Sincronía y Video	0.125	0.135
P Margen de Video	4.067 (2.5H)ref	
Q Declive de la Pista de Video	0.1823 ref	
R Longitud de la Pista de Video	410.764 (252.5H)ref	
S Distancia de Cabeza Pista de Control	101.60	102.40
T Fase Vertical del Campo Impar	1.220(0.75H)	2.030(1.25H)
U Fase Vertical del Campo Par	2.030(1.25H)	2.850(1.75H)
V Longitud de Pista de Sincronía	25.620(15.75H)	26.420(16.25H)
W Fase Vertical del Campo de Sinc. Impar	22.360(13.75H)	23.170(14.25H)
X Fase Vertical del Campo de Sinc. Par	23.170(14.25H)	23.980(14.75H)
Y Margen de la Cabeza Vertical	1.529 nom	
Z Margen de la Cabeza Horizontal	35.350 nom	
θ Angulo de la Pista	2°34' ref	



dentro de la relación de elasticidad de la cinta.

El borde de la grabación de video será contenida dentro de dos líneas rectas paralelas de 0.30mm (0.00118 pig) aparte. Para que la información de las señales de imagen, sincronía, control de seguimiento y audio sea de tiempo coincidente, se deberá posicionar como se muestra en la figura 4.20.

El sitio o posición de la separación del intervalo de borrado vertical con respecto a un cuadro de televisión, es determinado por la dimensión de la fase, T, medido del inicio de la imagen al borde negativo de la línea de sincronía 16H en los campos impares (una línea de televisión es designada como H).

El inicio y fin de la sincronía de grabación deberá ser generada por conmutación electrónica de la señal de grabación debido a las restricciones geométricas. El fasamiento de la sincronía de grabación de la conmutación electrónica, será según por la dimensión de fase W en los campos impares.

#### IV.B.2. Extremidades Polares Exploradoras.

Existen seis sitios polares circunferenciales de extremidades polares en el tambor, como se muestra en la figura 4.22.

La proyección de cada extremidad será de  $0.06 \pm 0.03$  mm, siendo tomada la medida de la superficie exterior del tambor superior al término de la extremidad polar. Cuando una extremidad polar operacional no se requiere, entonces se coloca una extremidad no funcional en



el mismo sitio.

La distancia axial o paralela entre cada extremidad polar de la cabeza de video y la extremidad polar de la cabeza de sincronía sera como se muestra en la figura 4.22 en la vista lateral.

El sitio de entrada de la cinta y las guías de salida proporcionarán un ángulo de envolvimiento de la cinta tal que la separación del intervalo vertical de la grabación de video es de  $10.00 \pm 0.25$  líneas horizontales, debido a las pérdidas de contacto de cabeza-a-cinta, sin una conmutación electrónica de la señal de grabación. El inicio y término de la separación del intervalo vertical será medido en los puntos de media amplitud de la envolvente RF.

#### IV.A.c. Diámetro del Tambor y Tensión de la Cinta

El diámetro del tambor efectivo, la tensión de la cinta y la velocidad de cinta determinan completamente el ángulo de la pista de grabación de video. Algunos métodos diferentes de diseño y/o variaciones menores en diámetro del tambor y tensión de la cinta, produce grabacones equivalentes para propósitos de intercambio. Los valores y condiciones de operación especificados en el estándar producirá el valor de referencia del ángulo de pista.

El diámetro real del tambor será  $134.620 \pm 0.018$ .

La sección superior del tambor rotará en sincronía con las extremidades de video.

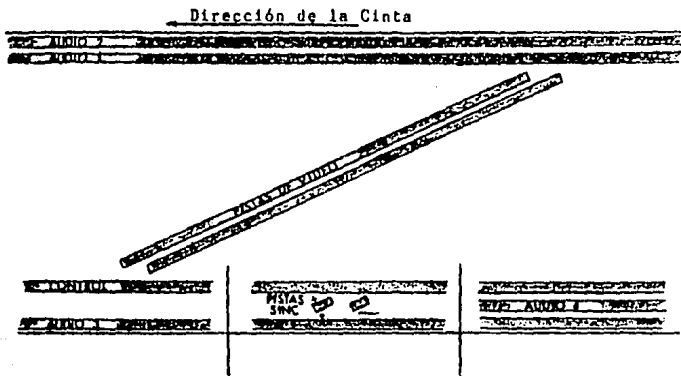


Figura 4.21 Diferentes distribuciones posibles de las pistas en la cinta del formato C.

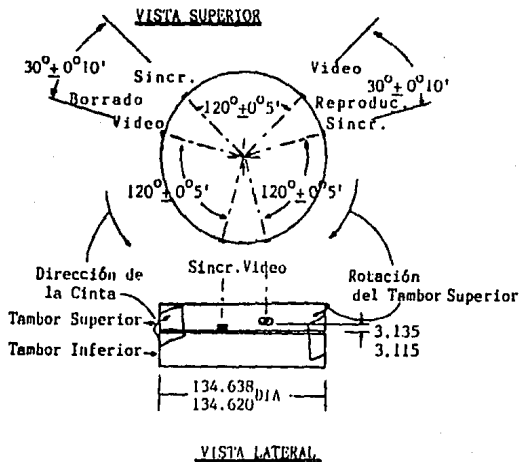


Figura 4.22 Dimensiones del Tambor y Ubicación de las Extremidades Polares

La velocidad de la cinta será de  $244.0 \pm 0.5$  mm/s.

#### IV.B.4. Grabación del Control de Seguimiento de Pista

En esta sección se especifica las características de la grabación del control de seguimiento y la relación entre la imagen grabada y la señal de control de seguimiento. La grabación del control de seguimiento, consiste de una serie de niveles de flujo constante alternando en polaridad a una razón de campo como se muestra en la figura 4.23. Un par de transiciones extras es añadido para alternar cuadros.

La polaridad del flujo de la grabación del control de seguimiento será tal que los polos sur de los dominios magnéticos apunten en la dirección de la trayectoria de la cinta durante el intervalo vertical, identificando los campos I y III, y los polos norte del dominio magnético apunten en la dirección de la trayectoria de la cinta durante el vertical, identificando los campos II y IV. Por lo tanto, la transición norte-a-sur, la cual ocurre durante los campos II y IV, serán polos magnéticos sur adyacentes, esto es, el área de transición atraerá el polo sur de un ímán.

La amplitud del flujo de control de seguimiento grabado, será por lo menos de 30 dB arriba del flujo residual de cualquier grabación previa.

El ancho de los pulsos de la corriente de grabación para el par extra de transiciones en los cuadros alternos será de  $0.20 \pm 0.03$  ms ó  $0.40 \pm 0.06$  ms para las transiciones N-S-N.

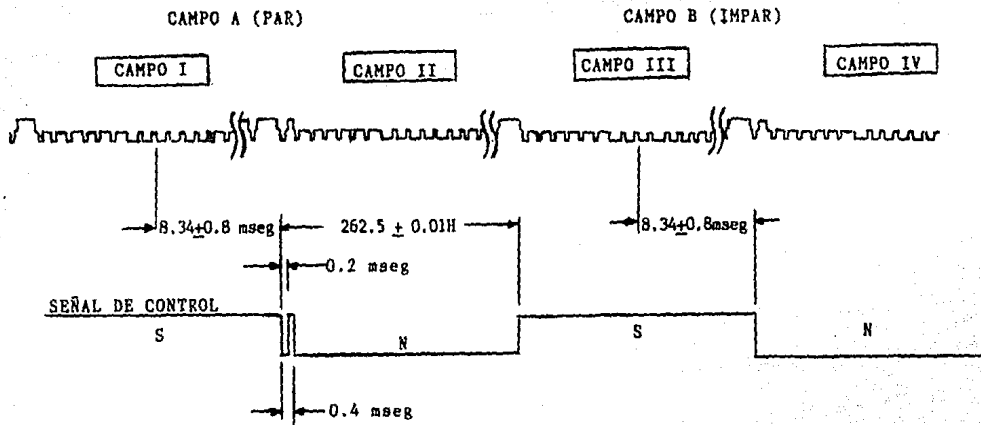


Figura 4.23 - Grabación del Control de Seguimiento.

#### IV.B.4.a. Control de Seguimiento y Sincronización de Video.

Las transiciones de corriente de grabación que representan campos de video, ocurrirán  $8.34 \pm 0.80$  ms después de la transición negativa del tercer pulso ancho, como se muestra en la figura 4.23. La transición sur a norte ocurrirá en los campos I y III, identificados como los campos que finalizan con una media línea de información de video.

Los cuadros alternos serán identificados por un par de transiciones extras de flujo grabado, ocurriendo en la transición sur a norte de cada dos cuadros, como se muestra en la figura 4.23.

Es posible usar la identificación de cuadro alterno para especificar cuadros pares e impares. Cuando no se es limitado por otro sistema de requisitos para la identificación de cuadro alterno, entonces representará el Cuadro A (par). Puesto que no todas las señales de video satisfacen el estándar EIA y ciertos tipos de edición pueden prohibir el acceso con la identificación del cuadro especificado, el sistema de reproducción debe ser capaz de utilizar o ignorar la información del cuadro alterno según sea dirigido por el operador.

#### IV.B.5. Parámetros de Grabación de Video

Las frecuencias portadoras correspondientes a los niveles de referencia de video serán:

Pico de Blanco	10.00 ± 0.05 MHz
Borrado	7.90 ± 0.05 MHz
Extremidad Sincr.	7.06 MHz nom.

La amplitud de la corriente de grabación será tal que un nivel de flujo de cinta máxima es producido cuando se graba una señal con nivel promedio de cuadro del 50 por ciento.

La característica de amplitud vs. frecuencia de la corriente aplicada a los devanados de la cabeza grabadora, disminuirán con flujo a cinta grabado, será equivalente a grabar una corriente constante vs. frecuencia de onda senoidal modificada por una constante de tiempo del filtro pasobajas con 6 MHz y 3 dB de ancho de banda, accionando la cabeza con extremidades polares hechas de material de ferrita.

#### IV.B.6. Niveles de Referencia de Grabadoras y Reproductoras de Grabaciones de Audio

Todas las grabaciones serán hechas utilizando el método anhistéresis (proceso con el cual un material es magnetizado aplicando un campo unidireccional sobre el cual es superpuesto un campo alterno de amplitud que disminuye gradualmente ["bias"]).

Los niveles de grabación y reproducción de audio de un sistema de grabación de video, serán ajustados con un indicador de volumen estándar.

Nivel de Referencia de Grabación. Cuando una grabación se hace de una señal sinusoidal teniendo una frecuencia de

1,000 Hz, el indicador de volumen de grabación será ajustado para desviarse a su nivel de referencia (0 vu). El nivel de referencia es propuesto a ser nominalmente 6 dB debajo del nivel grabado, que produciría 3 por ciento de distorsión en la tercera armónica.

**Nivel de Referencia de Reproducción.** Cuando una cinta de grabación reproduce una frecuencia de 1,000 Hz, el indicador de volumen de reproducción se desviará a su nivel de referencia (0 vu).

#### IV.B.6.a. Uso de la Pista

**Audio No Estéreo.** El programa primario del canal de audio será grabado en la pista de Audio 1.

**Audio Estéreo.** Cuando se utilizan canales separados para sonido estéreo, el canal izquierdo será grabado en la pista de Audio 1 y el canal derecho en la pista de Audio 2. Cuando los canales de suma y diferencia son utilizados para el sonido estéreo, el canal izquierdo más el derecho seán grabados en la pista de Audio 1 y el canal izquierdo menos el canal derecho en la pista de Audio 2. Cuando se utiliza un código de control y tiempo, será grabado en la pista de Audio 3.

**Programa de Fasamiento de la Cabeza de Audio.** Cuando la misma señal se graba en las pistas de Audio 1 y Audio 2, las pistas estarán tan fasadas que, cuando se reproduce con una cabeza lo suficientemente ancha para sentir el flujo grabado en ambas grabaciones, estos serán aditivos.

#### IV.B.6.b. Proceso de la Señal de Audio

La señal de entrada de audio llega a través de un conector. El sonido del programa es grabado en los canales de audio 1 y 2 y la señal código de tiempo es grabada en el canal de audio 3. Se tienen dos entradas de nivel de grabación fijos y dos variables.

La señal de entrada se aplica después a filtros: a) un filtro de atenuación controlado de baja frecuencia, variable. Esta característica es útil cuando se requiere una compensación para la acústica pobre de algunos sitios o para el efecto del alzar bajos de algunos micrófonos cuando se utiliza muy cerca de la boca; b) un filtro pasobajas de 19 KHz y un filtro paso altas de 30 Hz para limitar el ancho de banda de la señal.

#### IV.B.7. Proceso de la Señal en el Modo de Reproducción

La cabeza de video envía la señal inducida de la cinta al pre-amplificador que se acopla a través de los transformadores. La salida del pre-amplificador se conduce a un transformador rotatorio teniendo hasta aquí el explorador ("scanner"); después se amplifica y la salida de éste se retroalimenta por el AGC que va a mantener a un nivel constante la señal.

La señal amplificada va a un interruptor que conmuta según sea cinta RF (tape RF), o Frecuencia del Oscilador en el punto de sincronía. Este interruptor conecta al amplificador ecualizador que se sintoniza a una  $f_c = 20$  MHz. La salida del ecualizador entra a un interruptor que conmuta a



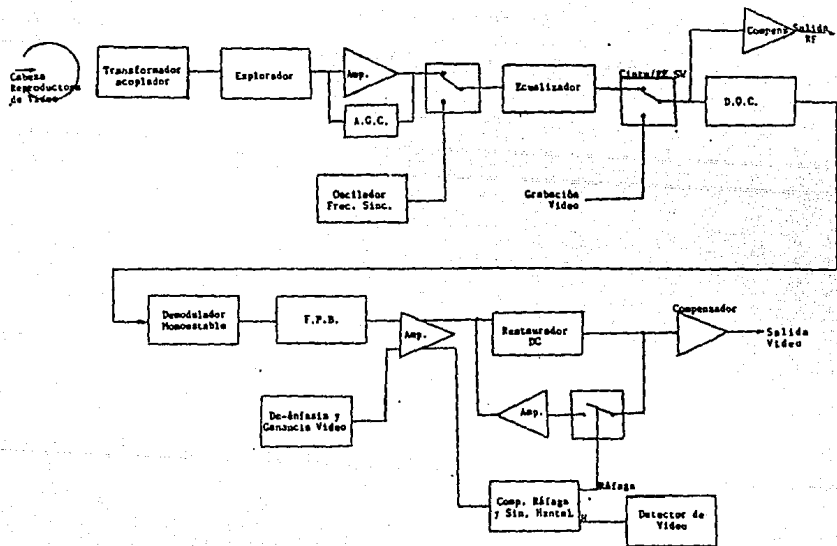


Figura 4.24 - Diagrama de Bloques del Sistema de Reproducción de Video.

Cinta/EE ("Tape/EE"), o a Entrada EE ("EE Input"), y conecta una línea a un buffer (compensador), que la envía como salida RF y la otra línea la conecta a un disparador de Schmitt, el cual al detectar una pérdida de información momentánea de la señal RF y la otra línea la conecta a un disparador de Schmitt, el cual al detectar una pérdida de información momentánea de la señal RF, cambia de estado; éste permanece conmutado lo que dura la pérdida de información, después en la salida se controla el ajuste de moaré para que no exista el efecto ondulante en las cuñas horizontales de las líneas; y éste entra de nuevo a otro disparador de Schmitt que se opera como el Compensador de Pérdida de Información (D.O.C.).

La salida del D.O.C. se conecta a un demodulador monoestable, que recupera la señal FM que fue modulada y se dispara para cambiar de estado durante un intervalo de tiempo pre-determinado ( $T = 29 \text{ ns}$ ) y regresa al estado original. sus dos salidas son conectadas a un amplificador diferencial y se alimentan a filtros pasobajas, los cuales solo dejan pasar las señales de video.

Ya que las señales de video fueron pre-entatizadas previo a la grabación para mejorar la relación de señal a ruido, deberá des-enfatizar la señal demodulada para igualar la respuesta. La señal de los filtros pasobajas entran a un amplificador así como también, las señales des-enfatizadas y la ganancia de video.

Una salida del amplificador va a la compuerta de ráfaga y sincronía horizontal, que separa a cada una de estas. La sincronía horizontal se dirige al detector VDO. La compuerta de ráfaga a un conmutador. La otra salida del amplificador se conecta a un restaurador dc, consistente de un buffer, cuya salida se retroalimenta por un interruptor y un amplificador y su salida se acopla a otro buffer del cual se obtiene la salida de video.

#### IV.B.8. Proceso de la Señal en el Modo de Grabación

En el modo de grabación, la señal de entrada de video se conecta a un amplificador de entrada; la señal amplificada entra a un compensador que es elemento del restaurador dc, su salida llega a un filtro pasobajas y después se amplifica y llega al modulador donde se lleva a cabo a la vez el pre-énfasis para compensar las varias pérdidas de alta frecuencia en la respuesta cabeza a cinta y mejorar la relación señal a ruido. También aquí se realiza el incremento de la amplitud de la ráfaga de la señal a ser grabada por  $6.0 \pm 0.1$  dB con respecto a la porción de sincronía y video de la señal compuesta de video.

La señal amplificada del filtro pasobajas se envía para el ajuste de moaré, y después al multivibrador FM que es en realidad el verdadero modulador. Sus salidas van a un compensador ("buffer") EE. a un compensador de cinta ("buffer tape") y a un compensador AFC. Del compensador EE sale la señal al circuito de reproducción de video. Del compensador de cinta la señal entra al amplificador de grabación, donde

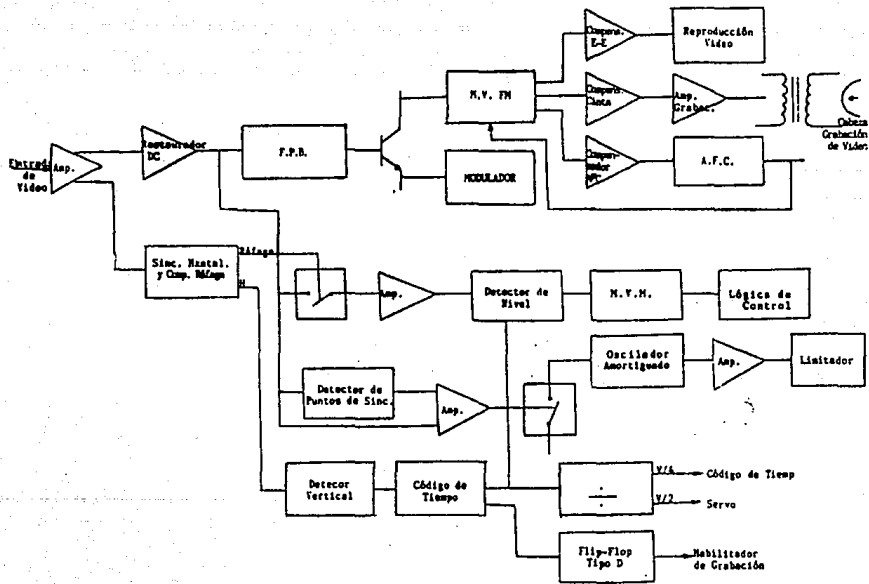


Figura 4.25 - Diagrama de Bloques del Sistema de Grabación de Video.

se incrementa a un valor suficiente para ser grabado en la cinta, y enseguida va al transformador rotatorio que está acoplado a la cabeza grabadora de video. La tercera línea derivada de las salidas del multivibrador entra al compensador AFC como se había mencionado antes. La salida de éste se acopla al lazo AFC cuyo propósito es referir la frecuencia central con una de referencia igual a la frecuencia central, generando así una señal proporcional a la diferencia entre la frecuencia real y la deseada, esto es, un voltaje de error en proporción a la que lleva el oscilador. La salida de este lazo, determinado con una sintonía fina, es la retroalimentación AFC al multivibrador FM.

La segunda salida del amplificador de entrada (dentro del cual se ajusta el pico de blanco), entra a la compuerta de ráfaga y sincronía horizontal. La salida compuerta de ráfaga se introduce en donde se realiza el incremento de la ráfaga a 6 dB, e interviene en el amplificador de ráfaga así como también la señal de video que sale del restaurador dc, se introduce al amplificador de ráfaga. La señal de ráfaga amplificada se conduce a un disparador de Schmitt, que es integrante del comparador de fase y conmuta un interruptor conectado en paralelo con otro interruptor del detector de nivel. La señal que sale del restaurador dc también se introduce al detector de las extremidades de sincronía y a un amplificador, mismo que recibe la salida del detector de pulsos de sincronía; la señal amplificada controla un interruptor que conecta al oscilador amortiguador, su señal

resultante se amplifica e introduce a limitadores cuya salida conecta a los interruptores del detector de nivel y del comparador de fase, al cerrar este último conduce a la inspección del encuadro de color, consistente de un amplificador operacional (opam), que recibe también la señal del detector de nivel después de haber sido amplificada. La salida del opam entra a un multivibrador monoestable de una duración  $T = 5$  campos y de aquí se envía la señal de error del encuadre de color al circuito de control lógico.

La salida de la sincronía horizontal entra al detector de video, cuya salida se divide en cuatro líneas. La primera línea conecta un interruptor que conduce una salida de 60 Hz que se dirige a un divisor de tensión y del cual sus salidas se envían al sistema servo y al circuito de código de tiempo; también la salida del interruptor es conectada con el interruptor del detector de nivel. La segunda línea va al detector de presencia que también incide en el interruptor anterior. La tercera línea va al identificador de campo, cuya salida (30 Hz), entra al "backup" del encuadre de color al cual, también entra la señal de salida del compensador de fase a través del disparador de Schmitt. La cuarta línea va a un flip-flop tipo D, el cual recibe la señal de control de grabación.

El sistema de señal de video está integrado por los siguientes circuitos:

+ Circuito Modulador

- + Circuito de Encuadre de Color (Color Frame)
- + Circuito de Control de la Grabación
- + Circuito Ecualizador de Reproducción
- + Circuito Pre-amplificador Explorador de Video

#### IV.3.3. Sistema de Transporte

El ángulo de envoltura es de aproximadamente  $346^\circ$ . Vista desde arriba, la envoltura se asemeja a la letra mayúscula omega ( $\Omega$ ), de aquí es llamado envoltura omega. La figura 4.26 muestra la relación angular entre los planos de entrada y salida; el ángulo espiral  $\theta$  y el ángulo de caída son exagerados para su claridad. Se observa en la figura que las líneas 1-2 y 5-6 están situadas en los planos de entrada salida con los puntos 1 y 6, representando el punto tangente de la línea central de la cinta con el uso de postes guía. Asumiendo que los ángulos de envoltura en los postes de entrada y de salida son exactamente simétricos, una vista lateral del tambor a lo largo de los ejes de simetría se verán como en la figura 4.26A. Se advierte que en adición a caer en los planos de entrada y salida, las líneas 1-2 y 5-6 también caen en dos planos paralelos. Estos planos son perpendiculares al papel e inclinado al tambor por el ángulo de inclinación  $\theta$ . Si los postes guía en 1 y 6 se posicionan perpendicularmente a estos nuevos planos (quedando paralelo uno a otro), entonces la línea central de la cinta no se desvía, y una ligera torsión se introduce a lo largo del tramo de cinta 1-2 y 5-6. Cualquier cantidad de

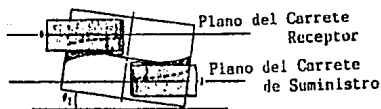
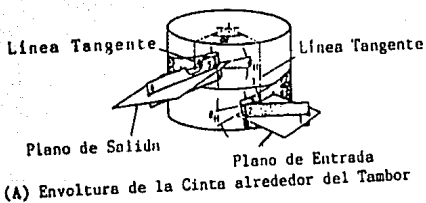


Figura 4.26 Sistema de Transporte Básico de Envoltura Omega.

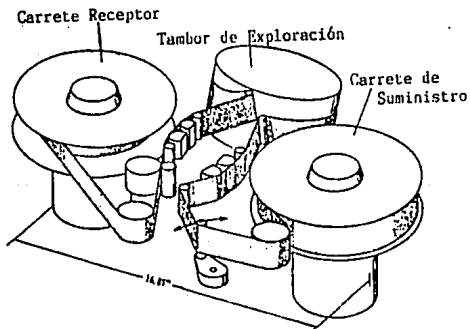


Figura 4.27 Transporte de Cinta Completo de Envoltura Omega.



torsión de la cinta, causa una pendiente a través de la cinta, causado por un alargamiento de la trayectoria de los bordes de la cinta con respecto a la trayectoria de línea central. La tensión promedio y el esfuerzo en la cinta causado por el método anterior es despreciable comparado con la tensión nominal y el esfuerzo tensor del sistema de cinta.

En versiones más recientes, el motor del tambor es un motor dc. El sistema servo para este tipo de motor controla la cantidad de corriente a través del motor en orden para controlar su velocidad. El movimiento de reversa puede obtenerse invirtiendo la dirección de los motores dc del eje impulsor y del tambor.

Para mantener la misma longitud del curso efectivo de las pistas de video entre la grabación y la reproducción, requiere un servo de tensión de la cinta para el ajuste automático de tensión. Una tensión fija (nominal), se utiliza durante el modo de grabación, y un servo electrónico automático de tensión se utiliza en el modo de reproducción. Conforme la cinta pasa sobre un brazo de tensión en el modo de grabación, la presión contra el brazo se transmite a través de un sistema de enlace a una banda de freno. Cuando la cinta aprieta contra el brazo, la banda de freno se suelta y por consiguiente los frenos se sueltan. Se deja más cinta para alimentarse dentro del sistema con menos freno, la presión en el brazo se libera y los frenos se aprietan. Así, una posición nominal se establece y la tensión de cinta

resultante es la nominal.

En el modo de reproducción (figura 4.28), se emplea un solenoide para mover el enlace de freno automáticamente, para cambiar la cantidad de frenado cuando se requiera. El solenoide es controlado por la cantidad de corriente a través de él. Un VCO es utilizado para producir una frecuencia fundamental que es comparado con los pulsos de sincronía horizontal grabados como parte de la señal de televisión en la pista sesgada. Si los espacios de los pulsos de sincronía de grabación y reproducción son idénticos, lo que quiere decir, que la longitud de línea (o trayectoria), son la misma, no se produce error de voltaje. Cualquier cambio de frecuencia entre los pulsos de sincronía horizontal y la frecuencia fundamental produce un voltaje que es aplicado al VCO para controlar su frecuencia. Cualquier cambio en la frecuencia VCO representa un error en tensión. Esto controla la cantidad de corriente a través del solenoide el cual, en turno, controla la tensión automática de la cinta.

El sistema helicoidal es altamente dependiente de la longitud de la pista de video para que exista una reproducción correcta. Cualquier cambio en la longitud efectiva entre la grabación y la reproducción resulta en un error similar a un sesgo. Esto se observa como un "gancho" o anzuelo en la parte superior del monitor o receptor, y es similar en apariencia a un "jalón" horizontal siguiendo inmediatamente al borrado vertical. La severidad del desplazamiento depende del grado de error de sesgo en el punto de conmutación du-

rante el intervalo vertical.

Observando la figura 4.29, vemos que la conmutación ocurre en el umbral posterior del borrado vertical. Esto muestra un mínimo error de sesgo tal que, cuando el tiempo de exploración de la línea activa empieza (parte superior de la trama), todas las líneas verticales serán correctas. En la figura 4.30 hay un error de longitud de la línea tal que el desplazamiento es a la izquierda por una cantidad severa, así entonces produce que se enganche hacia la izquierda en la trama del monitor. En este caso la longitud de la pista de reproducción es más corto que la pista de video grabada. En la figura 4.31 la longitud de reproducción es más larga que la pista de video grabada, y entonces el enganchamiento ocurre hacia la derecha en el monitor.

El sistema servo está constituido básicamente por el servo del explorador y el servo del eje impulsor. Las configuraciones que incluye el servo del explorador son:

- + El detector de la posición del rotor explorador
- + El conmutador de embobinado del motor explorador
- + El excitador convertidor del suministro explorador
- + El excitador convertidor del explorador

Las configuraciones que incluye el servo del eje impulsor son:

- + El detector de posición del rotor eje impulsor
- + El conmutador de embobinado del motor eje im-

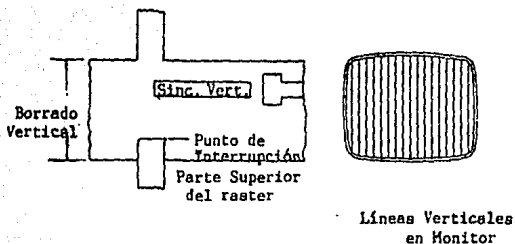


Figura 4.29 - Error Mínimo, no hay enganchamiento en el monitor

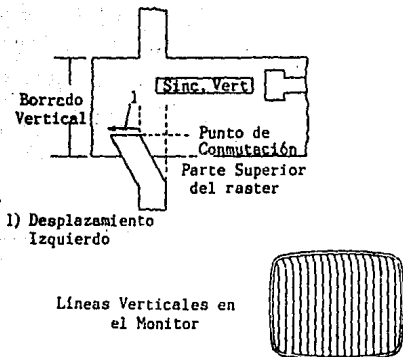
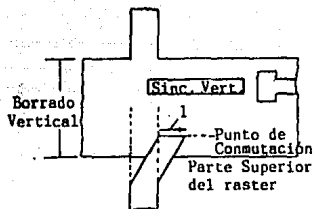


Figura 4.30 - Error severo con enganchamiento hacia la izquierda en el monitor.



1) Desplazamiento a la Derecha

Líneas Verticales en el Monitor

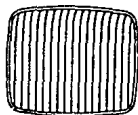


Figura 4.31 - Error severo, enganchamiento a la derecha.

## pulsor

El motor del carrete de suministro y de recepción se gobiernan con montajes individuales de brazo de tensión de la cinta. El servo del carrete incluye: el circuito detector de posición del motor de carrete; el circuito conmutador del embobinado del motor del carrete; el convertidor excitador del motor del carrete de recepción; el convertidor excitador del motor de suministro; el servo control del motor del carrete; y el circuito sensor de la tensión de la cinta de recepción y de suministro.

El servo automático de tensión de la cinta del explorador sensa la corriente del eje impulsor para gobernar el torque de detención del motor del carrete de suministro en orden, para mantener una tensión de cinta constante alrededor del explorador. En el diagrama de la figura 4.33 muestra la función simplificada de la tensión de cinta del explorador automático.

La señal de la cabeza tacómetro indica la posición relativa de las cabezas, controlado por el motor de la cabeza, y la posición longitudinal de la cinta, controlado por el motor del eje impulsor. También indica la fase y la velocidad instantánea de la cabeza relativa a la señal grabada. Un cambio de velocidad detectado por el sensor de rotación o tacómetro se retroalimenta al motor del carrete de suministro para dar el contra-torque exacto requerido, para dar el diámetro del rollo de cinta. Los componentes de velocidad y/o aceleración son detectados y alimentados al cir-

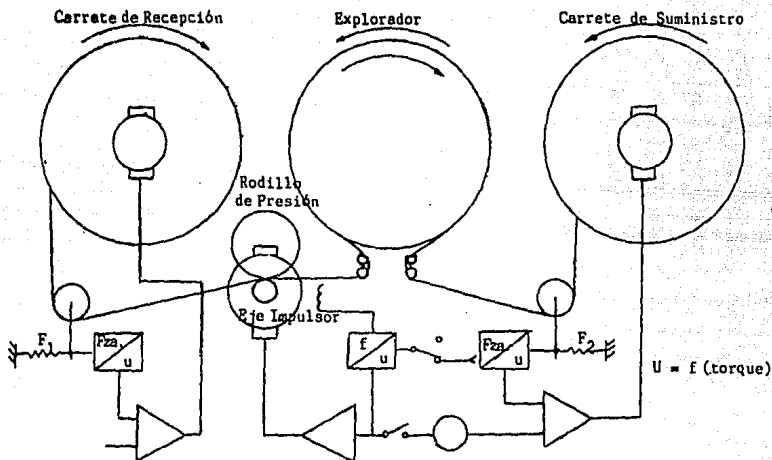


Figura 4.33 - Sistema de Tensión.

cuito de cambio de fase, del cual la señal de control de fase invertida se suministra al motor del carrete de este modo, son corregidos los componentes de error.

El circuito detector de la frecuencia rotacional genera el contra-torque en proporción a la relación entre el diámetro del rollo de cinta y la velocidad angular del carrete. Los pulsos del tacómetro (un foto-acoplador), se convierten en un código binario en el contador; y este código se alimenta a través del circuito latch al convertidor D/A, para salir como entrada para el amplificador de corriente para el motor del carrete de suministro.

La señal de sincronía demodulada de la cinta, de la señal de reproducción se compara en fase con la sincronía horizontal local. La señal de error se divide en dos componentes: un error de baja frecuencia (de fase), que alimenta un retardo variable y un error de la frecuencia (de velocidad), que se añade al circuito de control del motor explorador.

#### IV.B.10. Lógica de Control y Código de Tiempo

La lógica de control central tiene en su núcleo un microprocesador. La unidad central de proceso incluye: el circuito de lógica de control central; el circuito del teclado; circuito de pantalla ("display"); el circuito del canal serie; el circuito contador de la cinta y medidor de periodo.

La lógica de control recibe y envía información que controla niveles de grabación, los diferentes servo, etc. Por ejemplo, recibe señales de reproducción y grabación de la pista de control; la señal del tensiómetro; el error del encuadre de color; llaves de edición; nivel de video; nivel de audio; nivel RF y posición del rodillo de presión. También está interconectado con el sistema de código de tiempo.

De la información que recibe, la presenta al operador a través de "displays", que pueden presentar el nivel de modulación (VU); qué funciones o modos están en uso e indica si cualquiera de los circuitos de auto-inspección han detectado alguna falla (que los servos aún no están o están incapacitados para entrelazarse); voltaje RF es muy bajo; indicación.



de que la señal de video entrante no está encuadrada en color, etc). Y un display numérico que muestra los segundos, minutos, horas y cuadros del código de tiempo.

El circuito código de tiempo contiene un microprocesador tanto para el generador como para la lectora del código de tiempo.

#### IV.C. Formato Betacam

El formato Betacam fue introducido por Sony en 1982, con el modelo de videograbadora integrada en la cámara. Este formato se extendió rápidamente por el mundo. Este formato utiliza cinta de 1/2 pulgada; graba la información de crominancia y luminancia en canales separados utilizando cabezas de video independientes. Las señales componentes de crominancia R-Y y B-Y, se comprimen y multiplexan para grabarlas en la pista de crominancia sin diafonía entre las dos señales. La señal de luminancia se graban directamente en el segundo canal. De esta manera es posible un ancho de banda más amplio para la señal de luminancia y la de crominancia.

El formato de grabación completo Betacam consiste de dos canales de video helicoidales separados (uno para la luminancia y el otro para las señales comprimidas y multiplexadas R-Y y B-Y) y cuatro canales longitudinales: Audio 1, Audio 2, Control y Código de Tiempo.

Puesto que el ancho de la pista de video es el mismo para los sistemas de 525/60 y 625/50, se puede utilizar montajes mecánicos y electrónicos idénticos, incluyendo las cabezas de video y los exploradores de video, empleando técnicas de multiplexado de división de tiempo comprimido que logra dar una imagen superior.

Sin embargo, debido a la necesidad de una calidad de imagen y audio mayor, y más tiempo de grabación y reproducción, manteniendo compatibilidad con el formato Betacam existente, entonces surgió el Betacam SP (superior perforación).

mance: funcionamiento superior). A través de la adopción del formato de grabación SP y el uso de la cinta con partículas de metal, la calidad de imagen se mejoró marcadamente sobre los Betacam convencionales.

En el Betacam SP, la frecuencia portadora de FM fue incrementada, logrando así, hacer posible las mejoras en el ancho de banda de luminancia, en la relación señal a ruido y en la respuesta de pulso y barra en los canales de luminancia y crominancia. Permitiendo todas estas características determinar el funcionamiento multi-generación de imagen. Cualquier videogradora convencional Betacam puede reproducir la cinta de partícula de metal grabada por el formato Betacam SP, sin ningún problema; lo que demuestra su amplia compatibilidad; así como también el Betacam SP puede grabar y reproducir videocassettes del formato Betacam convencional que utilizan cintas de óxido. Con el Betacam SP se tiene la opción de escoger entre la operación con cinta de metal o de óxido.

También proporciona más tiempo de grabación/reproducción. Dando 90 minutos para el sistema NTSC y 100 minutos para el PAL, cuando opera con los cassettes tamaño L, y también aceptará los cassettes de tamaño S que darán más de 30 minutos de tiempo de operación, debido a su nuevo mecanismo de compartimiento del videocassette desarrollado. Existen disponibles videocassettes Betacam SP en el tamaño S de 5, 10, 20 y 30 minutos y en el tamaño L de 60 y 90

minutos.

Además de los canales convencionales de audio, se han añadido dos canales de audio AFM, haciendo un total de cuatro canales disponibles. Los dos canales de audio longitudinales están provistos con el sistema Dolby NR. El audio FM modulado es grabado simultáneamente con la información de video por la cabeza rotatoria de video. Las características superiores del canal AFM, tal como un rango dinámico amplio y un pequeño ululeo y vibración de baja frecuencia crean nuevas aplicaciones en la radiodifusión.

Con la adopción de la nueva cabeza DT ("dynamic tracking", seguimiento dinámico), y la tecnología de los circuitos, la videograbadora puede reproducir con la calidad de radiodifusión en el video desde -1 a +2 veces la velocidad normal continuamente. También está equipado con cabezas confidentes de video y audio para la reproducción simultánea durante la grabación.

En cuanto al encuadre de color ("color framing"), debido a los principios del formato componente, las videograbadoras Betacam y Betacam SP están libres del encuadre de color todo el tiempo que las señales componentes de grabación se alimentan directamente de la fuente de señal componente. Sin embargo, cuando se graba o se reproduce señales componentes decodificadas, es esencial igualar los ejes decodificadores y los ejes codificadores en orden para mantener el deterioro de la señal de video al mínimo. La teoría de encuadre de color en el sistema Betacam/Betacam SP

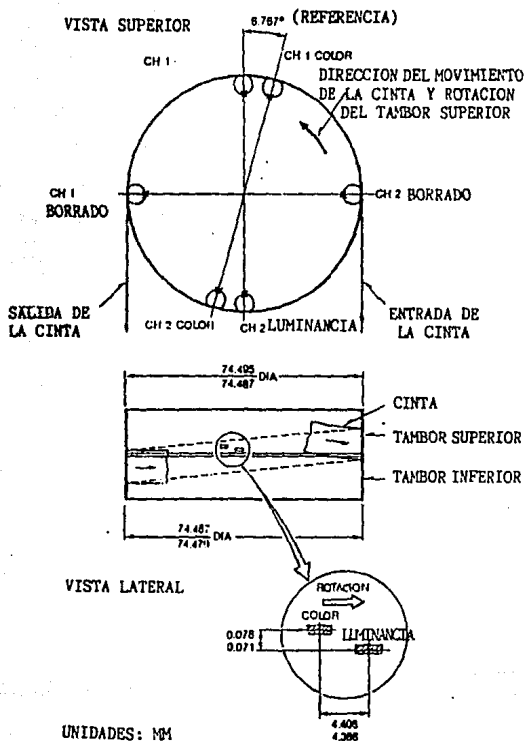
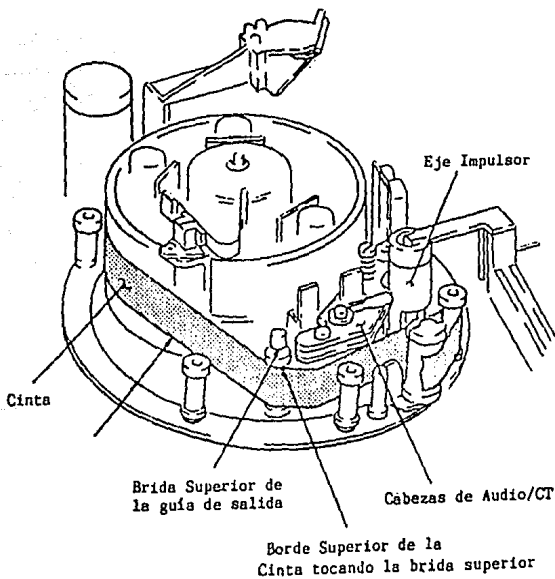
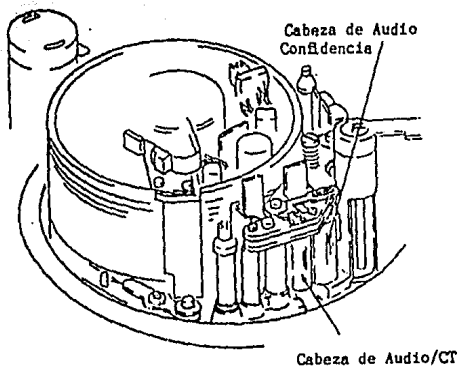


Figura 4.31 - Ubicación de las cabezas del sistema Betacam.



es igualar los ejes CODEC. El encuadre de color en el sistema NTSC, se realiza mediante el servo del eje impulsor, de cuatro campos, el cual utiliza el pulso de encuadre de color ID en la línea 15 del intervalo de borrado vertical B-V como un pulso de encuadre de color fuera de cinta. Se ha puesto atención especial en la calidad de imagen, cuando una señal compuesta o una señal componente decodificada se alimenta como una fuente de entrada a la videogradora. El innovador VISC ("Vertical Interval Subcarrier"), se adoptó por primera vez en la serie Betacam SP. La señal VISC se graba en la línea 11 del intervalo de borrado vertical de luminancia como la fase subportador de referencia para el proceso de codificación. El sistema de encuadre de color basado en el uso combinado de la señal de Encuadre de Color ID y la VISC, realiza una igualación completa de los ejes CODEC, asegurando así una señal de salida compuesta superior.

Las videogradoras más recientes cuentan con servicio mejorado ya que están provistas con auto-diagnósticos. También cuenta con un medidor de horas digital que indica el tiempo de encendido acumulado, la rotación del tambor y la cinta corrida.

#### IV.C.1. Sistema Múltiplex por División de Tiempo Comprimido

Después de un extenso examen de los varios sistemas posibles, Sony adoptó el Múltiplex por División de

Tiempo Comprimido (CTDM), el cual ofrece una calidad de imagen notable y puede satisfacer totalmente los rigurosos requisitos de los usuarios prevalecientes. Este sistema es, por el cual varias ondas o señales modulan subportadoras de impulsos independientes, siendo esas subportadoras colocadas en el tiempo de manera que un mismo intervalo no sea ocupado por más de un impulso; de esta manera todas las subportadoras pueden transmitirse simultáneamente por una misma vía y separarse en el punto de recepción. Dicho esto en otras palabras, el multiplexado por división de tiempo es una técnica de modulación en la cual se aplican dos o más señales diferentes a un solo tren de pulsos. Los pulsos de sincronización se usan para separar los pulsos de las diferentes señales.

La señal de video de entrada se separa en luminancia (Y) y componentes de crominancia (R-Y, B-Y). Los componentes de crominancia y luminancia se graban con cabezas de video separadas en pistas separadas; las señales monocromáticas son automáticamente grabadas únicamente en la pista de luminancia.

El ancho de banda es suficientemente ancho para grabar la señal de luminancia en una pista. Los componentes de crominancia requieren cada uno 1.5 MHz de ancho de banda para cumplir con el requisito propuesto mundialmente. Para grabar las señales R-Y y B-Y en una pista de crominancia sin diafonía, se incorporó el sistema multiplex por división de tiempo comprimido dentro del formato de grabación Betacam.



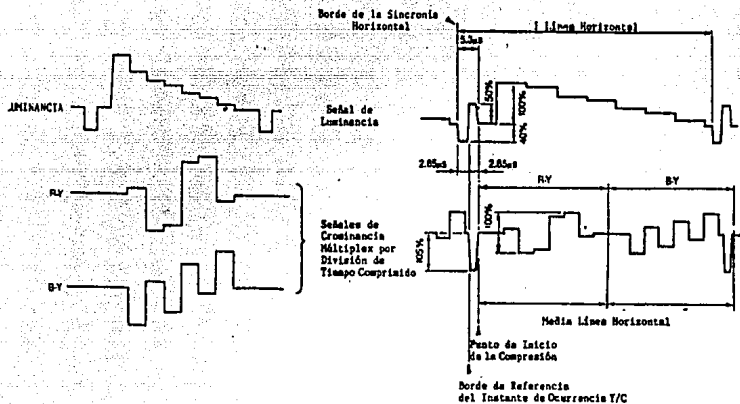


Figura 4.32 - Forma de Onda de las Señales R-Y y B-Y Comprimidas.

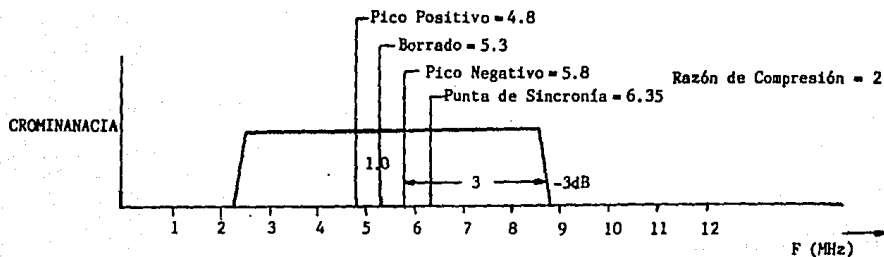
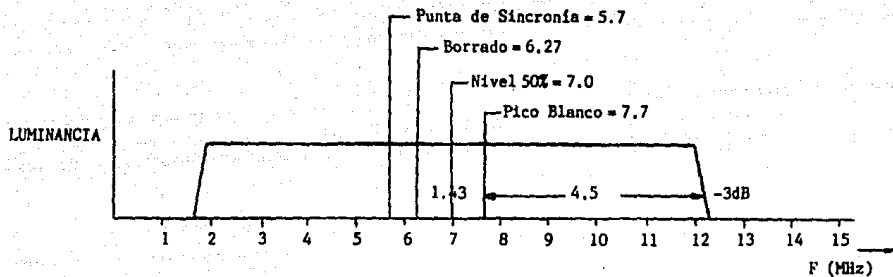


Figura 4.33 - Localización de la Frecuencia FM Portadora.

Refiriéndose a la figura 4.33, la compresión de tiempo habilita a R-Y y B-Y a ser grabadas en una pista con el doble de la frecuencia del ancho de banda de una sola portadora FM.

#### IV.C.1.a. Proceso de Grabación

Las señales R-Y y B-Y comprimidas son multiplexadas alternadamente como se muestra en la figura 4.34. Las señales R-Y y B-Y son retardadas 1 H, comparadas con la señal Y a través de proceso de compresión del tiempo.

#### IV.C.1.b. Proceso de Reproducción

En el proceso de reproducción, las señales son restauradas (R-Y y B-Y), a sus formas originales. Como resultado, las señales son retardadas un total de 2H. Este tiempo de diferencia 2H, se compensa a través de la línea de retardo fabricado en la videograbadora. También la diferencia de fase Y/C se corrige basada en la información del borde del pulso de tiempo Y/C. Esta diferencia de tiempo es avalado a ser menos de  $\pm 10$  nseg.

#### IV.C.1.c. Asignación de la Frecuencia Portadora FM

Como se describió anteriormente, la señal de video de entrada en el formato Betacam, se separa en señales de luminancia y crominancia y cada uno es grabado en pistas separadas. La frecuencia portadora FM para cada canal es lo suficientemente alta para reproducir un ancho de banda de video de 4.5 MHz en el canal de luminancia y 1.5 MHz en cada canal de crominancia. Así, la frecuencia portadora FM para el canal de luminancia es de 5.7 a 7.7 MHz y para los

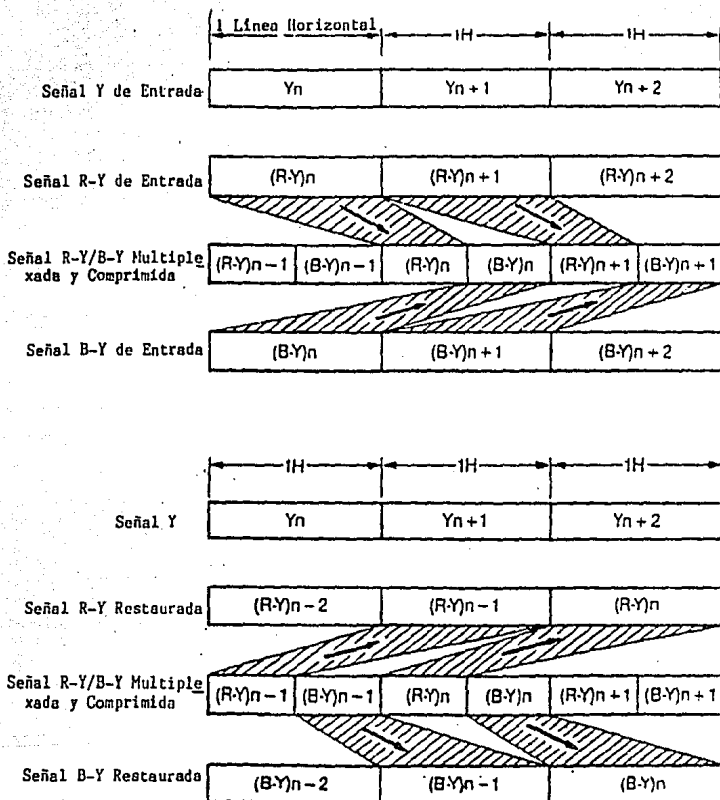


Figura 4.34 - Compresión de Tiempo y Sistema de Multiplexación.

canales de prominencia es de 4.5 a 6.35 MHz. Dos señales subportadoras a 310 KHz y 40 KHz son usadas para los dos canales de audio AFM. son multiplexadas con las señales de prominencia.

#### IV.C.2. La Cinta con Partícula de Metal

Las ventajas del funcionamiento Betacam SP, puede atribuirse en gran parte a los avances más recientes en la tecnología de la cinta con partícula de metal. El Betacam SP, utiliza este tipo de cinta, el cual ostenta una estructura más fina de partículas para habilitar así el uso de frecuencias portadoras más altas proporcionando un ancho de banda mayor reproducible. Además, sus propiedades magnéticas ofrecen una mejora substancial en la relación señal a ruido. Y gracias a la adopción del cassette grande (L), el tiempo máximo de reproducción se ha extendido a 90 minutos.

#### IV.C.2.a. Características de Audio y Video

Empaquetando partículas ultrafinas de metal en su capa magnética, la cinta con partícula de metal garantiza una alta calidad de alta resolución en la imagen y un sonido cristalino. La razón de señal a ruido de esta cinta, es de 7 dB más alto que la cinta convencional de óxido. Estos 7 dB arriba se extiende a varias áreas y mejora el funcionamiento de video en numerosas maneras. Específicamente, el ancho de banda de luminancia, la relación de señal a ruido de luminancia y prominencia, y la relación señal a ruido del borde de la imagen se mejora. La reproducción del

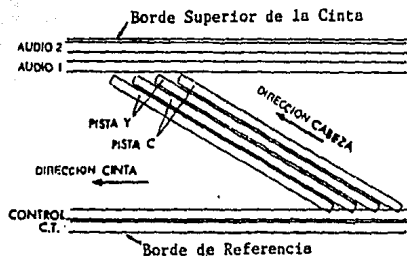


Figura 4.35 Formato de la cinta Betacam.

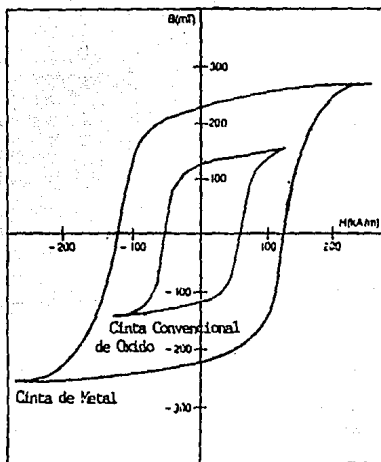


Figura 4.36 Lazo de Histéresis que compara la cinta convencional de óxido con la cinta de metal.

detalle, el factor  $k$  y la borrosidad de la imagen ("smear", mancha) también se mejoran notablemente, además contribuye a una mejora significativa de la multigeneración.

También surgió un nuevo formato llamado Super-VHS, el cual fue desarrollado basado en el formato de video VHS ya establecido para uso doméstico, y emplea más tecnología para dar una resolución y calidad de imagen mayor, por lo que pretendía que éste fuese un formato para radiodifusión.

Existe compatibilidad entre el sistema VHS convencional y el S-VHS (Super-VHS): si se coloca una cinta S-VHS en la grabación, se obtiene una cinta que puede ser en formato VHS convencional o S-VHS según se desee, por medio de un interruptor selector; si la grabación se realiza en una cinta VHS convencional, se obtendrá la grabación en formato VHS, aunque el interruptor esté colocado en el modo de S-VHS. En el modo de reproducción, la videograbadora (que está integrada en la cámara), detecta automáticamente en qué formato fue realizada la grabación para reproducirla correctamente. Sin embargo, no es posible obtener una reproducción de imagen que sea clara y normal de una cinta grabada en S-VHS y reproducida en una videograbadora VHS convencional. Este formato actualmente es de empleo doméstico haciendo éste competencia con el formato de 8 mm que fue introducido por Sony. Estos son de mayor calidad comparados con los formatos conocidos Betacam y VHS; sin embargo no alcanzan el nivel profesional.

#### IV.D Formato D-2

En 1986 Sony introdujo el sistema de componente digital, el cual conforma a los estándares SMPTE D-1. Esta fue la primera presentación práctica de una videogradora de componente digital para uso profesional. Este sistema recibió una gran aceptación debido a su funcionamiento, especialmente por su capacidad de generación múltiple que es posible por el proceso de señal digital.

Sony ha sido también muy activo en el desarrollo y estandarización del formato de la VTR Digital Compuesta. En diciembre de 1986, el formato NTSC D-2 fue sometido al SMPTE por Sony y Ampex como un estándar recomendado para la videogradora NTSC digital compuesta. Este formato fue desarrollado con la intención de vencer las restricciones que resultan de las características de grabación analógica compuesta NTSC.

En 1988 Sony introdujo la primera videogradora digital compuesta en el mundo, como resultado de la adaptación de los parámetros del formato D-2 en un producto. Debido a la alta calidad de imagen y capacidad de generación múltiple del formato D-2 ganó una alta reputación por sus notables características, funcionamiento y confiabilidad.

##### IV.D.1. Especificaciones del Formato

Los parámetros del formato D-2 han sido sometidos al SMPTE como un desarrollo unido de Ampex y Sony como el formato más deseable, desde el punto de vista técnico y beneficio del usuario para el sistema de grabación digital



en cinta de video digital compuesta NTSC.

Los parámetros principales de la videograbadora de formato D-2 se gobiernan por las especificaciones del formato de la cinta, que deben ser agrupadas en seis categorías: el cassette y cinta, Video, Audio, Corrección de Error de la Cinta, Grabación sin banda de separación azimutal y el explorador.

#### IV.D.1.a. E) Cassette y la Cinta

Uno de los objetivos principales del diseño de la videograbadora de formato D-2 fue el bajo consumo de cinta, por consiguiente la cinta particula de metal fue elegida debido a que ésta ofrece la más alta densidad empaquetada.

La cubierta del cassette tipo D-1 es uno de los diseños más avanzados disponible. Está equipado con una estructura de doble puerta para protección de la cinta, sensores para identificación del espesor de la cinta y tipo de cinta además de conectores para inhibición de la grabación. También no habrá contacto entre la cinta y la guía de cassette después de que se completa el cargado de la cinta.

Las características de la cinta, tamaños del cassette y tiempo de operación para los cassettes D-2 se muestran en la siguiente tabla:

## Cinta

Ancho: 3/4" (19 mm)

Espeor: 13 um

Cinta con Partícula de Metal

Tipo de Cassete	Tamaño	Tiempo de Grabacion
Cassette-S	172mmx109mmx33mm	32 min. máximo
Cassette-M	254mmx150mmx33mm	94 min. máximo
Cassette-L	366mmx206mmx33mm	208 min. máximo

Como se muestra en la figura 4.37, los sistemas de carga son simples. Las cuatro guías del tambor y los dos rodillos guías, los cuales están localizados de frente a la ventana del cassette, enhebran la cinta en la dirección paralela. Para ofrecer la más alta confiabilidad posible, se emplea un mínimo número de partes en su construcción mecánica. Además, el transporte de cinta de este formato, realiza un pequeño ángulo de envolvimiento y una tensión bien balanceada para cada guía asegurando así un seguimiento estable. Por lo tanto no hay necesidad de emplear postes guías de aire que son muy sensibles al polvo y deben tener mantenimiento constantemente.

Los compartimentos de cassette difieren de tamaño y movimiento. Estas videograbadoras poseen un sensor para cambiar los motores del carrete a la posición adecuada para cualquier cassette que sea insertado.

El sistema rotatorio del tambor superior, el cual es ya bien aceptado en las videngrabadoras tipo C. U-matic y Betacam, se adopta para las cabezas del tambor del formato

D-2. Durante los cambios de cabeza, únicamente el tambor superior necesita ser quitado, manteniendo de este modo una intercambiabilidad de cabeza altamente precisa.

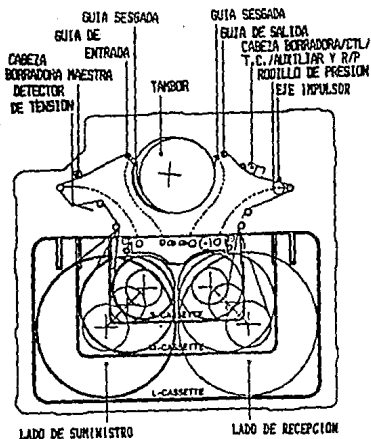


Figura 4.37 - Transporte de la Cinta.

#### IV.D.1.b. Audio y Video

En video se tiene un mayor ancho de banda ya que la respuesta de frecuencia se expandió a 6 MHz debido a la frecuencia de muestreo digital 4 tsc. En la grabación directa FM analógica, ocurre un espectro espurio en el área de banda de video debido a la frecuencia portadora FM (figura 4.38). Por tanto, una alta respuesta de frecuencia es muy difícil de obtener debido a la relación entre la

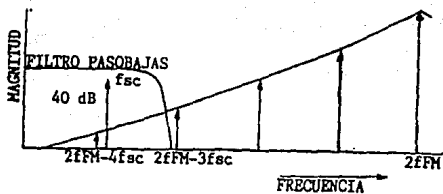


Figura 4.38 - Grabación FM Directa.

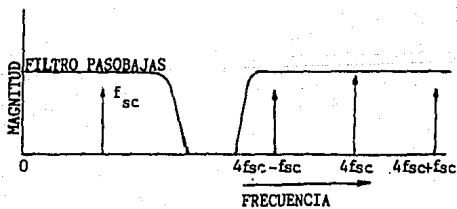


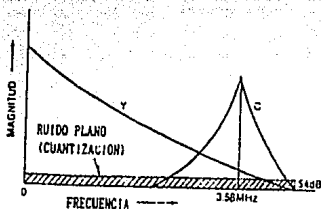
Figura 4.39 - Grabación Digital.

razón señal a ruido y el ancho de banda más amplio. En la grabación digital no ocurre espectro espurio en el rango del área de video (Figura 4.39). El ancho de banda más amplio se obtiene fácilmente utilizando un simple proceso de señal con un filtro cascajales.

En este formato también se logra una alta relación de señal a ruido de 54 dB y esta calidad se mantiene a través de 20 generaciones de copias por medio de la interfaz digital a digital. En la figura (4.40) se muestra el espectro de ruido de la grabación digital compuesta. La única fuente de ruido observada desde el principio hasta el fin del rango de frecuencia total es del proceso de cuantificación resultando de aquí un ruido plano.

En la figura (4.41) se muestra el espectro de ruido de grabación directa FM analógica. En el método de grabación analógica se genera un triángulo de ruido, el cual contiene más ruido en el área de alta frecuencia. El triángulo de ruido incrementará de acuerdo al número de copias y es muy visible en el área del ancho de banda de croma.

Figura 4.40 - Espectro de Ruido Digital.



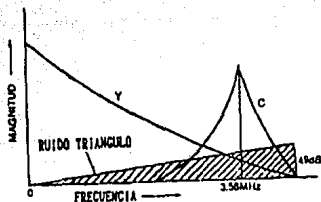


Figura 4.41 - Espectro de Ruido Analógico (Grabación FM).

La naturaleza de la grabación FM directa analógica hace que el efecto de moaré sea inevitable. Debido a las características electrónicas, siempre ocurrirá un espectro espurio  $2 f_{FM} - 4f_{sc}$  dentro del ancho de banda de video (figura 4.38). La frecuencia del espectro espurio cambia con la frecuencia portadora FM de acuerdo con el nivel de entrada de video y en la práctica esto resulta en el efecto moaré. Sin embargo, en el sistema de grabación digital compuesta no ocurre un espectro espurio dentro del ancho de banda de video, por consiguiente este sistema queda libre del efecto de moaré (figura 4.39).

En los sistemas de grabación digital, la corrección de error es un factor indispensable para asegurar una reproducción con alta calidad de imagen. En los sistemas analógicos, cuando ocurre pérdida de información durante la reproducción, estas porciones son compensadas refiriéndose a la línea o al campo antes o después de la pérdida para reemplazar las señales de información perdidas. Sin embargo, este tipo de sistema no es capaz de obtener una imagen perfectamente compensada. En el sistema digital D-2, las

pérdidas de información se corrigen en base a un código de corrección.

En la figura 4.42 se muestra un ejemplo de corrección de error, en el cual ocurre un error de ráfaga de 7.8 mm (15 líneas de un campo) que es recuperada. En ciertos tipos de errores que excedan la capacidad de corrección de error, por ejemplo una gran cantidad de cinta dañada, la circuitería de ocultación de error compensa estas pérdidas de información replazándolas con elementos de imagen adyacentes. En el caso extremo en el que una de las cabezas del explorador estuviera dañada, el corrector/ocultación de error puede presentar una imagen visualmente útil para propósitos de emergencia. Con este proceso de corrección/ocultación de error se asegura una confiabilidad extrema.

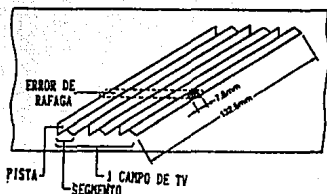


Figura 4.42 - Rango de Corrección de Error (Video).

Para la grabación se requiere de un canal de video digital cuyos parámetros de codificación son:

Frecuencia de Muestreo: 4 fsc (4 x 3.579545MHz)

Cuantificación: 8 bits

Fase de Muestreo: ejes I, Q

Número de Muestras/Línea Completa: 910

Número de Muestras/Línea Digital Activa: 768

Líneas Grabadas/Campo: 255

En audio se cuenta con cuatro canales de audio digital independientemente editables cada uno, los cuales adoptan una cuantificación de 16 bits y una frecuencia de muestreo de 48 KHz para ofrecer así una alta calidad de grabación digital de audio. Este formato también está especificado para un futuro con una cuantificación de 20 bits.

También el sistema de audio digital cuenta con un corrector de error. Se adopta el sistema de doble grabación de información para incrementar el rango de corrección. Con este método la información de los cuatro canales es grabada dos veces en diferentes canales, por consiguiente la razón de redundancia es suficientemente alta para corregir casi cualquier error de ráfaga. Gracias a la grabación digital, se logra una amplia respuesta de frecuencia que comprende desde los 20 Hz hasta los 20 KHz, también tiene un amplio rango dinámico de más de 90 dB y un ululeo y vibración de baja frecuencia que está abajo del nivel medible.

Se requiere de un total de cuatro canales de audio digital con capacidad de edición independiente. Además se requieren dos canales analógicos adicionales, uno para el código de tiempo y el otro para la pista auxiliar. Los parámetros de codificación del audio son:



Frecuencia de Muestreo: 48 KHz (síncrono con el video)  
Cuantificación: 16 bits lineales para entrada analógica

#### IV.D.1.c. Ocultación/Corrección de Error

El esquema de corrección de error es uno de los parámetros importantes para el diseño de cualquier máquina videograbadora. En cualquier forma de grabación es imposible para las señales grabadas estar libres de errores fortuitos o errores de ráfaga. Por lo tanto, la calidad de audio/video resultante depende de la precisión con la que los errores son detectados y corregidos. Puesto que el objetivo del formato D-2 es obtener máxima calidad de audio y video, aún después de generaciones múltiples, el método de corrección de error juega un papel vital en el proceso de la señal digital.

En caso que la razón de error exceda la capacidad de corrección de error, una imagen de alta calidad se reproducirá por medio del encubrimiento de error.

#### - Corrección de Error.

En casos cuando la información reproducida contiene errores, los cuales pueden resultar del error de ráfaga o ruido fortuito, los errores serán fácilmente detectados y corregidos al valor preciso refiriéndose matemáticamente al ECC INTERNO/EXTERNO ("Error Correction/Concealment": Ocultación/Corrección de Error).

En el dominio del video, un error de ráfaga continuo de 7.8 mm en la dirección helicoidal puede ser corregido por el ECC. En otras palabras, aproximadamente 5 líneas de TV/segmento información de video o aproximadamente 15 líneas/campo de video pueden ser recuperadas completamente por medio de la técnica de corrección de la señal digital.

Esta técnica es completamente diferente de la técnica del compensador de pérdida de información convencional empleada en la grabación analógica, la cual se refiere a la línea o campo antes/después que la porción de pérdida de información, para reemplazar las pérdidas.

La información de audio está también apoyado por una corrección de error eficaz. La teoría de la doble grabación, en la cual la información se graba exactamente igual dos veces, mantiene una recuperación de información completa en la mayor parte de las situaciones.

#### - Ocultación de Error.

Ciertos tipos de errores que exceden la capacidad de la corrección de error, tal como una gran cantidad de cinta dañada, será enviada al proceso de Ocultación (encubrimiento) de Error. La información no corregida se oculta reemplazándola con elementos obtenidos por la interpolación de los elementos de imagen adyacente.

Esto es posible porque la información digitalizada es mezclada y distribuida sobre 1/3 del campo de televisión (igual a 85 líneas por campo). Además, información alterna

(Par/Impar) será distribuida ya sea a uno u otro de los dos canales dentro de cada segmento, y después es grabada. Los elementos adyacentes (la mayor parte) estarán probablemente libres de errores debido a esta técnica.

Así las señales reproducidas por medio del proceso de ocultación/corrección de error, asegurarán una confiabilidad extrema, garantizando más de 20 generaciones de copiado sin degradación de la imagen. Es decir, es posible una reproducción de imagen libre de pérdidas durante todo el copiado de generación múltiple, utilizando la conexión digital a digital.


Se ha puesto atención especial para mantener la calidad de la imagen al máximo, aún en el caso de daño de la cabeza. Este formato adopta el sistema de 1 barrido/2 canales, en el cual cada una de la información digitalizada es distribuida y grabada en canales diferentes (Par/Impar). En caso que una cabeza (configurando una cabeza de dos canales) fuera dañada, entonces la videograbadora hará uso total de la información obtenida de las otras tres cabezas para compensación de la información perdida. Esto es llamado ocultación intra-campo. Este método proporciona una imagen visualmente reconocible para ser obtenida en una situación de emergencia donde la videograbadora no pudo ser detenida.

Las consideraciones para la operación de emergencia son además extendidas para permitir una imagen de reproducción reconocible aún cuando dos o tres de las cuatro cabezas

estén dañadas. Esto se hace posible por la ocultación inter-campo, en el cual la información del campo antes/después que el campo dañado sea usado para la compensación de la información perdida.

En la figura siguiente se muestra la distribución del canal de un muestreo cuando una de las cuatro cabezas ha sido dañada.

	CAMPO IMPAR (CAMPO 1)		CAMPO PAR (CAMPO 2)	
SEGMENTO "0"	PISTA: 0 CABEZA: A	PISTA: 1 CABEZA: B	PISTA: 0 CABEZA: C	PISTA: 1 CABEZA: D
SEGMENTO "1"	PISTA: 0 CABEZA: C	PISTA: 1 CABEZA: D	PISTA: 0 CABEZA: A	PISTA: 1 CABEZA: B
SEGMENTO "2"	PISTA: 0 CABEZA: A	PISTA: 1 CABEZA: B	PISTA: 0 CABEZA: C	PISTA: 1 CABEZA: D

 AREA DE INFORMACION EXTRAVIADA CAUSADO POR DAÑO EN LA CABEZA (CABEZA A)

#### IV.D.1.d. Grabación Sin Banda de Separación Azimutal

Para lograr una grabación de alta densidad, se requiere de una longitud de onda pequeña y una distancia estrecha de la pista. Sin embargo, la estrecha distancia de pista a pista usualmente causa problemas de seguimiento. Para prevenir este problema, el ancho de la cabeza de reproducción se hace más amplio que la distancia de la pista grabada para evitar un mal seguimiento.

En general, una cabeza de reproducción más amplia causa la diafonía de las pistas adyacentes. Sin embargo, este formato tiene dos soluciones para vencer este problema:

1. La tecnología de grabación azimutal elimina la diafonía de altas frecuencias. Un azimut diferente (ángulo

azimutal de  $15^\circ$ ) es grabado en las pistas adyacentes, así la diafonía de pistas adyacentes es rechazada.

2. Se adopta un esquema código de canal DC libre para eliminar la perturbación de diafonía de baja frecuencia.

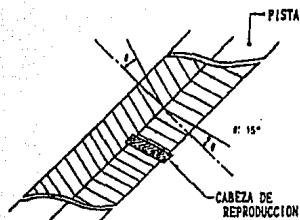


Figura 4.44 - Cabeza de Reproducción y Angulo Azimutal.

Como resultado de adoptar esta tecnología, no ocurre diafonía entre las pistas adyacentes en las videograbadoras. Esto permite la grabación sin banda de separación de las pistas adyacentes, el cual juega un papel importante en la disminución del consumo de la cinta para operación del cassette.

La figura 4.45 muestra la impresión de grabación y las especificaciones claves del formato D-2 y sus especificaciones son las siguientes:

Longitud de la Pista: 150,780 mm

Paso de la Pista: 39.1  $\mu$ m

Velocidad de la Cinta: 131.7 mm/s

Angulo de Grabación de la Pista:  $6^\circ 7' 47''$

Pistas/Campo: 6

Patrón de Grabación Azimutal: Sin banda de separación

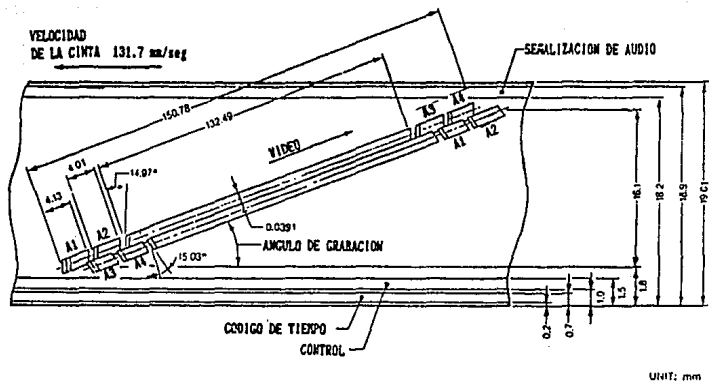


Figura 4.45 - Formato de Grabación del D-2.

Además, los espacios de edición son colocados entre cada una de las pistas de audio y video. Esto permite la edición independiente entre el video y los cuatro canales de audio.

#### IV.2.1.e. Explorador

Las especificaciones básicas del explorador del formato D-2 son dadas a continuación:

Diámetro Efectivo del Tambor: 36.494 mm

Velocidad de Rotación del Tambor: 89.91 Hz

Angulo de Envoltura: 188°

Número de Cabezas de Grabación: 4

Ancho de las Cabezas de Grabación: 41 a 45 um

Número de Cabezas Reproductoras: 4

Velocidad de Escritura: 27.4 m/s

Angulo Helicoidal: 6° 7' 47"

Razón de Información: 127 Mbits/s

Cuatro extremidades polares de grabación, acopladas en pares, son localizadas 180° aparte uno de otro. Las mismas asignaciones son realizadas para las extremidades polares de reproducción, localizadas 90° aparte de los pares de cabeza de grabación. Aunque hay cuatro extremidades polares para grabación y reproducción respectivamente, el formato es un sistema de grabación de dos canales. Esto es porque el ángulo de envoltura efectivo de la cinta es un poco menos que 180°, significando que únicamente uno de los dos pares de extremidad polar tendrá realmente contacto con la cinta. La grabación y reproducción es conducida con uno de los dos

pares de las extremidades polares de cabeza.

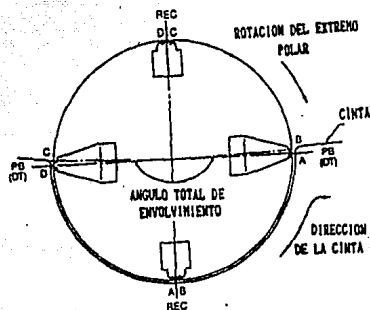


Figura 4.46 - Vista Superior del Explorador.

En operación práctica, una y media rotaciones del explorador corresponde a un campo de televisión, significando aproximadamente 90 rotaciones por segundo.

Otra característica es la eliminación de la cabeza borradora móvil. Esto se hizo posible por la adopción de la codificación del canal libre de DC, el cual tiene características de sobreinscripción muy altas. Como resultado, se logró una configuración del explorador muy simple.

Las cabezas de reproducción son de alta velocidad y las cabezas de seguimiento dinámico exactas, lo cual permite una reproducción de imagen dentro del rango de -1 a +3 veces la velocidad normal.

En el modo de grabación/edición, la cabeza reproductora operará como la cabeza confidente reproduciendo simultáneamente las señales fuera de cinta para monitoreo de



la señal de audio/video. En el modo de inserción de edición, la cabeza de reproducción operará como la cabeza de pre-lectura, para la pre-lectura de las señales digitales.

#### IV.D.2.a. Bloque de Grabación

Las señales de audio y video analógicas son digitalizadas por los parámetros codificadores del formato, mencionados anteriormente. Las señales digitalizadas pasan a través de ciertos procesos antes de alcanzar la calidad máxima de audio y video. En la figura 4.47 se muestra el diagrama de bloques que explica el flujo de la señal dentro de la videogradora en el modo de grabación.

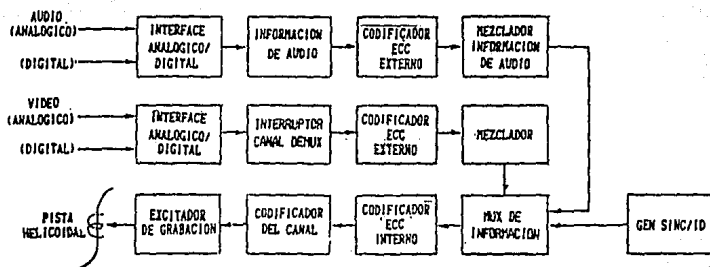


Figura 4.47 - Diagrama de Bloques de la Grabación.

Primero, las señales analógicas de audio y video se codifican en la fuente a información digital, basada en los parámetros de codificación del formato. El código corrector de error externo se añade a la información digitalizada como una clave para el proceso de corrección de error en el

bloque de reproducción.

Después, la información digitalizada se mezcla dentro de cada tercio de un campo. La información de audio, video y sincronía se añaden juntos y después el código corrector de error interno es agregado.

El esquema codificador de canal DC libre proporciona una simple y confiable recuperación de la portadora RF de la cinta. Comparado con otros métodos de codificación digital, este código tiene las siguientes características: a) es muy adecuado para la detección de errores, como pérdidas de información; b) es más apropiada para la grabación sin banda de separación acimutal; c) con este método fue posible suprimir las cabezas borradoras móviles, requeridas usualmente en otros sistemas de grabación de video.

#### IV.D.2.b. Patrón de la Pista de Video Digital

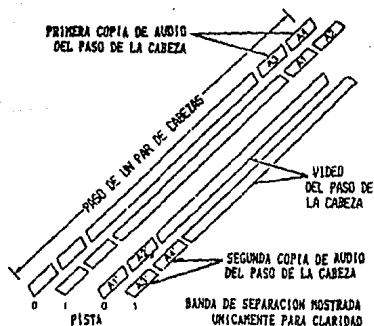
Las pistas de video digital están localizadas en el centro de la cinta. Esto ofrece el mejor contacto posible de cabeza a cinta para la porción de video. La relación entre las pistas de video y los campos de video en la grabación analógica convencional, una pista de video contiene información para un campo de video. Sin embargo en el formato D-2, cada pista de video no representa un campo de video. Un campo de video es compuesto por seis pistas. Estas seis pistas de video son divididas en tres pares, cada

par es llamado un segmento. Así, tres segmentos constituyen un campo o un segmento mantiene información digitalizada equivalente a 85 líneas.

La información alterna (par/impar) es distribuida a cada pista dentro de un segmento.

#### IV.D.2.c. Patrón de la Pista de Audio Digital

Los cuatro canales de audio digital son colocados en ambos lados de la pista de video. El mezlado de la información se realiza dentro de cada pista, así que la edición independiente del canal puede ser ejecutada. La información de audio grabada dos veces, significa que la información grabada en los segmentos A1/A2 y A1'/A2' son idénticos, para mantener así, la máxima protección de la información en caso de daño del borde de la cinta.



(Figura 4.48)

#### IV.D.2.d. Bloque de Reproducción

En la figura 4.49 se observa el diagrama de bloques del proceso de grabación, el cual es virtualmente el proceso inverso del bloque de grabación. La información grabada primero, es decodificada y desmezclada. Esta después pasa a través de la etapa de ocultación/corrección y sale de la videograbadora como información analógica o digital.

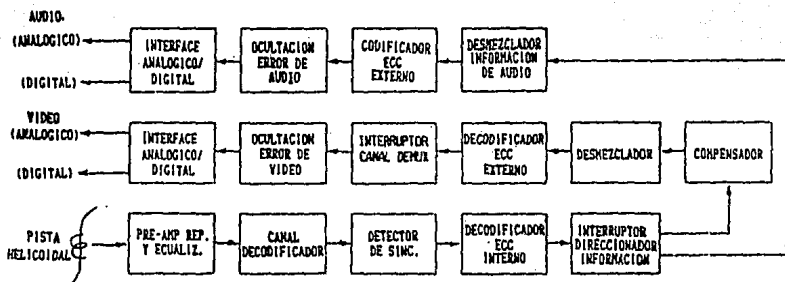


Figura 4.49 - Diagrama de Bloques de la Reproducción.

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Estableciendo un análisis global de los diferentes formatos profesionales (ver tabla) se concluye que el formato digital D-2 es el mejor actualmente: debido a la alta tecnología que se ha logrado para la fabricación de cintas metálicas, su capacidad de multigeneración, alta calidad de audio y video, libre del efecto de moaré y de pérdidas de información.

En los sistemas de grabación analógicos, la degradación de la imagen después de múltiples generaciones de copias es difícil de evitar debido a los métodos de grabación y otros circuitos de compensación. Por lo tanto, con los sistemas de grabación analógicos se enfrentan a limitaciones de flexibilidad operacional, cuando se requieren de imágenes de múltiple copiado con alta calidad, en tales áreas como post-producción y realización del programa.

Las videograbadoras digitales compuesta D-2 vencen estas limitaciones de operación al adoptar la avanzada grabación digital de alta densidad e incorporando un esquema de ocultación/corrector de error permitiendo así, 20 generaciones de copias múltiples sin degradación de la señal al utilizar una interface de digital a digital.

En la figura (5.1) se establece una comparación entre una videograbadora D-2 y una videograbadora de grabación directa FM-analógica después de múltiples copias.

ESPECIFICACIONES GENERALES	FORMATO D-2	BETACAM		U-MATIC		FORMATO C
		NORMAL	SP	NORMAL	SP	
ANCHO DE LA CINTA TIPO DE CINTA	19 mm 3/4"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1"
VELOCIDAD DE LA CINTA	13.17 cm/s	11.86 m/s	11.86 cm/s	9.53 cm/s	9.53 cm/s	24.40 cm/s
VELOCIDAD DE ESCRITURA	27.38 m/s	6.90 m/s	6.90 m/s	10.26 m/s	10.26 m/s	25.59 m/s
TIEMPO GRABAC./REPROD.	208 min.	30 min.	90 min.	60 min.	60 min.	188 min.
SISTEMA DE GRABACION	DIGITAL	CTDM		Y - FM 3.0-5.4MHz Y - FM 5-6.6MHz		FM BANDA ALTA
CABEZAS GRABADORAS		1 AUDIO/ 1 BORRADOR / 1 CTL/ 1 CT		1 BORRADOR/2 VIDEO(ROTATORIA)/ 2 AUDIO/ 1 COD.T./ 2 SEGUIM. DIN.		1 VIDEO / 1 AUDIO/ 1 SINCRONIA
PISTAS DE LA CINTA	1 CONTROL/1 CT 1 AJX./4 AUDIO	2 AUDIO/1 CONTROL/1 C.T. 1 VIDEO 7/1 VIDEO COLOR		1 VIDEO/ 2 AUDIO/ 1 DIRECCION		3 AUDIO/1 SIN/1 CT 1 VIDEO/1 CONTROL
VIDEO						
ANCHO DE BANDA						
LUMINANCIA	0 - 5.5 MHz	30 Hz-4.1MHz	30 Hz-4.5MHz	30 Hz - 4.1 MHz	30 Hz-4.1 MHz	4.2 MHz
CRONINANCIA	6 MHz	30 Hz-1.5MHz	30 Hz-1.5MHz	30 Hz - 1.5 MHz	30 Hz-1.5 MHz	4.5 MHz
RELACION SENAL A RUIDO						
LUMINANCIA	5- dB	45 dB	51 dB	49 dB	50 dB	
CRONINANCIA		50 dB	53 dB	47 dB	48 dB	
RETARDO Y/C	15 ns	20 ns	20 ns			20 ns
NOISE	0					-40 dB
AUDIO						
RESPUESTA DE FRECUENCIA	20 Hz-20 KHz	50 Hz-15 KHz	50 Hz -15 KHz	50 Hz - 15 KHz	50 Hz - 15KHz	CH1, CH2-50Hz-15KHz CH3- 200Hz-7.5 KHz
RAZON SENAL A RUIDO		50 dB	72 dB	48 dB	50 dB	CH1, CH2 - 55 dB CH3 - 50 dB
DISTORSION(refer. 1KHz)	0.05%	2%	1%	2.5%	2%	1%
DIAFONIA (a 1KHz)	-50 dB	-55 dB	-55 dB			-60 dB
TURBULEN Y VIBRACION	ABAJO DEL NIVEL MEDIELE	0.1% rms	0.1%	0.2% rms	0.2% rms	0.1%

TABLA I.

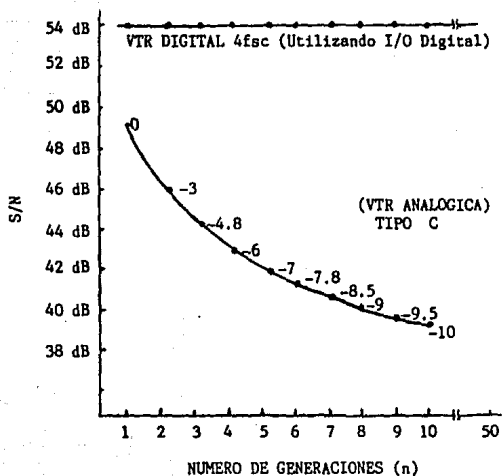


Figura 5.1 - Comparación de S/N de Video después de una Multi-generación de Copias.



En video se tiene un amplio ancho de banda de 6 MHz y una excelente relación de señal a ruido de 54 dB, con lo que se logra una alta calidad de imagen con mayor definición en la imagen reproducida o grabada.

Y también debido al sistema de grabación digital empleado no ocurre un espectro espurio en el ancho de banda de video, por lo cual el efecto de moaré se evita. Y con el sistema de corrección/ocultación de error se logra que no exista pérdida de información. Además tiene una capacidad de grabación máxima de 208 minutos.

Más sin embargo, considerando el alto costo de éstas, se puede estimar un nivel aceptable de transmisión, pudiendo tomar en cuenta así el sistema de grabación U-matic SP o el formato C inclusive.

El haber llegado hasta este nivel de grabación en cintas metálicas en formato digital, se considera que es muy poco lo que falta para lograr la perfección en imagen, ya que se cuenta con las cámaras de C.C.D. que fueron introducidas en 1986 para ser combinada con la grabadora Betacam, dando por resultado la primera generación de cámaras con videograbadora integrada y proporcionando así una mayor facilidad y comodidad para su manejo.

El sistema Betacam permite tanto la configuración CCD como la de tres tubos convencional y es totalmente compatible con cualquier otro sistema de grabación. Con el Betacam SF se obtiene mayor calidad de imagen con el advenimiento de la cinta metálica y se logra mayor tiempo de

grabación máximo de 90 minutos cuando se tenían 30 minutos en el sistema Betacam convencional.

Panasonic desarrollo el sistema llamado M-2, el cual es prácticamente el mismo sistema que el Betacam desarrollado por Sony. la diferencia que existe entre ambos es el sistema de transporte que se emplea. En el sistema M-2 el transporte es de tal forma que asemeja la letra M, de aquí su nombre. Sin embargo, este formato no tuvo mucha aceptación debido a que sus sistema servo es más complejo y por consiguiente está sujeto a mayores fallas mecánicas, por lo cual no consigue una buena confiabilidad, característica de vital importancia en las estaciones difusoras de televisión ya que éstas son de uso diario y continuo.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

TELEVISION TECHNOLOGY. Refresher Topics.- Rudolf Mäusl.- Rohde & Schwarz.- Ampex Training Department.- Federal Republic of Germany. 1979.

TELEVISION BROADCASTING. Tape Recording Systems.- Harold E. Ennes.- Howard W. Sams & Co., Inc.- Indianapolis, - Indiana. U.S.A. 1979.

COMPLETE GUIDE TO VIDEOCASSETTE RECORDER. Operation and Servicing.- John D. Lenk.- Prentice Hall Inc.- U.S.A.

THE COMPLETE HANDBOOK OF VIDEOCASSETTE RECORDERS.- Harry - Kybett.- Tab Books Inc.- U.S.A.

COLOR TELEVISION FUNDAMENTALS. Section II.- Matt McGillicuddy.- Ampex Corporation.- U.S.A.

TV STANDARDS.- According to CCIR and FCC.- Rohde & Schwarz.

ANSI. Parameters for 1 in Type C Helican-Scan Videotape Recording.- New York, N. Y. U.S.A. 1979.

D-2 COMPOSITE DIGITAL. Information Manual.- Sony Broadcast. U.S.A.

VO - 3800 MANUAL.- Sony Corporation.- Japón.

GENERAL MAGNETIC RECORDING FOR AUDIO.- Ampex Training Department.- Redwood City, California. U.S.A.

VTR FUNDAMENTALS.- Ampex Corporation - Training Department.- U.S.A.

BETACAM SP SERIES MANUAL.- Sony Corporation.- Japón.

TIME CODE HANDBOOK.- Walter A. Hickman / Milan Merhar.- Cipher Digital.- Boston Massachusetts. U.S.A. 1982.