

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

CONTROL DE LOS PARAMETROS DE OPERACION  
DE UNA ESTACION DE TRANSMISION  
DE TELEVISION ABIERTA (NTSC)

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

JOSE ESTUARDO MORALES QUIÑONEZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

**GUATEMALA, AGOSTO DE 1996**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**CONTROL DE LOS PARAMETROS DE OPERACION  
DE UNA ESTACION DE TRANSMISION  
DE TELEVISION ABIERTA (NTSC)**

tema que me fuera asignado por la dirección de la escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica con fecha 7 de mayo de 1992.



**JOSE ESTUARDO MORALES QUIÑONEZ**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK  
VOCAL 1º: ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA  
VOCAL 2º: ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO  
VOCAL 3º: ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ  
VOCAL 4º: BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS  
VOCAL 5º: BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR  
SECRETARIO: ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO: ING. JORGE MARIO MORALES GONZALEZ  
EXAMINADOR: ING. ENRIQUE E. RUIZ CARBALLO  
EXAMINADOR: ING. JOSE LUIS HERRERA GALVEZ  
EXAMINADOR: ING. MAURICIO VELASQUEZ GONZALEZ  
SECRETARIO: ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

Guatemala, 19 de enero de 1996.

Ingeniero  
Julio César Solares Peñate  
Coordinador del Area de Electrónica  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Solares:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que de acuerdo con la disposición de ésta Dirección he realizado la asesoría y revisión del trabajo de tesis titulado "CONTROL DE LOS PARAMETROS DE OPERACION DE UNA ESTACION DE TRANSMISION DE TELEVISION ABIERTA (NTSC)" elaborado por el estudiante JOSE ESTUARDO MORALES QUIÑONEZ.

Opino que el trabajo presentado, del cual soy corresponsable con el autor, cumple con los objetivos planteados, por lo que recomiendo sea aprobado como tesis de graduación.

Sin otro particular, me suscribo atentamente,

  
Ing. Federico Licht Leibson  
Colegiado 676  
Asesor



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 9 de abril de 1996

Señor Director  
Ing. Edgar F. Montúfar Urizar  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

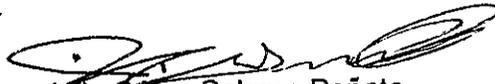
Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación al trabajo de tesis titulado: **CONTROL DE LOS PARAMETROS DE OPERACION DE UNA ESTACION DE TRANSMISION DE TELEVISION ABIERTA (NTSC)**; desarrollado por el estudiante José Estuardo Morales Quiñonez, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Julio César Solares Peñate  
Coordinador Area de Electrónica

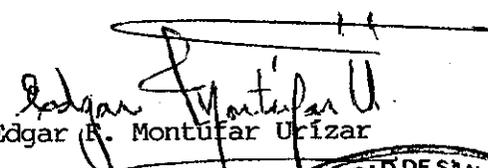


**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de tesis del estudiante José Estuardo Morales Quiñónez, titulada: Control de los parámetros de operación de una estación de transmisión de televisión abierta (NTSC), procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Edgar R. Montúfar Urizar  
Director

Guatemala, 22 de abril de 1,996.





**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

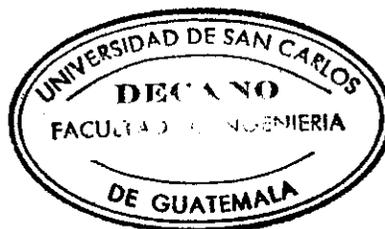
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis: **Control de los parámetros de operación de una estación de transmisión de televisión abierta (NTSC)**, del estudiante **José Estuardo Morales Quiñónez**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

I M P R I M A S E:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Julio I. Gonzalez Podszueck".

ING. JULIO I. GONZALEZ PODSZUECK  
DECANO



Guatemala, julio de 1996

TESIS QUE DEDICO

A: DIOS

Mi Mamá María Hortensia Quiñonez Vda. de Morales

Mi Hermana Norma Violeta Morales Quiñonez

Mis Familiares y Amigos

La Facultad de Ingeniería

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Televisiete S. A.

## INDICE

	Página
Lista de Ilustraciones	I
Lista de Tablas	III
Glosario	IV
Objetivos	V
Introducción	VI
CAPITULO 1	
1. PARAMETROS OBJETO DE MEDICION	1
1.1 Introducción al sistema de televisión NTSC	1
1.2 Parámetros en estudios y controles	2
1.2.1 Señal de video compuesto	2
1.2.2 Amplitud total	3
1.2.3 Nivel de borrado	4
1.2.4 Nivel de negro	4
1.2.5 Nivel de blanco	4
1.2.6 Nivel cero	4
1.2.7 Borrado horizontal	5
1.2.7.1 Pórtico delantero	5
1.2.7.2 Sincronismo horizontal	6
1.2.7.3 Distanciamiento	6
1.2.7.4 Oscilación de muestra para color	6
1.2.7.5 Pórtico posterior	8
1.2.8 Borrado vertical	8
1.2.8.1 Pulsos preigualadores	8
1.2.8.2 Pulsos de sincronismo vertical	9
1.2.8.3 Pulsos postigualadores	9
1.2.8.4 Líneas 10H a 21H del borrado vertical	9
1.2.9 Cuadro A (campos 1 y 2)	10
1.2.9.1 Campo 1	10
1.2.9.2 Campo 2	11
1.2.10 Señal de video en componentes	11
1.2.10.1 Luminancia ( Y )	15
1.2.10.2 Crominancia ( C )	16
1.2.11 Pulsos de referencia	17
1.2.11.1 Sincronismo compuesto	18
1.2.11.2 Subportadora	18
1.2.11.3 Black Burst	19
1.2.11.4 Impulso vertical	20
1.2.11.5 Impulso horizontal	20
1.2.11.6 Pulso de oscilación	21
1.2.11.7 Borrado compuesto	21

1.2.12 Sincronismo avanzado	21
1.2.13 Señales de prueba de intervalo vertical (VITS)	22
1.2.14 Señal de referencia de intervalo vertical (VIRS)	23
1.2.15 La señal de audio	24
1.2.15.1 Amplitud	25
1.2.15.2 Frecuencia	26
1.2.16 La señal de video digital	26
1.2.16.1 ¿Por qué video digital?	26
1.2.16.2 ¿Qué es video digital?	27
1.2.16.3 Reglamentación para el video digital	28
1.2.16.4 Pruebas y mediciones	29
1.3 Parámetros de transmisión	30
1.3.1 Banda lateral inferior (Semisuprimida)	32
1.3.2 Banda lateral superior	32
1.3.3 Portadora de video	33
1.3.4 Subportadora de color	33
1.3.5 Portadora de audio	33
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>2. INSTRUMENTACION DE UNA ESTACION TELEVISORA</b>	<b>35</b>
2.1 Introducción	35
2.2 El vectorscopio	35
2.2.1 Descripción	35
2.2.2 Parámetros evaluados por el vectorscopio	37
2.2.3 Diagrama de bloques	41
2.3 El monitor de forma de onda	41
2.3.1 Descripción	41
2.3.2 Parámetros evaluados por el monitor de forma de onda	45
2.3.1 Diagrama de bloques	49
<b>CAPITULO 3</b>	
<b>3. MEDICIONES NECESARIAS EN EL CONTROL DE LOS PARAMETROS DE OPERACION DE UNA ESTACION DE TELEVISION</b>	<b>50</b>
3.1 Introducción	50
3.2 Posible distorsión en el sistema de television	51
3.2.1 El sistema lineal	51
3.2.1.1 Distorsiones de corto tiempo	53
3.2.1.2 Distorsiones de tiempo de una línea	54
3.2.1.3 Distorsiones de tiempo de un campo	55
3.2.1.4 Distorsiones de largo tiempo	56
3.2.2 El Sistema no-lineal	57
3.2.2.1 Ganancia diferencial (dG)	58
3.2.2.2 Fase diferencial (dØ)	60

<b>CAPITULO 4</b>	
<b>4. SOLUCION DE PROBLEMAS REALES MEDIANTE LA CORRECCION DE PARAMETROS</b>	<b>62</b>
4.1 Introducción	62
4.2 Esquema simplificado de una estación televisora	62
4.3 Principales problemas y soluciones	63
4.3.1 Desfase de sincronismo horizontal entre fuentes de video	63
4.3.2 Desfase de sincronismo vertical entre fuentes de video	66
4.3.3 Problemas de fase de subportadora de color entre fuentes de video	68
4.3.4 Sincronización de señales de video externas al sistema	71
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>74</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Página
Figura 1 ( Sistema NTSC )	1
Figura 2 ( Escala en unidades IRE )	3
Figura 3 ( Niveles de luminancia )	5
Figura 4 ( Intervalo de borrado horizontal )	7
Figura 5 ( Secuencia de color )	7
Figura 6 ( Pulsos igualadores )	9
Figura 7 ( Líneas 10H a 21H )	10
Figura 8 ( Campo 1 )	11
Figura 9 ( Campo 2 )	12
Figura 10 ( El matrizador )	15
Figura 11 ( Amplitud contra tiempo )	15
Figura 12 ( Triángulo de color )	16
Figura 13 ( Vector referencia de color y señales I, Q, C )	17
Figura 14 ( Sincronismo compuesto )	18
Figura 15 ( Subportadora (SC) )	19
Figura 16 ( Black Burst )	19
Figura 17 ( Impulso vertical )	20
Figura 18 ( Impulso horizontal )	20
Figura 19 ( Referencia para pulso de oscilación )	21
Figura 20 ( Borrado compuesto )	21
Figura 21 ( Sincronismo avanzado )	22
Figura 22 ( Señales de prueba )	23
Figura 23 ( Señal de referencia de intervalo vertical )	24
Figura 24 ( Medición señal de audio )	25
Figura 25 ( PCM: código de modulación de pulso )	28
Figura 26 ( Convertidor A-D )	29
Figura 27 ( Ancho de banda - 6Mhz )	31
Figura 28 ( Bandas laterales )	32
Figura 29 ( Portadoras y subportadora )	34
Figura 30 ( Escala para medición de vectores de color )	36
Figura 31 ( Vectores de color )	38
Figura 32 ( Vectores en la señal de barras a color )	39
Figura 33 ( Escala del vectorscopio )	39
Figura 34 ( Medición dG y dØ )	40
Figura 35 ( Diagrama de bloques )	42
Figura 36 ( Escala del monitor de forma de onda )	44
Figura 37 ( Calibración )	44
Figura 38 ( Medición de sincronismo horizontal )	45
Figura 39 ( Medición del borrado horizontal )	46
Figura 40 ( Mediciones del pórtico delantero, distanciamiento, oscilación de muestra para color y pórtico posterior )	47

Figura 41	( Diagrama de bloques )	49
Figura 42	( Señales de prueba )	50
Figura 43	( Características: G y $\emptyset$ )	52
Figura 44	( Característica de transferencia )	52
Figura 45	( Distorsión de corto tiempo )	53
Figura 46	( Distorsiones de tiempo de una línea )	54
Figura 47	( Distorsiones de tiempo de un campo )	55
Figura 48	( Distorsiones de largo tiempo )	56
Figura 49	( Características: G y $\emptyset$ )	57
Figura 50	( Ganancia diferencial )	59
Figura 51	( dG: En un trayecto )	60
Figura 52	( Fase diferencial )	60
Figura 53	( Medición de d $\emptyset$ en un trayecto )	61
Figura 54	( Retardo en horizontal )	63
Figura 55	( Esquema de una estación televisora (ej:) )	64
Figura 56	( Retardo en vertical )	66
Figura 57	( Retardo en la oscilación de muestra para color )	67

## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1	38
Tabla 2	65
Tabla 3	67
Tabla 4	68
Tabla 5	70

## GLOSARIO

**CCD (Coupled Charge Device):** dispositivo utilizado en la cámara de televisión como transductor de las ondas lumínicas en señales eléctricas.

**CCU (Camera Control Unit):** dispositivo utilizado, entre otros, para procesar, ajustar y enfasar, la señal de video compuesto generada por la cámara de television.

**COMPONENTES:** denominación que se le da, tanto a las señales R,G,B, como las señales Y,I,Q, y a las señales Y, B-Y, R-Y.

**FCC (Federal Communication Commission):** entidad que emite todas las reglamentaciones para el sistema de television NTSC.

**GENERADOR DE CARACTERES:** computador utilizado agregar (o sobreimponer) caracteres alfanuméricos y gráficos, a alguna fuente de video compuesto.

**IRE (Institute of Radio Engineers):** unidad de medida utilizada para la medición de la señal de video compuesto.

**NTSC (National Television Systems Committee):** entidad que agrupa a ingenieros asesores de estaciones televisoras.

**SEÑAL SINCRONIZADA:** se le denomina a toda aquella fuente de señal de video compuesto que está generando una señal de video cuyo proceso de exploraciones línea por línea, campo por campo, etc.; esté exactamente en el mismo tiempo de los pulsos principales de la estación.

**TBC (Time Base Corrector):** dispositivo utilizado para sincronizar o poner en tiempo el video proveniente de una VCR.

**TELEVISION ABIERTA:** forma de transportar la señal de television desde el transmisor hacia el receptor, a través de una onda electromagnética por medio del espacio libre.

**VCR (Video Cassette Recorder):** máquina electromecánica, utilizada para reproducir o grabar alguna señal de video y audio; se utiliza para el efecto una cinta magnética.

**VITS (Vertical Interval Test Signal):** señal de prueba que normalmente se incluye en las líneas 17 y 18 del intervalo de borrado vertical.

**VIRS (Vertical Interval Reference Signal):** señal de prueba que normalmente se incluye en la línea 19 del intervalo de borrado vertical.

## OBJETIVOS

### Objetivos Generales:

- a. Mantener el correcto funcionamiento de una estación de televisión.
- b. Mejorar la calidad de la señal de televisión que se está transmitiendo al aire.

### Objetivos Específicos:

- a. Reducir al mínimo el número de fallas en una estación de televisión.
- b. Realizar un control de los parámetros de operación, de tal manera que se cumpla con las reglamentaciones establecidas para el sistema de televisión NTSC.

## INTRODUCCION

A las puertas del siglo XXI, tecnológicamente se está avanzando muy rápido; constantemente se están dando cambios, en los que el campo de las telecomunicaciones (específicamente las estaciones televisoras) no son una excepción; las mismas condiciones demandan estar a la par de los cambios, puesto que es la única forma de lograr el desarrollo nacional y del mundo, ya que las telecomunicaciones no parecen tener limitaciones. Dentro de los medios de comunicación, la televisión es uno de los más importantes y de mayor cobertura en nuestro país; este crecimiento le ha permitido al televidente en general tener cada vez más opciones, y ha hecho por un lado que el espectador sea más exigente (o más conocedor), y por otro que las estaciones televisoras (como respuesta) tengan que ser cada vez más modernas y más profesionales.

Para lograrlo se hace necesario, en primer lugar, un control de calidad que garantice una señal acorde con las reglamentaciones, con el fin de reducir el número de fallas al mínimo, durante el tiempo de transmisión de señal al aire; y en segundo lugar, los lineamientos de producción y programación, los cuales no pueden ser efectivos, si no existe un control de calidad desde el punto de vista puramente técnico.

En el presente documento, se trata de dar una solución a dicha problemática, a través del control de los parámetros de operación de una estación de televisión abierta (NTSC). Primeramente, en el capítulo 1, se establecen cualitativa y cuantitativamente los parámetros de operación que están involucrados en el funcionamiento de una estación televisora, con base en las reglamentaciones internacionales establecidas para el sistema de televisión NTSC; seguidamente para ejercer un verdadero control de los parámetros de operación, se requiere realizar una evaluación y medición de los mismos, para lo cual tratamos de los principales equipos de medición para señales ( y por ende de los parámetros); esto se detalla en el capítulo 2; posteriormente, en el capítulo 3, se trata de las mediciones necesarias en el control de los parámetros y cómo éstos pueden ser afectados por distorsiones que inevitablemente se introducen en mayor o menor grado en los diferentes trayectos por los que pasa la señal en el sistema; y finalmente en el capítulo 4, se enfocan algunos de los principales problemas que se presentan en un sistema de televisión y la forma de solucionarlos mediante la corrección de parámetros de operación.

# 1. PARAMETROS OBJETO DE MEDICION

## 1.1 Introduccion al Sistema de Televisión NTSC:

En Guatemala, así como en casi todo el continente americano, las estaciones televisoras utilizan el sistema de television NTSC (National Television System Committe). A nivel internacional, el sistema NTSC está normalizado, en lo que a su operación y funcionamiento se refiere, por la FCC (Federal Communication Commission); los reglamentos establecidos por ésta técnicamente son válidas para cada uno de los países que trabajan con el sistema de televisión NTSC. Los reglamentos generales para el sistema de televisión NTSC<sup>1</sup> fueron establecidos con el fin de lograr una compatibilidad con el sistema Monocromático (blanco y negro)<sup>2</sup> ya existente, los cuales son los siguientes:

La imagen presentada durante un segundo de tiempo está formada por 29.97 imagenes fijas (cuadros), es decir, 29.97 cuadros/segundo. Un cuadro es explorado horizontalmente 525 veces para producir 525 líneas por cada cuadro, por lo tanto, la frecuencia de exploración horizontal es de  $525 * 29.97 = 15734.3$  Hz.

Como la imagen está formada de aproximadamente 30 cuadros, se podría pensar en una frecuencia de exploración vertical de 30Hz; esto obligaría a utilizar un espacio mayor de 6MHz en el espectro de frecuencias para transmitir toda la información de la señal de televisión, y puesto que el ancho de banda para cada canal de televisión está normalizado a 6MHz, la forma de solventar el problema fue aumentando la frecuencia de exploración vertical, ya que la presencia de campos magnéticos dispersos producidos en la red del sistema de potencia pueden influir en la exploración vertical; se determinó que la frecuencia de exploración vertical debe ser la misma de la red de potencia, o sea 60Hz (más exactamente 59.94 Hz); utilizando un sistema de exploración entrelazado, lo cual significa que cada cuadro es explorado dos veces verticalmente para producir dos campos por cada cuadro (59.94 campos por segundo); cada campo está formado de 262.5 líneas horizontales. En el proceso de entrelazado, el campo 1 explora las líneas impares, empezando con la primera desde el extremo superior izquierdo y terminando con la última media línea a la mitad del extremo inferior de la pantalla; el campo 2 explora las líneas pares, empezando con la primera media línea al centro del extremo

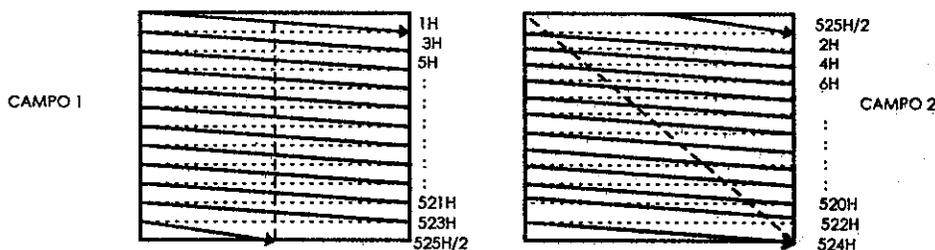


Figura 1  
SISTEMA NTSC

<sup>1</sup> Surgió en 1948.

<sup>2</sup> Surgió en 1927; está reglamentado a 525 líneas, 30 cuadros/segundo, 15750 Hz de frecuencia de exploración horizontal, 60 Hz de frecuencia de campo.

superior y terminando con la última línea al extremo inferior derecho de la pantalla. (ver figura 1)

Además, se requiere intercalar entre línea y línea los pulsos de sincronización horizontal y entre campo y campo los pulsos de sincronización vertical para sincronizar todos los circuitos de exploración de los equipos de estudios, controles y planta de transmisión, así como del receptor final.

Cada cuadro tiene una duración de  $1/29.97$  segundos.

Cada campo tiene una duración de  $1/59.94$  segundos.

A su vez, cada línea tiene una duración de  $1/(29.97*525) = 63.55 \mu\text{seg.}$

(o sea  $1H = 63.55 \mu\text{seg.}$ ).

Además como referencia para la sincronización de la información de color, se utiliza la frecuencia subportadora de color (que se define como la armónica número cuatrocientos cincuenta y cinco de la frecuencia de exploración horizontal de media línea que corresponde a  $3.579545 \text{ Mhz}$  ).

En el caso de la señal de audio, se define como la armónica número ciento diecisiete de la frecuencia de exploración horizontal de media línea, que corresponde a  $0.920455 \text{ Mhz}$ .

La producción de la señal de televisión involucra una serie de parámetros de operación, que deben ser observados y mantenidos dentro de las reglamentos establecidos.

Para efecto de estudio de los parámetros de operación y debido a la configuración de un canal de televisión, se clasifican en: parámetros en estudios y controles, y parámetros en transmisión.

## 1.2 Parámetros en estudios y controles

### 1.2.1 Señal de video compuesto:

La señal de video se define como una señal eléctrica, cuyo contenido de información es el equivalente de las ondas lumínicas captadas por la cámara de televisión. Está definida por:

$$M(t) = Y(t) + C(t)$$

$$M(t) = Y(t) + I(t)[\cos(\omega t + 33^\circ)] + Q(t)[\sin(\omega t + 33^\circ)]$$

Se le denomina video compuesto, porque es una señal en la que las componentes de luminancia  $Y(t)$  y crominancia  $C(t)$  se encuentran combinadas en una sola señal. En una representación amplitud contra tiempo, la señal de video compuesto es la producida conjuntamente por la cámara (o explorador), los circuitos de control y los generadores de señal de sincronización de la cámara.

La cámara descubre los valores de luminancia y crominancia; los circuitos de control de cámara establecen el nivel de negro, el nivel de blanco y el nivel de borrado; y el generador de sincronización produce los pulsos de sincronismo horizontal, señal de oscilación de muestra para color, los pulsos de sincronismo vertical (que son los pulsos igualadores y de sincronía).

La señal de video contiene una gran cantidad de información, además de los parámetros básicos de imagen, tales como brillantez, tinte y saturación, e incluye información de tiempo horizontal, vertical y color.

Actualmente ha sido agregada más información, principalmente en el intervalo de borrado vertical, tales como: señal de prueba de intervalo vertical (VITS), señal de referencia de intervalo vertical (VIRS), información de código de tiempo.

Dentro de un sistema de televisión, existen muchas fuentes de señal de video, las cuales esencialmente pueden ser: internas (cámaras, videocassetas, generadores de señales de video de prueba, generadores de caracteres, computadoras, etc.) y externas (receptores de satélite, receptores de microonda, etc.).

Cada componente de la señal de video debe ser medida o ajustada, puesto que cada uno de ellos tiene niveles y tiempos estrictamente definidos, lo cual debe ser verificado en cada uno de los puntos por los que pasa la señal dentro del sistema de televisión.

Más adelante se verán cuales son los puntos más relevantes en donde se deben hacer mediciones de la señal de video (o de señales de prueba), ahora se tratarán en detalle los parámetros que están involucrados dentro de la señal de video y que es muy importante conocerlos.

### 1.2.2 Amplitud total:

La amplitud de la señal de video generalmente se mide en unidades IRE (Institute of Radio Engineers); 1 voltio es equivalente a 140 IRE ó 1 IRE es equivalente a 7.14 milivoltios. (ver figura 2, calibrada en unidades IRE)

La medición de la amplitud se realiza sobre la señal de video pico a pico y debe ser de 1 voltio (o 140 IRE) pico a pico desde el extremo del pulso de sincronismo hasta el pico de blanco.

Se debe verificar que la relación de amplitud de imagen a pulso de sincronismo esté correcta, es decir 100 IRE de imagen 40 IRE de pulso de sincronismo, sin importar cualquier componente de crominancia que pudiera estar presente; si

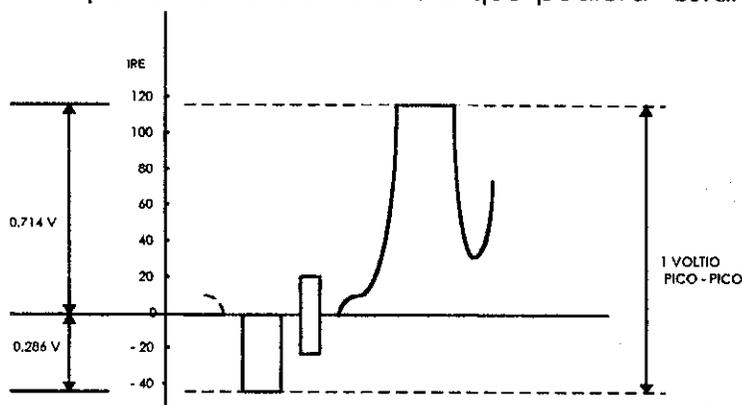


Figura 2  
ESCALA EN UNIDADES IRE

la relación es la correcta pero baja o alta, se debe proceder a ajustarla a su nivel reglamentado. La medición de la amplitud pico a pico de la señal de video, también se le conoce como ganancia de inserción. (ver figura 2)

### 1.2.3 Nivel de borrado:

En la representación de amplitud contra tiempo de la señal de video compuesto, el eje de amplitud está calibrado en unidades IRE desde -50 IRE hasta +120 IRE; el nivel de borrado se encuentra en 0 IRE; a nivel de borrado, el haz de exploración se apaga por completo, para evitar la presencia indeseable de componentes de luminancia y crominancia principalmente durante el borrado horizontal y el borrado vertical, de tal manera que en la pantalla de television no se aprecie el momento en que el haz de exploración termina una línea y retorna para iniciar la siguiente. (ver figura 3)

### 1.2.4 Nivel de negro:

Según sea la imagen que se está captando, a través de la cámara, así la información de luminancia que se está generando va a variar entre un valor mínimo y un máximo; el valor mínimo lo determina el nivel de negro.

Por definición, el nivel de negro está ubicado a 7.5 unidades IRE por encima del nivel de borrado.

Para efectos de medición del nivel de negro, no incluye componentes de crominancia, los cuales se pueden extender por debajo de éste. La diferencia entre el nivel de negro y el nivel de borrado, se le denomina pedestal (ver figura 3).

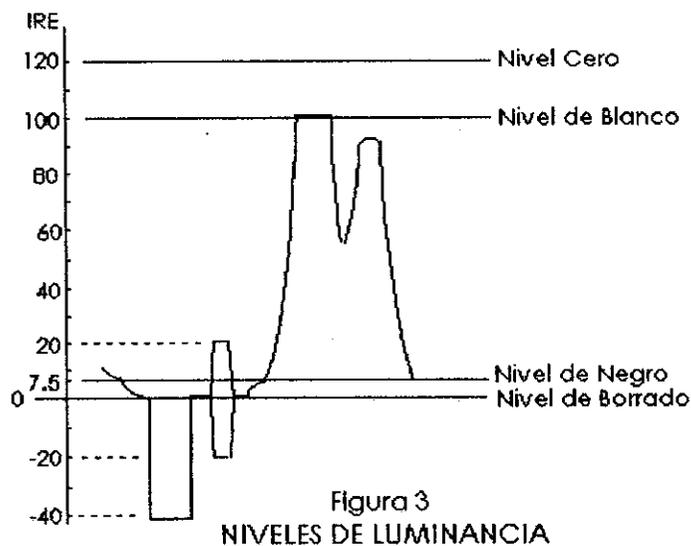
### 1.2.5 Nivel de blanco:

La señal de luminancia puede variar hasta un nivel máximo de referencia, el cual queda establecido por el nivel de blanco. Por lo tanto, la señal de luminancia va a estar variando entre el nivel de blanco y el nivel de negro.

Por definición el nivel de blanco está a 100 unidades IRE por encima del nivel de borrado. Para efectos de medición del nivel de blanco de una señal de video compuesto, no se toman en cuenta componentes de crominancia, los cuales se pueden extender por encima de éste. (ver figura 3)

### 1.2.6 Nivel cero:

Es el nivel máximo de referencia de la señal de crominancia. Por definición el nivel cero está a 120 unidades IRE por encima del nivel de borrado. Para efectos de medición de el nivel cero de una señal de video compuesto, no se toman en cuenta componentes de luminancia. (ver figura 3)



### 1.2.7 Borrado horizontal:

Como el proceso de exploración de imagen se desarrolla línea por línea, la señal de video debe contar con un indicador que especifique en qué momento termina la exploración de una línea y cuándo empieza la exploración de la siguiente línea; esto se logra incluyendo el intervalo de borrado horizontal entre línea y línea de la señal de video. Por lo tanto, se puede decir que el borrado horizontal es el período de tiempo que transcurre entre el final de una línea de luminancia y el inicio de la siguiente línea de luminancia; tiempo durante el cual la luminancia y la crominancia se hacen cero, para que el haz de exploración se apague en el momento en que termine de explorar una línea y regrese al inicio de la siguiente, el ancho mínimo para el borrado horizontal es 10.49 microsegundos y el ancho máximo es de 11.44 microsegundos. La especificación de ancho máximo se aplica a una medición hecha a 90 IRE sobre el nivel de borrado. El intervalo de borrado horizontal abarca los siguientes parámetros: pórtilo delantero, sincronismo horizontal, distanciamiento, oscilación de muestra para color, y pórtilo posterior. (ver figura 4)

#### 1.2.7.1 Pórtilo delantero:

Este parámetro se utiliza en la señal de video para indicar el momento exacto en que da inicio el intervalo de borrado horizontal, de tal manera que no exista información de luminancia a partir de ese momento. Por lo tanto, el pórtilo delantero es el intervalo, a nivel de borrado, entre la última información de imagen al final de una línea y el borde entrada de sincronismo horizontal; se

toma de referencia para la medición de tiempo  $\pm 4$  IRE y debe medir  $1.54 \mu\text{seg.}(0.024H) \pm 50$  nanosegundos. (ver figura 4)

#### 1.2.7.2 Sincronismo horizontal:

Es el pulso que va a determinar la sincronización horizontal entre línea y línea, indica que se terminó la exploración de una línea y que se debe empezar con la siguiente. El pulso de sincronismo horizontal tiene forma cuadrada y se ubica entre 0 IRE y -40 IRE. En algunas etapas del sistema de televisión, la señal puede adquirir distorsiones; éstas se manifiestan en el pulso de sincronismo horizontal principalmente, la relación sincronismo a imagen es el mejor parámetro indicador de distorsiones. La amplitud de sincronismo se mide desde el extremo de sincronismo (-40 unidades IRE) hasta el nivel de borrado (cero unidades IRE). En una señal de video de 1 voltio, la amplitud del sincronismo horizontal debe ser de 286 mV ó 40 IRE. El ancho del pulso de sincronismo horizontal se mide a -4 IRE y debe tener una duración de  $4.75 \mu\text{seg.}(0.075H)$ . Idealmente el pulso de sincronismo horizontal debería tener una forma cuadrada (pendiente infinita); en la práctica, es permitido una pendiente de una duración de  $115$  nanosegundos  $\pm 10\%$ . (ver figura 4)

#### 2.7.3 Distanciamiento:

Este parámetro es utilizado como un indicador para la ubicación exacta de la oscilación de muestra para color. Por lo tanto, el distanciamiento se define como el intervalo, a nivel de borrado, entre el borde posterior del sincronismo horizontal y el primer ciclo de la oscilación de muestra para color. Debe tener  $0.381 \mu\text{seg.}(0.006H)$ . El punto de referencia sobre el borde posterior del sincronismo horizontal, para hacer la medición, debe estar a -4 unidades IRE. (ver figura 4)

#### 1.2.7.4 Oscilación de muestra para color:

Es una muestra, de forma senoidal, de la frecuencia de la subportadora de color; sirve como una señal sincronizada de color y sirve como fase de referencia para la señal de crominancia, que se incluye sólo en el intervalo de borrado horizontal para referenciar la exploración de color de cada línea; la señal de oscilación de muestra para color es igual en amplitud a la señal de sincronismo horizontal y se encuentra centrada en el nivel de borrado entre el distanciamiento y el pórtilo posterior.

La amplitud de la señal de oscilación de muestra para color debe ser de 40 unidades IRE  $\pm 10\%$  que corresponden a 20 IRE sobre y 20 IRE bajo el nivel de borrado. El primero y último ciclo de la oscilación de muestra para color deben ser igual o mayor de 50% de la amplitud pico a pico. El tiempo de la oscilación de muestra para color debe ser de 9 ciclos senoidales, cuya frecuencia es la subportadora de color, es decir  $3.579545 \text{ Mhz}$ , es decir,  $9/3.579545\text{Mhz} = 2.51 \mu\text{seg.}$  (ver figura 4)

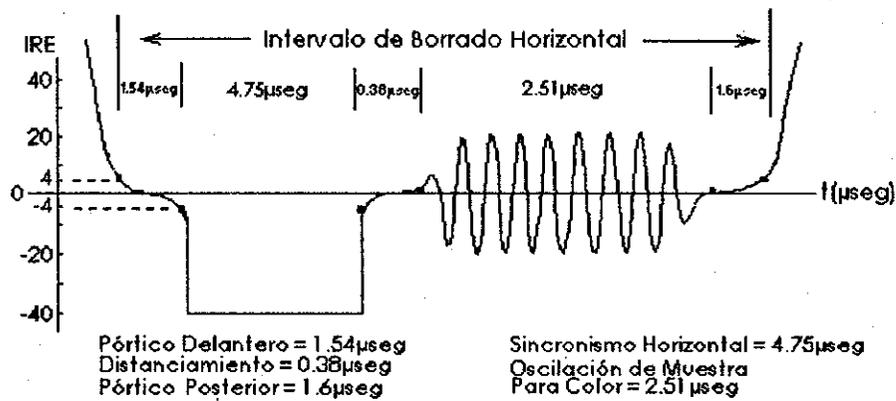


Figura 4  
INTERVALO DE BORRADO HORIZONTAL

En el sistema de televisión NTSC:

- Cada 4 campos (2 cuadros), el ángulo de fase de la oscilación de muestra para color es de "cero grados", lo cual se denomina secuencia de color de campo.
- Cada 2 campos (1 cuadro), el ángulo de fase de la oscilación de muestra para color es de "180 grados", lo cual se denomina secuencia de color de cuadro. Ver figura 5, en donde  $\omega = 2\pi f = 2 \times 3.1416 \times 3.579545 \text{ Mhz}$ .

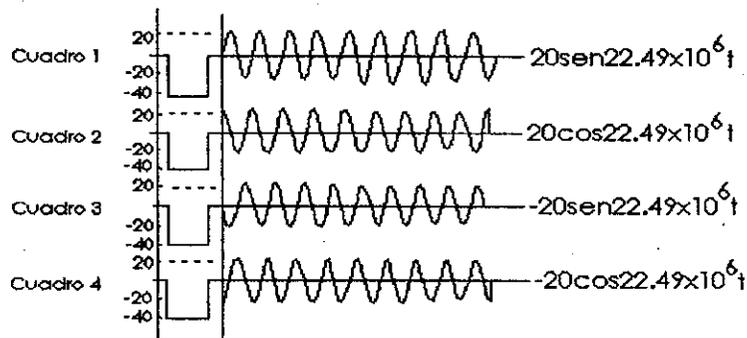


Figura 5  
SECUENCIA DE COLOR

#### 1.2.7.5 Pórtico posterior:

Este parámetro se utiliza en la señal de video para indicar el momento exacto en que finaliza el intervalo de borrado horizontal, a partir del cual ya es permisible incluir información de luminancia y crominancia de la siguiente línea. Por lo tanto, el pórtico posterior es el intervalo, a nivel de borrado, entre el último ciclo de oscilación de muestra para color y la primera información de imagen en la siguiente línea. Se toma como referencia para la medición de tiempo, +4 IRE y debe medir 1.6  $\mu$  seg. (ver figura 4)

#### 1.2.8 Borrado vertical:

Una vez finalizada la exploración de las 262.5 líneas de el campo 1, el haz de exploración se debe apagar y regresar de la parte inferior a la superior de la pantalla e iniciar la exploración de las 262.5 líneas del siguiente campo, y así sucesivamente entre campo y campo; este proceso lo va a determinar la información incluida en el intervalo de borrado vertical. Por lo tanto se puede decir que el borrado vertical es el intervalo de tiempo que transcurre entre la última línea de luminancia al final de un campo y la primera línea de luminancia del siguiente campo.

El intervalo de borrado vertical abarca un tiempo equivalente a 21 líneas horizontales ( $21 * 63.55 \mu\text{seg} = 1334.55 \mu\text{seg}$ ), espacio que es tomado de cada campo, por lo tanto, cada campo tiene ( $262.5 - 21 =$ ) 241.5 líneas efectivas, que hacen ( $241.5 * 2 =$ ) 483 líneas efectivas en total para cada cuadro.

El intervalo de borrado vertical involucra la siguiente información:

- 1 intervalo de 6 pulsos preigualadores, equivalente a 3H.
- 1 intervalo de 6 pulsos de sincronismo vertical, equivalente a 3H.
- 1 intervalo de 6 pulsos postigualadores, equivalente a 3H.
- 1 intervalo de 12H (para información de código de tiempo, VITS, VIRS, etc.)

##### 1.2.8.1 Pulsos preigualadores:

Dentro del borrado vertical, se incluyen 6 pulsos que anteceden al sincronismo vertical, llamados pulsos preigualadores; el propósito de estos pulsos es el lograr que la deflexión vertical empiece al mismo tiempo en cada intervalo, así también sirven para indicar al circuito de barrido horizontal cuando empieza el intervalo de borrado vertical, para poder diferenciar claramente los pulsos de sincronismo vertical de los pulsos de sincronismo horizontal; el ancho de cada pulso debe ser de 2.54  $\mu\text{seg}$  (ó 0.04 H).

El área de un pulso preigualador debe estar entre 45 y 50% del área de un pulso de sincronismo horizontal. El tiempo de los 6 pulsos preigualadores corresponde a 3 líneas horizontales (3H). La amplitud de los pulsos preigualadores es de 40 IRE. (ver Figura 6).

### 1.2.8.2 Pulsos de sincronismo vertical:

Los pulsos de sincronismo vertical establecen el momento en que el haz de exploración debe retornar a la parte superior de la pantalla para iniciar la exploración de el siguiente campo, por lo que de ellos depende la sincronía vertical entre el final de un campo y el comienzo del siguiente. Los pulsos de sincronismo vertical corresponden a 6 pulsos en un intervalo de  $3H$ ; cada pulso debe tener una duración de  $4.7 \mu\text{seg}$  ( $0.07H$ )  $\pm 0.1 \mu\text{seg}$ , con un intervalo entre pulso y pulso de  $27.3 \mu\text{seg}$  (ó  $0.43H$ ).

Los pulsos de sincronismo vertical se encuentran ubicados entre los pulsos preigualadores y los pulsos postigualadores de el intervalo de borrado vertical; la amplitud de los mismos es de 40 IRE. (ver figura 6)

### 1.2.8.3 Pulsos postigualadores:

Dentro del intervalo de borrado vertical, los pulsos postigualadores se ubican a continuación de los pulsos de sincronismo vertical; al igual que los preigualadores, son 6 pulsos con una duración de  $3H$  y de  $2.54 \mu\text{seg} \pm 0.1 \mu\text{seg}$  de duración de cada uno (o sea  $0.04H$ ); además deben tener entre 45 y 50% del área de un pulso de sincronismo horizontal. (ver Figura 6)

El propósito de estos pulsos es el lograr que la deflexión vertical termine al mismo tiempo en cada intervalo, y también sirven para indicar a los circuitos detectores de sincronía horizontal cuando ha terminado el intervalo de sincronía vertical. La amplitud de los pulsos postigualadores debe ser de 40 IRE.

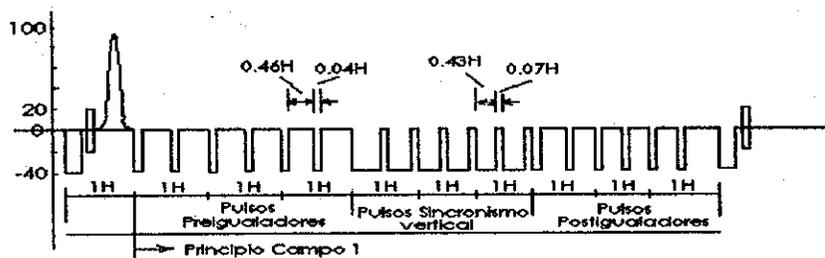


Figura 6  
PULSOS IGUALADORES

### 1.2.8.4 Líneas 10H a 21H del borrado vertical:

Los pulsos preigualadores, sincronismo vertical y postigualadores ocupan un espacio equivalente a 9 líneas, y quedan 12 líneas, de las 21 de el intervalo de borrado vertical, disponibles. Estas 12 líneas se utilizan para incluir algún tipo de información adicional, que se quiere que forme parte de la señal de video compuesto.

En sistemas de televisión, se acostumbra ocupar las líneas 17, 18 y 19, tanto del campo 1 como del campo 2 de cada cuadro, con señales de prueba de intervalo vertical (VITS) y con señales de referencia de intervalo vertical (VIRS); las restantes líneas generalmente no se usan, pero están disponibles para incluirles información adicional y ocupan un espacio real de la señal de video, e incluyen información a nivel de negro en cada una de ellas. (ver figura 7)

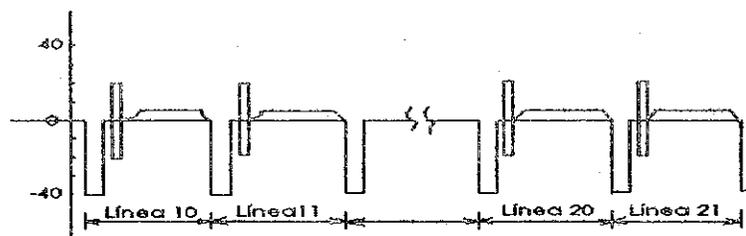


Figura 7  
LINEAS 10H A 21H

### 1.2.9 Cuadro A (campos 1 y 2):

A efecto de tener una idea más clara de los parámetros de operación involucrados en el borrado vertical, y para poder realizar una óptima medición o ajuste de los mismos, se hace necesario la descripción de los parámetros (tiempos) que intervienen al inicio y final de cada campo y por ende de cada cuadro.

#### 1.2.9.1 Campo 1:

Para efectos de un control preciso de los parámetros de operación que intervienen en la señal de video compuesto, se hace necesario identificar plenamente cada campo; en este caso, el campo 1. La identificación del campo la determinan la forma y los tiempos de los pulsos al inicio del campo y de la última línea del anterior. El inicio del campo 1 está definido desde el momento en que aparece el primer pulso preigualador, siempre que la última línea de exploración del anterior tenga una duración de 1H. Puesto que se trata de la última línea del campo anterior, una vez terminada ésta, iniciará inmediatamente el intervalo de borrado vertical. El conteo de las 262.5 líneas del campo 1 empieza exactamente a partir de el primer pulso preigualador del intervalo de borrado vertical. Las primeras 9H cubren información de pulsos preigualadores, sincronismo vertical y pulsos postigualadores. Entre el último pulso postigualador y la primera línea horizontal propiamente dicha debe haber exactamente 0.5H, o sea, al final de la línea 9 y principio de la 10.

De las líneas 10 a la 21, la información incluida es como la de cualquier otra línea de exploración, con la salvedad de que la información aquí incluida

corresponde al período de borrado vertical y no a la información de imagen. A partir de la línea 22, ya se incluye información de luminancia y crominancia correspondientes a la imagen que va a ser explorada. (ver figura 8)

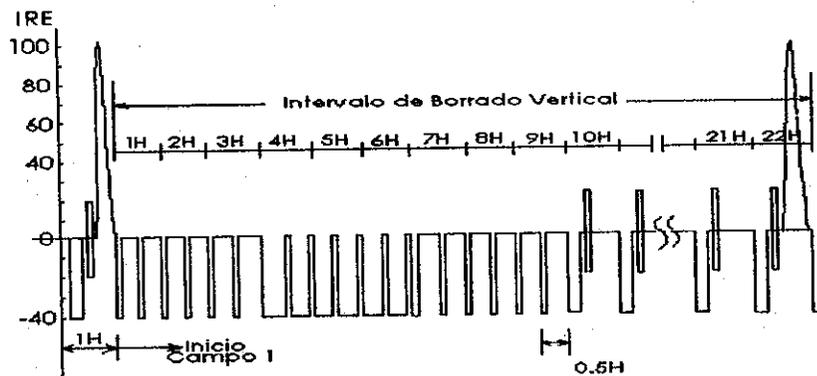


Figura 8  
CAMPO 1

### 1.2.9.2 Campo 2:

De igual forma, en el campo 2, para efectos de control de los parámetros de la señal de video generada, se hace necesario identificar plenamente el campo 2 a través del control de los parámetros que lo conforman. La identificación del campo lo determinan la forma y principalmente los tiempos de los pulsos al inicio del mismo y durante la última línea del campo anterior. El inicio del campo 2 se define desde el primer pulso preigualador, siempre que la última línea de exploración del campo anterior tenga una duración de  $0.5H$ . Puesto que se trata de la última media línea del campo anterior, una vez terminada ésta, se iniciará el intervalo de borrado vertical.

El conteo de las 262.5 líneas del campo 2 empieza exactamente a partir de el segundo pulso preigualador del intervalo de borrado vertical. Las primeras 9H cubren información de pulsos preigualadores, sincronismo vertical y pulsos postigualadores. Entre el último pulso postigualador y el pulso de sincronismo horizontal de la primera línea propiamente dicha, debe haber exactamente  $1H$ , o sea, al final de la línea 9 y principio de la línea 10. De la línea 10 a la 21 la información incluida es como la de cualquier otra línea de exploración, con la salvedad de que la información aquí incluida corresponde al período de borrado vertical y no a la información de imagen.

A partir de la línea 22, ya se incluye información de luminancia y crominancia correspondientes a la imagen que va a ser explorada. (ver figura 9)

### 1.2.10 Señal de video en componentes

Se define como señal de video a aquella en la que la información de Luminancia (Y) se encuentra separada de la información de Crominancia (C), es decir, en dos señales independientes una de la otra. Por un lado, la señal Y

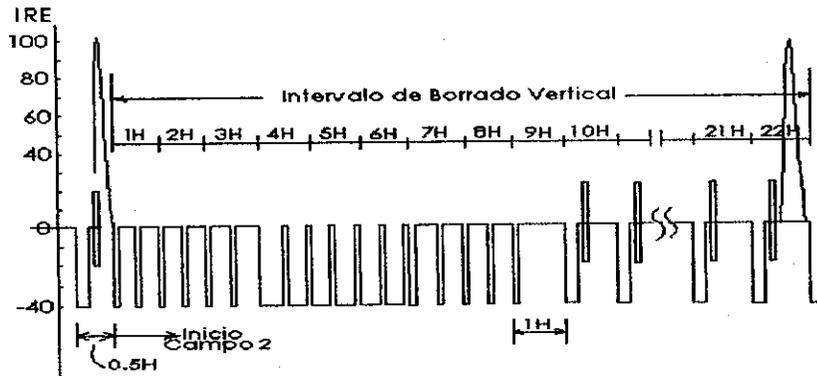


Figura 9  
CAMPO 2

con información de brillantez de cada línea de exploración con sus respectivos intervalos de borrado horizontal y borrado vertical; y por otro lado, la señal C con información de tinte y saturación de cada línea de exploración con su respectiva señal de sincronía de color (oscilación de muestra para color) que se presenta como una señal de referencia de fase.

Algunos equipos tienen entradas y salidas tanto de video compuesto como de video en componentes, por lo que según la conveniencia y necesidad se usa una u otra señal.

El video por componentes es técnicamente superior al video compuesto, especialmente cuando se requieren procesos de codificación-decodificación repetidos, durante una grabación o una edición. Actualmente en las estaciones de televisión de Guatemala, se trabaja fundamentalmente con la señal de video compuesto, para las transmisiones de señal al aire, sin embargo, a nivel de edición ya se trabaja con la señal de video en componentes.

Con el fin de tener una mejor visión de lo que significa la señal de video en componentes, se presenta el siguiente resumen:

#### La señal de video compuesto

En un sistema de televisión, la señal de video compuesto puede producirse en una cámara de televisión, en un generador de caracteres, en un VCR, en generadores de señales de prueba, etc.

En los inicios de la televisión, el único dispositivo generador de una señal de video era la cámara de televisión; los restantes dispositivos fueron surgiendo conforme el desarrollo tecnológico de la televisión, los cuales utilizan los mismos conceptos (deducidos en la cámara) para la formación de su respectiva señal de video compuesto; así, el siguiente análisis se basa en la señal de video compuesto producida en la cámara. La imagen o escena que alcanza el lente de una cámara, físicamente es una luz representativa de la misma; ópticamente dicha luz es descompuesta o separada mediante filtros selectivos de color, en tres colores primarios (rojo, verde y azul); cada luz excita su respectivo tubo (ó CCD) en la cámara, el cual es un transductor que convierte la luz incidente en una señal eléctrica, y se obtienen las señales  $R(t)$ ,  $G(t)$  y  $B(t)$  representativas de la imagen tomada. Las señales  $R(t)$ ,  $G(t)$  y  $B(t)$ , mediante un codificador (compuesto por un circuito matrizador) son combinadas para

obtener las señales componentes  $Y(t)$  "luminancia" y  $C(t)$  "crominancia", la cual a su vez está formada por las señales  $I(t)$  y  $Q(t)$  (puesto que  $C(t) = I(t) + Q(t)$ ).

El codificador establece la siguiente matriz, definida por la FCC, para la imagen captada por la cámara:

$$\begin{vmatrix} Y(t) \\ I(t) \\ Q(t) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.3 & 0.59 & 0.11 \\ 0.6 & -0.28 & -0.32 \\ 0.21 & -0.52 & 0.31 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} R(t) \\ G(t) \\ B(t) \end{vmatrix} \quad \text{ecuac. (1)}$$

Esta matriz representa la señal de video compuesto producida por una estación televisora. Una vez la señal de televisión llega al aparato receptor, ésta estará formada de las señales  $Y(t)$ ,  $I(t)$  y  $Q(t)$ ; y mediante un circuito matrizador se obtienen las señales  $R(t)$ ,  $G(t)$  y  $B(t)$  (originadas en la cámara), que van a ser aplicadas al tubo de rayos catódicos del receptor, en donde las tres señales eléctricas son combinadas para formar la imagen originalmente captada por la cámara.

Mediante la regla de Kramer se pueden obtener  $R(t)$ ,  $G(t)$ ,  $B(t)$ , en función de  $Y(t)$ ,  $I(t)$ ,  $Q(t)$ ; de la ecuación (1):

$$R = \frac{\begin{vmatrix} Y & 0.59 & 0.11 \\ I & -0.28 & -0.32 \\ Q & -0.52 & 0.31 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 0.3 & 0.59 & 0.11 \\ 0.6 & -0.28 & -0.32 \\ 0.21 & -0.52 & 0.31 \end{vmatrix}}$$

$$R = \frac{Y(-0.0868 - 0.1664) - 0.59(0.31I + 0.32Q) + 0.11(-0.52I + 0.28Q)}{0.3(-0.086 - 0.166) - 0.59(0.186 + 0.067) + 0.11(-0.312 + 0.058)}$$

$$R = (-0.2532Y - 0.2401I - 0.158Q) / (-0.2532)$$

$$R = Y + 0.94826I + 0.62401Q \quad \text{ecuac.(2)}$$

$$G = \frac{\begin{vmatrix} 0.3 & Y & 0.11 \\ 0.6 & I & -0.32 \\ 0.21 & Q & 0.31 \end{vmatrix}}{(-0.2532)}$$

$$G = \frac{0.3(0.31I + 0.32Q) - Y(0.186 + 0.0672) + 0.11(0.6Q - 0.21I)}{(-0.2532)}$$

$$G = (-0.2532Y + 0.9699I + 0.162Q) / (-0.2532)$$

$$G = Y - 0.276I - 0.6398Q \quad \text{ecuac.(3)}$$

$$B = \frac{\begin{vmatrix} 0.3 & 0.59 & Y \\ 0.6 & -0.28 & I \\ 0.21 & -0.52 & Q \end{vmatrix}}{(-0.2532)}$$

$$B = \frac{0.3(-0.28Q + 0.52I) - 0.59(0.6Q - 0.21I) + Y(-0.312 + 0.0588)}{(-0.2532)}$$

$$B = (-0.438Q + 0.2799I - 0.2532Y) / (-0.2532)$$

$$B = Y - 1.105I + 1.7298Q \quad \text{ecuac.(4)}$$

De las ecuaciones (2), (3) y (4) obtenemos:

$$\begin{vmatrix} R(t) \\ G(t) \\ B(t) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0.94826 & 0.62401 \\ 1 & -0.276 & -0.63981 \\ 1 & -1.105 & 1.7298 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} Y(t) \\ I(t) \\ Q(t) \end{vmatrix} \quad \text{ecuac.(5)}$$

La matriz obtenida en la ecuación (5) es la base sobre la cual operan los aparatos receptores de televisión NTSC (ver figura 10), para la formación de la imagen originalmente tomada por la cámara de televisión; por definición, se sabe que durante una transmisión de una imagen en blanco y negro,  $I=0$ ,  $Q=0$  y que  $R=G=B$ ; por lo tanto de las ecuac.(1) ó (5), obtenemos que  $Y=R=G=B$ .

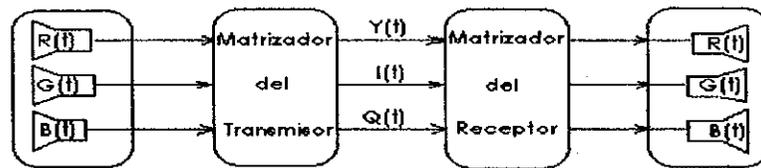


Figura 10  
EL MATRIZADOR

### 1.2.10.1 Luminancia (Y):

Es la componente de la señal de video que contiene esencialmente información de brillantez, borrado horizontal, borrado vertical; también se le denomina señal monocromática de la señal de televisión NTSC.

La componente de luminancia es la señal que interpretan los receptores de televisión blanco y negro; de aquí la compatibilidad que existe entre los receptores blanco y negro, y color, a la presencia de la señal de televisión NTSC. Los parámetros de amplitud y tiempo que intervienen en la componente de luminancia son prácticamente los mismos que forman la señal de video compuesto, así como los valores nominales de operación que ya han sido descritos en detalle en párrafos anteriores, y que se resumen a continuación en la figura 11.

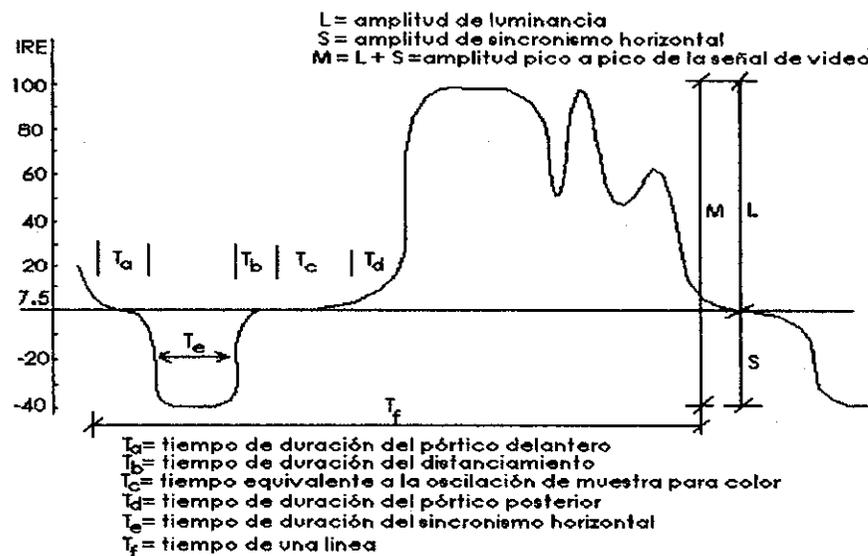


Figura 11  
AMPLITUD CONTRA TIEMPO

### 1.2.10.2 Crominancia (C):

Es la componente de la señal de video que contiene información de tinte y saturación de cada una de las líneas de exploración que forman campo a campo la imagen televisada. El tinte se mide en grados e indica el ángulo de fase de cada color, por lo tanto, es el que determina cuando un color es rojo, azul, amarillo, etc. (por ejemplo el rojo tiene un ángulo de fase de 104°). La saturación determina la intensidad de color, dos vectores con el mismo desplazamiento angular (tinte) pueden tener diferente saturación. Visto en un vectorscopio, la saturación es la distancia radial desde el punto central (donde la saturación es cero) al punto final del vector de color; esto es representado a través de lo que se denomina triángulo de color. (ver figura 12)

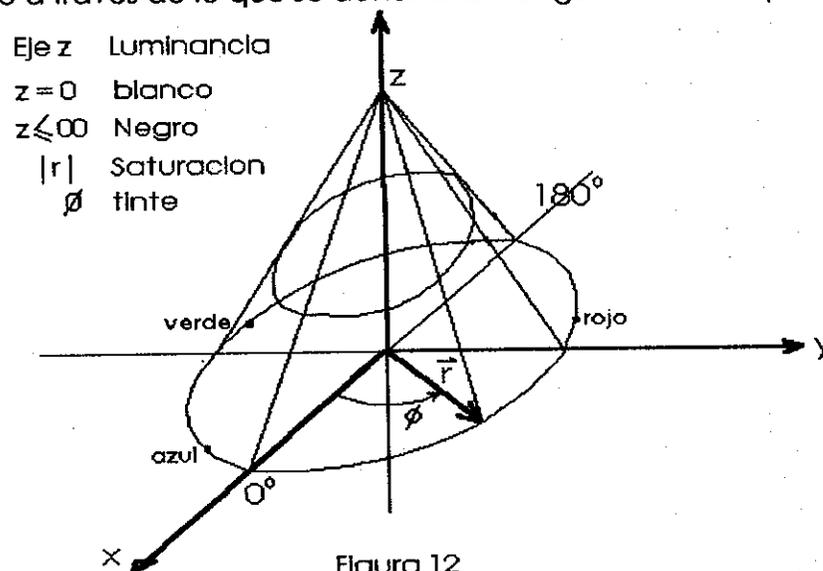


Figura 12  
 TRIANGULO DE COLOR

Por lo tanto, la señal de crominancia define un vector cuya magnitud la determina la saturación y cuyo ángulo de fase, está determinado por el tinte en cada instante del proceso de exploración línea a línea. La magnitud del vector es función de la amplitud pico a pico de la señal de crominancia y el desplazamiento angular es relativo a la fase del vector de referencia de sincronía de color (oscilación de muestra para color).

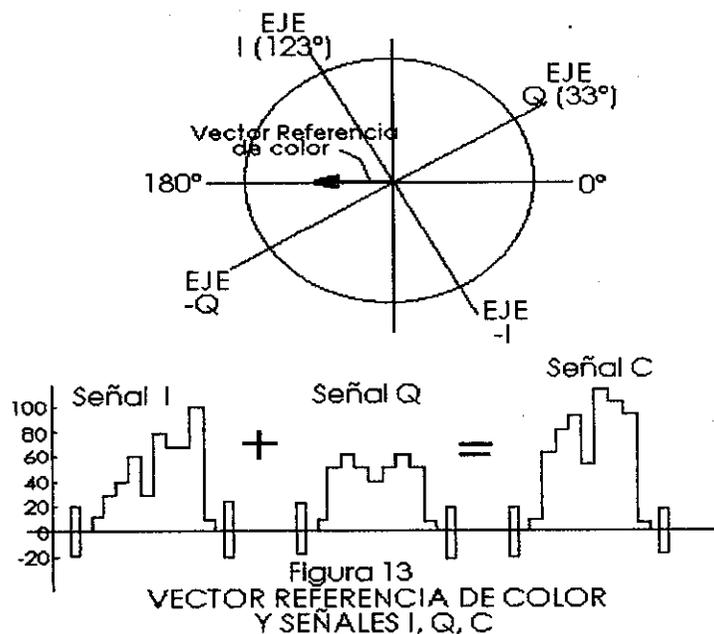
Un vector de crominancia se puede representar en coordenadas polares,

$$C = C|c = \sqrt{I^2 + Q^2} / \tan^{-1} I/Q$$

o en coordenadas cartesianas  $C = I + Q$ , cuyos ejes coordenados son los ejes I, Q. De aquí que la señal de crominancia esté formada de la suma de dos señales: la señal I y la señal Q.

En el sistema de coordenadas cartesianas, utilizado para medir los vectores de color determinados por la señal de crominancia (ver vectorscopio), el vector de referencia de sincronía de color se ubica en 180°, el eje I que sirve de

referencia de la señal I se ubica en  $123^\circ$ , y el eje Q que sirve de referencia de la señal Q se ubica en  $33^\circ$  de el sistema de coordenadas. (Ver figura 13)



### 1.2.11 Pulsos de referencia:

En un sistema de televisión, para que todos los equipos (o fuentes de señal de video compuesto) trabajen en forma sincronizada, se hace necesario generar, dentro de el mismo sistema, unos pulsos llamados pulsos principales o de referencia.

Trabajar en forma sincronizada significa que cada fuente generadora de señal de video compuesto, inicie el proceso de exploración línea a línea (y por ende, campo a campo), exactamente al mismo tiempo, lo cual se logra proporcionando los pulsos de referencia requeridos por cada fuente de señal de video compuesto. Debido a la importancia de los pulsos de referencia en el funcionamiento de una estación televisora, ésta debe contar por lo menos con dos dispositivos generadores de pulsos de referencia, un generador principal y un segundo generador de emergencia que entra a operar inmediatamente se detecta una falla en el generador principal. Debido a las características de la señal de televisión, es necesario que mezcladores de video, cámaras, generadores de efectos, generadores de caracteres, TBCs, VCRs, etc., deban de operar con base en los tiempos de referencia que son lo mismos para todo el sistema interconectado de la estación televisora.

De lo anterior, se puede decir que la presencia de cada pulso de referencia es fundamental para el correcto funcionamiento de cada uno de los equipos de la estación.

Cada pulso de referencia involucra algunos parámetros de operación que deben ser objeto de un monitoreo periódico que garantice que los valores de referencia de la estación están dentro de los límites permitidos, por lo que deben ser parámetros muy exactos, Lo cual nos va a asegurar que todos los

equipos que conforman la estación televisora, están trabajando con base en una referencia exacta, que va a garantizar que la señal que se está produciendo para transmitir posteriormente al aire cumple con todas las normas dictadas por la FCC. Los principales pulsos de referencia utilizados por una estación televisora son los siguientes: sincronismo compuesto, subportadora, black burst, impulso vertical, impulso horizontal, pulso de oscilación, borrado compuesto.

#### 1.2.11.1 Sincronismo compuesto:

El pulso de sincronismo compuesto es utilizado para referenciar principalmente mezcladores de video y cámaras (en la unidad de control de cámara). Con base en las características y especificaciones de los equipos que conforman el sistema, así van a determinarse los requerimientos de la señal o pulso de referencia para sincronizar cada una de las fuentes. La señal de sincronismo compuesto incluye los tiempos de referencia de sincronismo horizontal, pulsos preigualadores, pulsos postigualadores, sincronismo vertical, duración de una línea de exploración; los valores exactos son los siguientes: (ver figura 14)

- La duración del pulso de sincronismo horizontal es de  $4.75\mu\text{seg}$ . ( $0.0748H$ ).
- La duración de una línea horizontal es de  $63.55\mu\text{seg}$ . ( $1H$ ).
- La duración de un pulso preigualador es de  $2.54\mu\text{seg}$ . ( $0.04H$ ).
- La duración de los 6 pulsos preigualadores es de  $3H$  ( $3 * 63.55 \mu\text{seg}$ ).
- La duración de un pulso de sincronismo vertical es de  $4.7\mu\text{seg}$ .
- La duración de un pulso postigualador es de  $2.54\mu\text{seg}$ . ( $0.04H$ ).
- La duración de los 6 pulsos postigualadores es de  $3H$  ( $3 * 63.55 \mu\text{seg}$ ).
- La amplitud pico a pico del pulso de sincronismo compuesto es de 4 voltios.

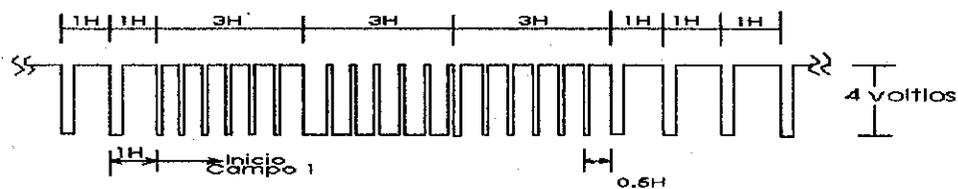


Figura 14  
SINCRONISMO COMPUESTO

#### 1.2.11.2 Subportadora:

Toda la información incluida en la componente de crominancia de la señal de video compuesto, representa valores que toman como referencia la señal de sincronía de color, la cual se sabe que es una señal de forma de onda senoidal de 9 ciclos ( $2.51\mu\text{seg}$ ) con una frecuencia de  $3.579545 \text{ MHz}$ ; este valor de frecuencia tiene que ser muy exacto, por lo tanto, es necesario generar un pulso de referencia de subportadora para todo el sistema. El pulso de

subportadora es utilizado en diferentes partes de un sistema de televisión, principalmente los mezcladores de video que requieren una referencia exacta de la subportadora de color para poder procesar correctamente las componentes de crominancia de cada una de las fuentes de video compuesto.

El pulso de referencia de subportadora tiene una forma de onda senoidal con una frecuencia de 3.579545 MHz y una amplitud pico a pico de 4 voltios. (ver figura 15)

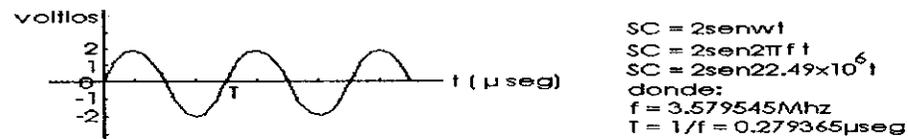


Figura 15  
SUBPORTADORA (SC)

### 1.2.11.3 Black Burst:

El black burst se define como una señal de video compuesto que no contiene información de luminancia y crominancia, pero sí información de borrado horizontal, borrado vertical, oscilación de muestra para color y nivel de negro en cada línea de exploración. La señal de black burst se utiliza para referenciar principalmente cada una de las fuentes de video que producen las señales que se alimentan a las entradas de los mezcladores de video. La señal de black burst además de ser utilizada como pulso de referencia, es empleada como video compuesto propiamente, y alimenta diferentes puntos del sistema de televisión (tales como editores, mezcladores de video, videograbadoras, etc.) (ver figura 16).

Cada uno de los parámetros involucrados en la señal de black burst, que prácticamente son los mismos de una señal de video compuesto, deben tener valores muy exactos.

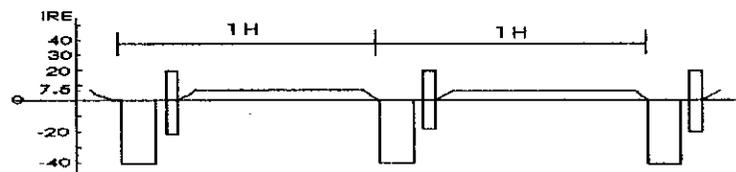


Figura 16  
BLACK BURST

#### 1.2.11.4 Impulso vertical:

La función principal de esta señal es disparar en cámaras la exploración vertical en fase, con la fase de la transmisión. Así también, la señal de impulso vertical es utilizada en el sistema de televisión para tener una referencia exacta del tiempo de duración de los pulsos de sincronización vertical (o sea los pulsos preigualadores, pulsos de sincronismo vertical y pulsos postigualadores, los cuales abarcan un tiempo de 9 líneas (9H), o sea  $9 * 63.55 \mu\text{seg}$ ). El impulso vertical es una señal de forma de onda cuadrada, con una amplitud pico a pico de 4 voltios. Puesto que se trata de dar una referencia de tiempo para los pulsos de sincronización vertical, y éstos ocurren entre campo y campo el período de la señal de impulso vertical debe ser  $T=262.5H$ , equivalente a 16.7 miliseg. (ver figura 17.)



Figura 17  
IMPULSO VERTICAL

#### 1.2.11.5 Impulso horizontal:

La función principal de ésta señal es disparar en cámaras la exploración horizontal en fase, con la fase de transmisión. Así también la señal de impulso horizontal es utilizada para tener una referencia exacta de el tiempo que abarca el pórtilo delantero, el sincronismo horizontal y el distanciamiento dentro de el intervalo de borrado horizontal, el cual debe ser de  $6.67 \mu\text{seg}$ . (o sea  $0.105H$ ), medidos a un 50% de la amplitud del pulso; el impulso horizontal es una señal de forma de onda cuadrada con una amplitud pico a pico de 4 voltios. Puesto que se trata de dar una referencia de tiempo para el pulso de sincronización horizontal y éste ocurre entre línea y línea, el período de la señal de impulso horizontal debe ser  $T=1H$ , equivalente a  $63.55 \mu\text{seg}$ . (ver figura 18.)



Figura 18  
IMPULSO HORIZONTAL

### 1.2.11.6 Pulso de oscilación:

En un sistema de televisión, también es necesario tener una referencia exacta del tiempo de duración de los 9 ciclos senoidales que comprenden la oscilación de muestra para color, ubicados dentro del intervalo de borrado horizontal. La señal de referencia, pulso de oscilación, es una señal de forma de onda cuadrada; el tiempo del pulso es de  $2.51 \mu\text{seg}$ . medidos a un 50% de la amplitud del pulso, con un período de  $63.55 \mu\text{seg}$ . y una amplitud pico a pico de 4 voltios. (ver figura 19)

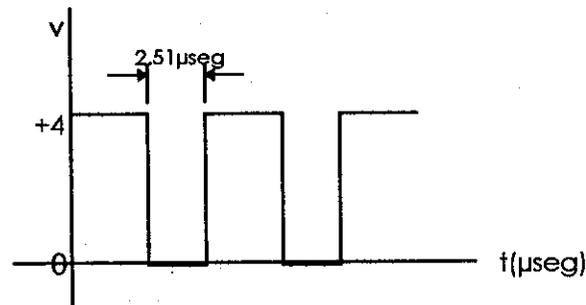


Figura 19  
REFERENCIA PARA PULSO DE OSCILACION

### 1.2.11.7 Borrado compuesto:

Esta señal de referencia es utilizada para tener un parámetro de comparación exacto del tiempo de duración, tanto del intervalo de borrado horizontal, como del borrado vertical. La duración del intervalo del borrado horizontal es de  $11 \mu\text{seg}$ . medidos a un 50% de la amplitud del pulso. La duración del borrado vertical es el tiempo equivalente a 21 líneas, es decir  $21H = 21 * 63.55 \mu\text{seg}$ .; la amplitud pico a pico de la señal es 4 voltios. (ver fig.)

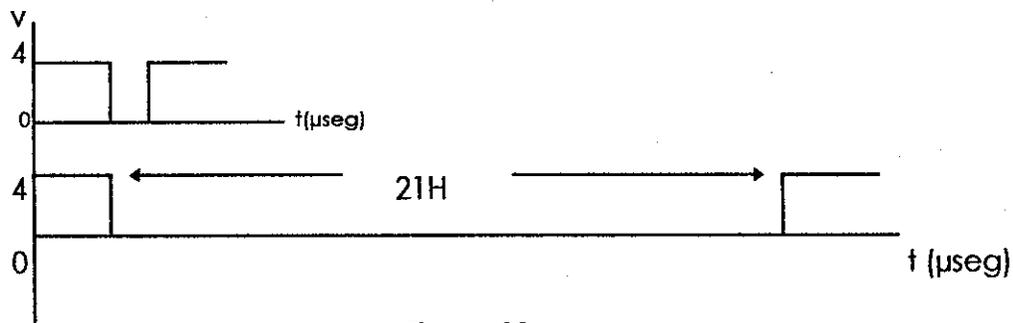


Figura 20  
BORRADO COMPUESTO

### 1.2.12 Sincronismo avanzado:

El video compuesto originado desde una máquina reproductora (VCR video tape recorder) no se puede llevar directamente a una de las entradas de un mezclador de video, para ser procesado o mezclado con otras fuentes de

video, debido principalmente a incompatibilidades de tiempo de sincronización entre ambas. Para el efecto, el video compuesto generado por el VTR, previamente debe pasar a través de un Corrector de Base de Tiempo (TBC), el cual procesa completamente la señal de video, eliminando imperfecciones propias de videos grabados o reproducidos en un videocassette, produciendo una señal de video con todas las características necesarias para poder ser incorporado en un mezclador de video. El corrector de base de tiempo trabaja con base en una referencia externa, la cual es la referencia de black burst de el sistema de televisión. A su vez el TBC, con base en su referencia externa, genera un pulso de sincronización que es alimentado a la máquina o máquinas reproductoras; a este pulso se le denomina sincronismo avanzado, que es otro parámetro importante objeto de medición, en el sistema de televisión.

La señal de referencia de sincronismo avanzado es esencialmente idéntica a la señal de referencia de sincronismo compuesto; la diferencia la determina un desplazamiento en el dominio del tiempo de la señal de sincronismo avanzado respecto a la señal de referencia externa.

Normalmente, en el TBC se puede ajustar la señal de sincronismo avanzado a 8H de fase adelantada, respecto de la referencia externa, aunque dependiendo de las características de respuesta de servo de las VTRs, el ajuste puede ser a 2H, 4H, 6H, 10H, 12H ó 14H. (ver figura 21)

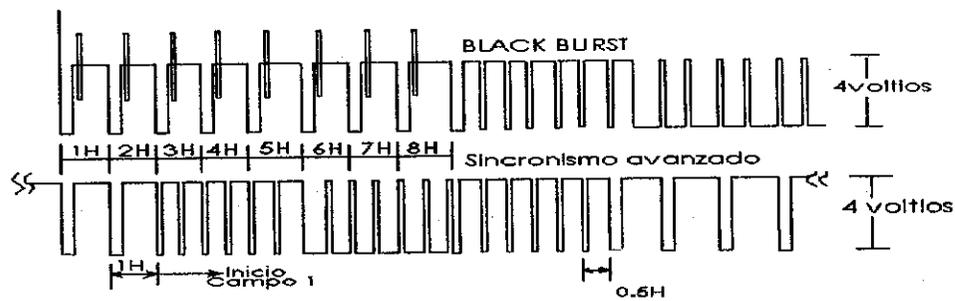


Figura 21  
SINCRONISMO AVANZADO

### 1.2.13 Señales de prueba de intervalo vertical (VITS):

Los sistemas modernos de televisión utilizan una señal de prueba que está presente durante todo el tiempo de transmisión de señal al aire, la cual se incluye en el intervalo de borrado vertical, de las líneas 10 a la 21, y se les denomina señal de prueba de intervalo vertical (VITS); dicha señal es usada para evaluar varios parámetros de operación, así como para mantener un monitoreo constante de los mismos. Los VITS aseguran una calidad y exactitud continua en términos de color y distorsión de la señal que se está transmitiendo. La FCC establece las líneas 17 y 18 de el intervalo de borrado vertical para información de VITS: para la línea 17 del campo 1, se incluye un multiburst; para la línea 17 del campo 2, se incluyen barras de color, y para la línea 18, tanto del campo 1 como del campo 2, se incluye una señal de prueba compuesta (ver figura 22).

El multiburst en la señal de VITS apunta a establecer características de ganancia-frecuencia, así como compresión a frecuencias selectivas. Este patrón consiste de una barra de blanco (a 100 IRE) seguido de 6 bursts (oscilaciones) de onda senoidal con rango de frecuencias desde 0.5 MHz a 4.1 MHz; los 6 bursts deben tener igual amplitud para una respuesta correcta. La señal de prueba compuesta contiene diferente información, cada una orientada a medir algún parámetro específico, así, la escalera modulada es usada para medir ganancia diferencial y fase diferencial<sup>1</sup>; está compuesta de 6 escalones de igual amplitud desde el nivel de -20 IRE hasta el nivel de 100 IRE; cada escalón es modulado con un burst (oscilación) de onda senoidal de 3.58 MHz.

Variaciones en la amplitud de la onda senoidal son una medida de ganancia diferencial. El pulso  $\text{sen}^2 2T$  es usado para detectar respuesta de frecuencia; el pulso  $\text{sen}^2 12.5T$  es usado en errores de respuesta de frecuencia en donde  $\text{sen}^2 2T$  es menos sensitivo.

La señal de prueba de barras de color es muy usada en sistemas de televisión; consiste de tres barras, en la que cada una representa uno de los colores primarios (rojo, verde, azul) y tres barras que representan sus respectivos colores complementarios (celeste, violeta, amarillo) y una barra de referencia de blanco, los cuales se usan para evaluar los diferentes parámetros de la componente de crominancia.

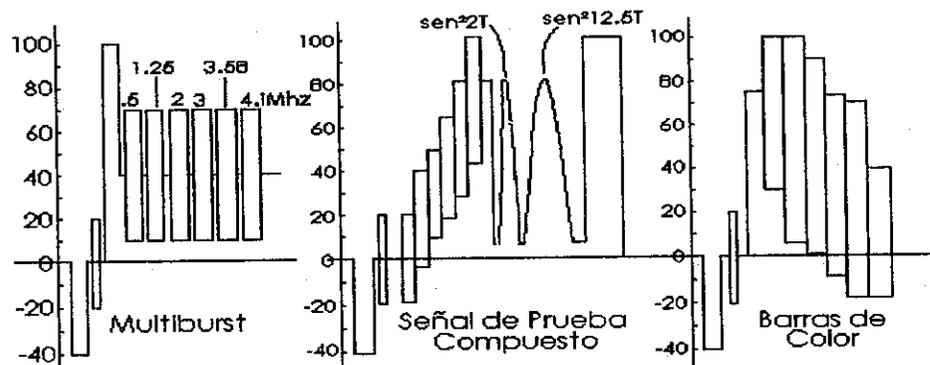


Figura 22  
SEÑALES DE PRUEBA

#### 1.2.14 Señal de referencia de intervalo vertical (VIRS):

Durante el período de borrado vertical, además de las señales de prueba, se incluye la señal de referencia de intervalo vertical (VIRS). Esta señal de referencia se incluye en las líneas 19 del campo 1 y del campo 2.

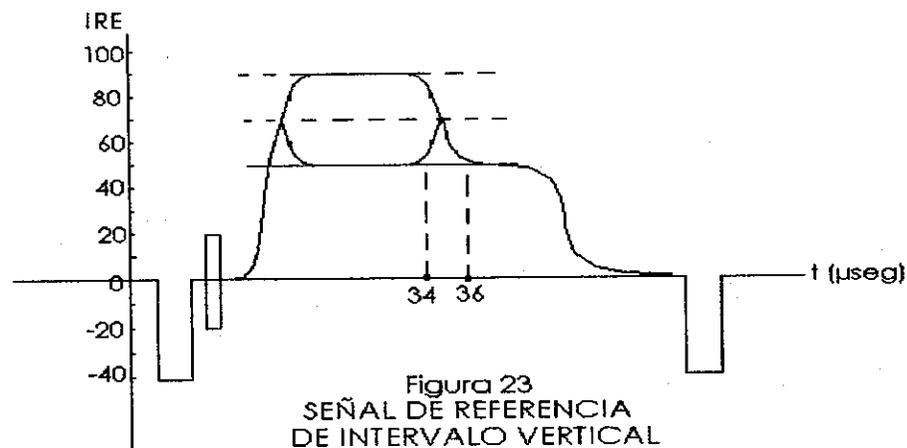
La señal VIRS consiste de una barra de crominancia de 22  $\mu\text{seg}$  de duración que tiene la misma fase de la oscilación de muestra para color y una amplitud

<sup>1</sup> Los temas de fase diferencial y ganancia diferencial serán tratados con detalle, en capítulo 3.

de 40 IRE, junto con una barra de luminancia a 50 IRE y un tiempo de duración de 12 microsegundos, y un intervalo de 12 microsegundos de nivel de negro.

El hecho de poder incluir la señal de VIRS en la señal de video de programa (o sea el video que se está seleccionando para transmitir al aire), permite al ingeniero analizar algunos parámetros de operación, con el objeto de detectar posibles fallas y realizar las correcciones necesarias sin tener que interrumpir la transmisión de señal al aire.

Cualquier tipo de distorsión que pudiera detectarse en la señal de VIRS, seguramente también esté afectando a la señal de programa al aire, por lo que al realizar las correcciones sobre la señal de VIRS, éstas también serán válidas o efectivas para la señal de video de programa. (ver figura 23)



### 1.2.15 La señal de audio:

Se define como una señal eléctrica cuyo contenido de información es el equivalente a las ondas sonoras captadas por un micrófono, y está dada por la siguiente expresión:

$$N(t) = N \sin(\omega t + \phi)$$

La señal de audio por ser menos compleja que la señal de video, no deja de ser importante dentro del sistema de televisión, y como parte de la señal de televisión que se está transmitiendo. En la actualidad, los avances tecnológicos permiten procesar y transmitir dos canales de audio, lo que se denomina audio estéreo.

En Guatemala, las estaciones televisoras procesan la señal de audio en forma monoaural (o sea un sólo canal de audio), aunque se puede decir que estamos en una etapa de transición al sistema estéreo; cabe mencionar que para el efecto se requiere que los receptores de televisión sean también estéreo.

Para efectos del presente trabajo, el análisis de los parámetros que se van a medir en la señal de audio se hará desde el punto de vista monoaural, tanto en estudios y controles como en la planta de transmisión.

Los parámetros más importantes que se van a medir, en los diferentes trayectos por los que pasa la señal de audio, son: amplitud y frecuencia; para lo cual se utilizan las señales de prueba de audio, que son: 1) el tono de audio de un nivel de 0dB y frecuencia de 1Khz, y 2) el tono de audio de un nivel de 0dB y frecuencia de 10Khz, representados en la figura 24(a).

### 1.2.15.1 Amplitud:

Debido a que la forma de onda de la señal de audio está cambiando rápidamente, ya que esencialmente es una señal de corriente alterna; para realizar una medición de la amplitud de la señal, primeramente se obtienen valores eficaces representativos de la señal y luego valores proporcionales de voltaje dc correspondientes a los valores eficaces o r.m.s.

El proceso consiste en realizar una rectificación de onda completa de la señal de audio, mediante un puente de diodos, y luego pasar la señal por un circuito RC y de allí medir la amplitud en el instrumento de medición (instrumento de bobina móvil).

Según sea el valor de la constante de tiempo RC, los valores pico de la forma de onda original serán mucho más suavizados y fácilmente observados en el instrumento de medición. (ver figura 24b)

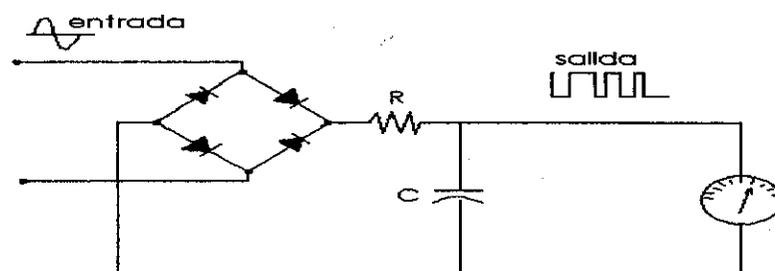
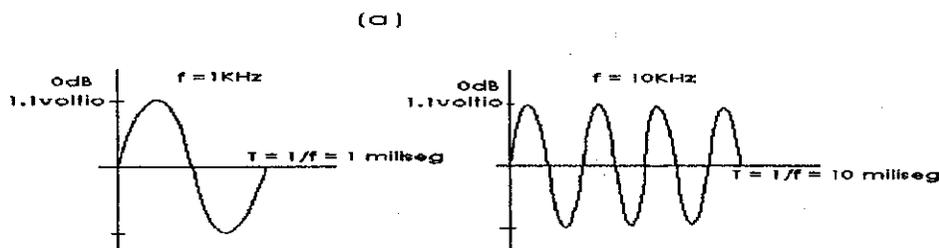


Figura 24  
MEDICION SEÑAL DE AUDIO

En sistemas de televisión, la unidad de medida utilizada para la señal de audio es el dBm. Éste es una relación logarítmica de potencias con un valor de referencia de 1mW, cuando la impedancia de carga es de 600 ohmios. El cálculo de los dBm se acostumbra hacer con base en mediciones de voltajes, para lo cual se usa la siguiente relación:

$$\text{dBm} = 10 \log (P/1\text{mW}) \quad \text{como } P = V^2/R \text{ \& } R = 600\Omega$$

$$\text{dBm} = 10 \log \{(V^2/R)/10^{-3}\}$$

$$\text{dBm} = 10 \log (V^2/0.6)$$

$$\text{dBm} = 20 \log (V/0.7746)$$

Por otro lado, los instrumentos de medición están calibrados para medir la amplitud de la señal de audio en Unidades de Volumen (VU), por lo que cada fabricante especifica una referencia de VU y el equivalente respectivo en dB; por ejemplo, para algunos equipos 0 VU equivale a +4dBm.

La escala para medir VU es logarítmica, por lo que las mediciones realizadas puedan ser convertidas a dB.

#### 1.2.15.2 Frecuencia:

Las mediciones de amplitud se realizan sobre todo el espectro correspondiente a la señal de audio, sin embargo, algunas veces se requiere hacer mediciones sobre valores discretos de la señal con el objeto de analizar respuesta de frecuencia; la respuesta de frecuencia es la capacidad de un dispositivo o sistema de pasar o amplificar todas las frecuencias dentro de un rango específico, sin que la forma de onda de la señal original sea distorsionada.

Respecto a la señal de audio en los estudios de televisión, el rango de frecuencia que nos interesa medir va desde 50Hz a 150kHz. Para verificar la eficiencia o la respuesta de frecuencia de las diferentes etapas que constituyen todo el proceso que lleva la señal de audio, se procede a aplicar una señal de prueba en cada uno de los trayectorias que se quieren analizar. Mediante un generador u oscilador de frecuencias, que cubra un rango de 0 a 15kHz, se puede hacer un análisis de las trayectorias. Las señales de prueba más usadas son los tonos senoidales de 1kHz y 10kHz.

#### 1.2.16 LA SEÑAL DE VIDEO DIGITAL

##### 1.2.16.1 ¿Por qué video digital ?

- Múltiples generaciones de video tan limpio como el original: la duplicación de señales de video, en el dominio digital, es hoy en día una realidad, no importa cuantas generaciones, cada copia mantiene la calidad de la original.
- Ganancia y respuesta de frecuencia totalmente estables: problemas introducidos por trayectos de cables, son prácticamente eliminados puesto que no es necesario realizar ajustes para asegurar una correcta señal de video en el

dominio digital; puesto que la frecuencia de la corriente en la señal digital es constante, y por consiguiente, automáticamente se mantiene una exactitud en la señal. La señal digital puede ser transportada con un 100% de exactitud, que proporciona una señal de programa al aire con características completamente estables.

- Eliminación de problemas de fase y degradación de señal: el video digital es inmune a muchos de los problemas que se le presentan como video analógico, distorsiones, errores de fase, ganancia, etc.; aún el ruido no es problema en el dominio digital. Las señales digitales son bastante distintas para mantener su integridad a través de variadas condiciones; no existen retardos, distorsiones de tiempo de un campo, fase diferencial o ganancia diferencial.
- Tecnológicamente, tendencia a todo digital: el desarrollo de la televisión digital, conduce a un futuro en el que los sistemas de televisión adopten en su totalidad el proceso digital; la limitante, para éste cambio, es puramente económica; actualmente los sistemas de televisión en Guatemala se encuentran en un proceso de transición que puede llevar algunos años más, hasta adoptar un sistema de televisión digital en su totalidad.

#### 1.2.16.2 ¿ Qué es video digital ?

El video digital es simplemente un medio alternativo de transportar una señal de video compuesto (analógico). Un sistema ideal de video digital tiene las mismas características que un sistema ideal de video analógico; ambos son totalmente transparentes y reproducen la forma de onda aplicada sin error. Se necesita únicamente comparar la calidad de los equipos analógicos y digitales, analizando si son tan transparentes, al aplicarles la misma señal. En el mundo real, las condiciones ideales no existen, pero la distancia hacia lo ideal es más corta en el dominio digital.

El video digital se define como una representación equivalente, en el dominio digital, de una señal de video analógica.

Una manera de representar el video analógico, digitalmente, es a través de un sistema conocido como Código de Modulación de Pulso (PCM), el cual se basa en una transformación de una representación continua de una señal analógica, a una representación con valores discretos de la misma, lo cual significa que la señal de valores continuos es ahora de valores discretos. La forma de onda no es transportada en una representación continua, sino por mediciones a intervalos regulares.

Este proceso es denominado muestreo, y la frecuencia a la cual ocurre el muestreo se denomina frecuencia de muestreo ( $F_m$ ); la frecuencia de muestreo debe ser de por lo menos el doble de la frecuencia de la subportadora de color analógica (cabe mencionar que el muestreo es un proceso analógico).

Para completar la conversión a PCM, cada muestreo es representado exactamente por un número discreto, en un proceso conocido como Cuantización. (ver Figura 25)

El proceso digital de la señal de video simplemente asigna cuantitativamente un valor en el dominio digital. Esencialmente, se puede decir que el video digital, representa numéricamente la forma de onda original analógica. A mayor cuantización, el muestreo tiende a ser cada vez mayor y más continuo; a

través de los niveles de cuantización que pueden ser, por ejemplo: 16 niveles para 4-bit, 256 niveles para 8-bit, 1024 niveles para 10-bit de video.

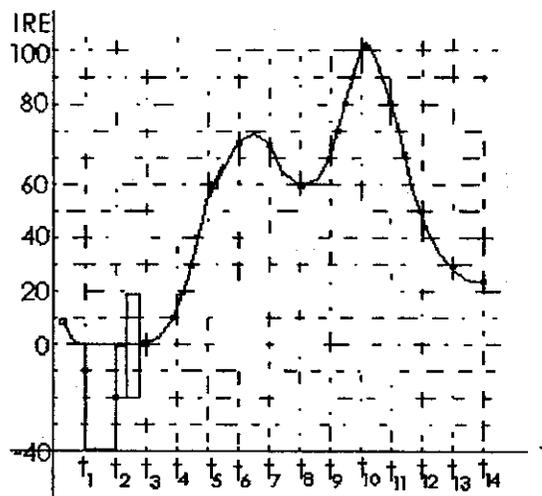


Figura 25  
PCM: CODIGO DE MODULACION  
DE PULSO

Para describir cuantitativamente la relación que existe entre la señal analógica y la digital, se incluyen los siguientes datos:

Una línea ( $1H = 63.55\mu\text{seg}$ ) de video NTSC, equivale a 227.5 ciclos de subportadora de color ( $0.2793\mu\text{seg}$ ); por lo tanto  $4 * 227.7 = 910$  muestreos/línea; y tenemos que  $525 * 910 = 477,750$  muestreos/cuadro; y como son 29.97 cuadros/seg entonces tenemos que  $29.97 * 477,750 = 14,332,500$  muestreos/seg.

### 1.2.16.3 Reglamentación para el video digital:

A continuación se presentan unas breves definiciones de las reglamentaciones establecidas para el video digital.

- CCIR601: se trata de una reglamentación establecida por la FCC para el proceso de muestreo de la señal de video, CCIR601, determina los parámetros para los componentes de video digital (sistema NTSC: 525 líneas/59.94Hz frecuencia de campo), con base en una serie de pruebas realizadas por SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) en 1981, resultando en lo que conocemos como la recomendación CCIR601, la cual especifica el mecanismo de muestreo que debe ser usado para el sistema NTSC, y establece lo que se denomina muestreo ortogonal a 13.5 Mhz para luminancia, 6.75 Mhz para las dos señales diferencia de color  $C_B$  y  $C_R$ , las cuales son versiones proporcionales a las señales I y Q (en television NTSC también se utilizan las señales B - Y y R - Y, en lugar de las señales I,Q)
- 4:2:2 : la estructura de muestreo descrita por la reglamentación CCIR601 es también conocida como 4:2:2. Esta nomenclatura se expresa como un múltiplo de la frecuencia de la subportadora de color, considerando ésta como la

frecuencia de muestreo; luego esta aproximación fue sustituida por el uso del "4" para representar la frecuencia de muestreo. La SMPTE examinó la frecuencia de muestreo de luminancia desde 12Mhz a 14.3Mhz, y seleccionó 13.5Mhz por ser un factor común para 525 y 626 líneas. Hoy, todas las descripciones relacionadas con la jerarquía de muestreo asumen una base "4" = 13.5 Mhz (para la base de muestreo 3.375Mhz).

En otras palabras, el término 4:2:2 describe una relación usada para digitalizar la señal de luminancia y las señales diferencia de color (Y, R-Y, B-Y), estableciendo que por cada 4 muestreos de señal Y se dan 2 muestreos de las señales B-Y y R-Y. La frecuencia de muestreo de la luminancia Y es 13.5Mhz, y de 6.75Mhz tanto para R-Y como para B-Y.

- 4:1:1 : reglamentación para video digital, estableciendo que por cada 4 muestreos de señal Y se da 1 muestreo de las señales B-Y y R-Y; a una frecuencia de muestreo de 13.5Mhz para Y, y de 3.37Mhz para B-Y y R-Y.

- 4:4:4 : también es otra reglamentación que establece una relación de muestreo entre las señales de luminancia y diferencia de color, así por cada 4 muestreos de luminancia Y se dan 4 muestreos de B-Y y R-Y, todos a la frecuencia de 13.5Mhz.

#### 1.2.16.4 Pruebas y mediciones:

Las pruebas y mediciones de señales digitales de televisión agregan una nueva dimensión al funcionamiento y operación de un sistema de televisión. Las señales de programa son ahora transmitidas sobre una sola portadora, es decir, que en el dominio digital, tanto video como audio, son una sola señal digital.

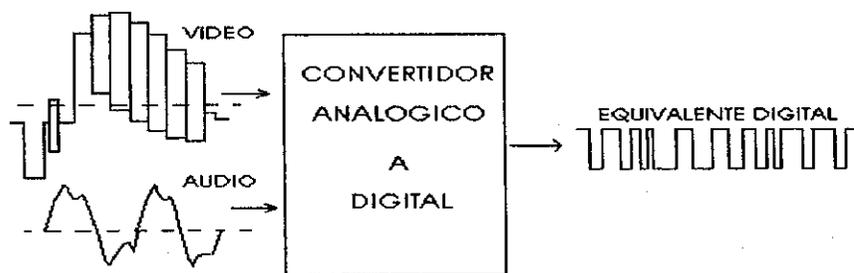


Figura 26  
CONVERTIDOR A-D

La nueva dimensión para realizar pruebas y mediciones permite cuantificar directamente los parámetros relacionados con la portadora. Esto incluye mediciones de tipo analógico de la señal digital y de la información numérica en ella involucrada. (ver figura 26)

El hablar de medición de una señal implica uno o más puntos de medición, en nuestro sistema de televisión; según sea el caso (o punto), se tiene que hacer una medición analógica o una medición digital, la inclusión de dispositivos digitales a una conversión analógica-digital y digital-analógica en el proceso interno que dichos equipos realizan sobre la señal analógica.

El principal problema en las pruebas y mediciones de video digital es que la señal presentada a la salida debe digital y no analógica. Estamos acostumbrados a analizar señales analógicas sobre monitores de forma de onda y vectorscopios analógicos, pero estos dispositivos no pueden trabajar directamente un sistema digital. En lugar de una señal que está cambiando su amplitud a diferentes valores, se tiene una señal cuya amplitud sólo presenta dos condiciones, 0 ó 800 milivoltios, (alto o bajo), sin ninguna variación en la amplitud. En el dominio digital, la señal no tiene ningún tipo de pulsos de sincronismo, no hay oscilación de muestra para color, no hay nivel de pedestal, no hay nivel de borrado; no hay nada de lo que todos estamos acostumbrados a observar en un monitor de forma de onda. Si esta señal es representada en un osciloscopio rápido, la versión teórica de la señal digital aparece como una onda cuadrada, con períodos de tiempo variables, y una amplitud que es 0 ó 800 milivolts. Si se utiliza un osciloscopio lento, entonces por la velocidad de la onda cuadrada, presenta dos líneas horizontales separadas 800 milivoltios, con separadores verticales (como la línea férrea).

Básicamente la medición de la señal digital se circunscribe a un tren de ondas cuadradas, en donde el espacio entre cada barra vertical es denominado Unidad de Intervalo (UI), que depende del sistema digital en uso, y de si es serial o paralelo, el valor en el tiempo de el espacio entre barras verticales (UI) puede variar.

¿Cuál equipo de medición se puede utilizar para evaluar una señal digital?

Muchos ingenieros de diseño digital utilizan el analizador lógico para evaluar los "1" y "0" en los datos digitales. Usando las reglas para definir las diferentes señales digitales, se puede determinar el comienzo de un video activo, y si tiene un nivel correcto; de igual forma para determinar el final de un video activo, así como también el número de líneas (525) y la presencia de la señal de audio. El beneficio, en el uso del analizador lógico, es perfecto para determinar la presencia de información que no cumple con la reglamentación, y cuando el video excede los límites normales.

### 1.3 Parámetros de transmisión:

Al hablar de parámetros de transmisión, nos estamos refiriendo a aquellos parámetros que son objeto de monitoreo, medición y ajuste en el transmisor de televisión, propiamente dicho. Las señales de video y audio producidas en los estudios y controles, son enviadas por medio de un enlace de microonda, al punto donde está ubicado el transmisor de televisión; luego son alimentadas al transmisor, el cual se encarga de modular la información de video y audio a las frecuencias de transmisión, por lo que nuestros parámetros, objeto de medición, se analizan desde el punto de vista del procesamiento de la señal en el ancho de banda permitido para transmitir un canal de televisión.

Toda la información que se transmite en un canal de televisión ocupa un espacio en el espectro de frecuencias, así un canal de televisión (NTSC) requiere de un ancho de banda de 6Mhz, espacio asignado para cada canal de televisión por la FCC(entidad reglamentadora); en otras palabras,6Mhz del espectro de frecuencias se requieren para acomodar las señales de video y audio en un canal de televisión (NTSC). Una buena parte del ancho de banda de la señal de televisión es ocupada por la señal de video.

Según las normas establecidas, la frecuencia de la portadora de video está ubicada a 1.25 Mhz sobre la banda lateral inferior (semisuprimida) del canal. Como se sabe la información de color es parte de la señal de video compuesto, por lo tanto está incluida dentro de el ancho de banda de la información de video; la frecuencia de la subportadora de color se ubica a 3.579545Mhz sobre la frecuencia de la portadora de video. En lo que al audio respecta, la portadora de audio está ubicada hacia la parte superior muy cerca de la banda lateral superior del ancho de banda del canal de televisión, es decir, a 4.5Mhz sobre la portadora de video. Entre la banda lateral superior de la información de video y la banda lateral inferior y la información de audio existe un espacio que no incluye ningún tipo de información, llamado espacio de guarda, con el objeto de evitar interferencias entre ambas (ver figura 27). Por ejemplo, el canal 29 de UHF se encuentra ubicado en el espectro de frecuencia entre 560 MHz y 566 MHz (bandas laterales), con una portadora de video en 561.25 MHz, una subportadora de color ubicada en 564.829 MHz y una portadora de audio ubicada en 565.75 MHz.

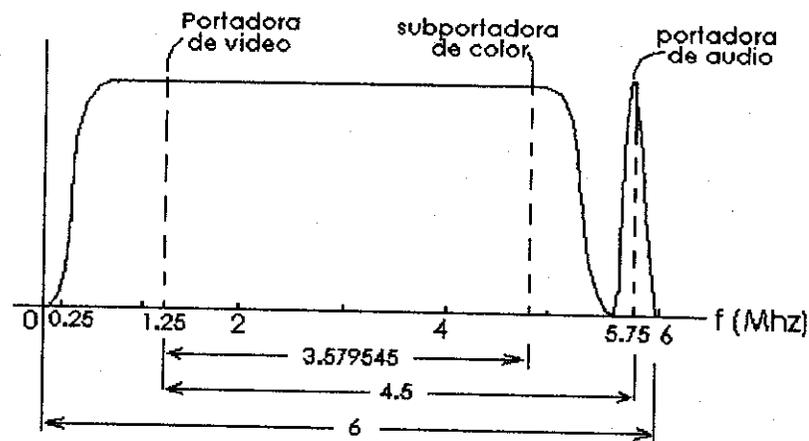


Figura 27  
ANCHO DE BANDA- 6MHZ

### 1.3.1 Banda lateral inferior: (Semisuprimida)

Dentro del el ancho de banda (6 MHz) asignado a un canal de televisión, la banda lateral inferior se define como el límite inferior a partir del cual es permitido incluir información de la señal de TV-NTSC. La FCC exige que en el borde de la banda lateral inferior, es decir 1.25 MHz debajo de la frecuencia de la portadora de video, se haya suprimido la mayor parte de la señal de televisión radiada (a un mínimo de 20 dB), ya que se trata de el punto límite entre dos canales contiguos, así también, la información de video inicia 0.25 MHz arriba de la banda lateral inferior. (ver figura 28)

Además se debe incluir un filtro pasa-altos, cuya frecuencia de corte sea la frecuencia de la banda lateral inferior. Las mediciones de banda lateral inferior se deben realizar a baja, media y alta potencia de operación de el transmisor.

### 1.3.2 Banda lateral superior:

Dentro de el ancho de banda (6 MHz) asignado a un canal de televisión, la banda lateral superior se define como el límite superior hasta donde es permitido incluir información de la señal de TV-NTSC. La FCC requiere que en borde de la banda lateral superior, es decir 4.75 MHz sobre la frecuencia de la portadora de video, se haya suprimido la mayor parte de la señal de televisión radiada (a un mínimo de 20 dB), ya que se trata de el punto límite entre dos canales contiguos. Así también para evitar problemas de interferencias la información de audio termina 0.25 debajo de la banda lateral superior. Además, se debe incluir un filtro pasa-bajo, cuya frecuencia de corte sea la frecuencia de la banda lateral superior. (ver figura 28)

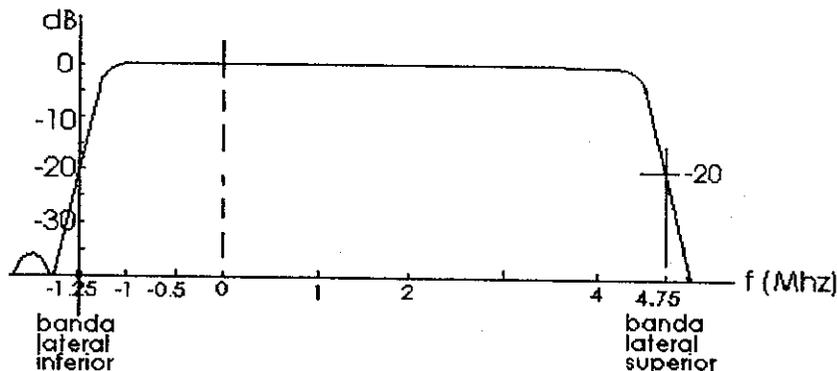


Figura 28  
BANDAS LATERALES

### 1.3.3 Portadora de video:

Las mediciones y ajustes de los parámetros de transmisión están orientadas a obtener valores precisos de tiempo, perfectas formas de pulsos y amplitudes exactas, de tal manera que se puede garantizar la calidad de la señal y sobre todo que esté dentro de las normas establecidas para el sistema NTSC. Desde este punto de vista, la información de video debe ser objeto de una cuidadosa observación. (ver figura 29)

Del ancho de banda de 6 MHz de un canal de TV, 5 MHz son ocupados por la información de video, la frecuencia de la portadora de video está ubicada a 1.25 MHz sobre la banda lateral inferior de el ancho de banda de el canal objeto de análisis.

El método para transmitir la información de video es en amplitud modulada; la información de video se extiende desde 1 MHz por debajo de la portadora hasta 4 MHz por encima de la portadora; fuera de éstos límites no debe existir información de video.

### 1.3.4 Subportadora de color:

La información de color va incluida dentro del ancho de banda de información de video; es modulada sobre una subportadora de color a 3.579545 MHz sobre la portadora de video. La información total de color es creada por la modulación simultánea de dos señales de crominancia, que son las señales I y Q. Mediante el método de entrelazamiento de frecuencias se incluye la información de color entre la información de video, cubriendo un ancho de banda de 1.6 MHz, desde 1.3 MHz debajo de la subportadora de color a 0.42 MHz sobre la subportadora de color. (ver figura 29)

### 1.3.5 Portadora de audio:

La información de audio tiene asignado un ancho de banda de 200 KHz. El método para transmitir la información de audio es en frecuencia modulada. La frecuencia de la portadora de audio está ubicada a 4.5 MHz sobre la portadora de video.

La máxima desviación para el pico de modulación es de  $\pm 25$  kHz a partir de la frecuencia de la portadora de audio. (ver figura 29)

Para evitar interferencias entre video y audio, se deja un ancho de banda sin información (denominado banda de guarda), ubicado entre el límite superior de la información de video y el límite inferior de la información de audio.

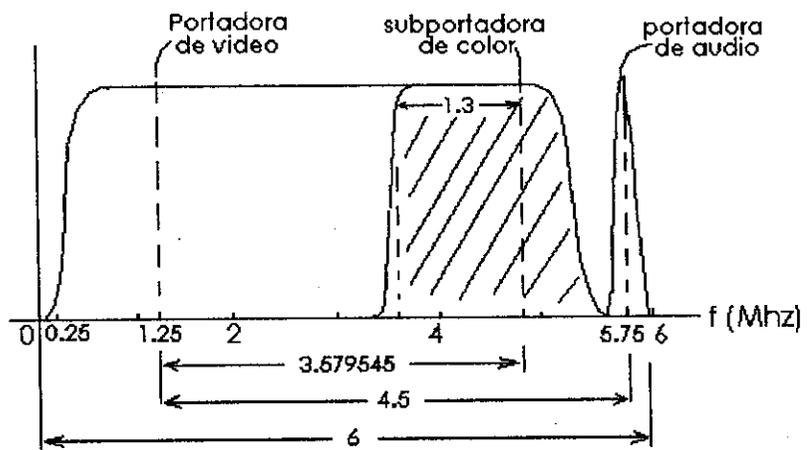


Figura 29  
PORTADORAS Y SUBPORTADORA

## 2. INSTRUMENTACION DE UNA ESTACIÓN TELEVISORA.

### 2.1 Introducción:

Para evaluar cada uno de los parámetros de operación de una estación televisora, y con el fin de garantizar el cumplimiento de los reglamentos establecidos por la FCC para el sistema de televisión NTSC, una estación de televisión debe contar con un equipo de medición especialmente diseñado para medir los parámetros de operación. De la misma forma que han sido clasificados los parámetros de operación, en el capítulo anterior, los principales instrumentos de medición utilizados en una estación televisora, son los siguientes: el vectorscopio, el monitor de forma de onda, el monitor a color, el osciloscopio, el frecuencímetro.

### 2.2 El vectorscopio:

#### 2.2.1 Descripción:

En televisión de color, el color se obtiene de la combinación de aquellas propiedades de la luz, las cuáles controlan las sensaciones visuales conocidas como luminocidad (luminancia), tinte y saturación (crominancia). La luminocidad determina la intensidad de luz que tiene un determinado color; el tinte es el atributo de percepción de color que determina la tonalidad de un color, es decir, establece cuando un color es rojo, amarillo, verde o azul (en la formación de la imagen de televisión, el blanco, negro y gris no son considerados tintes, sino más bien luminocidades); la saturación determina la cantidad de color para un color (o tinte) determinado, por lo que la luminosidad, el tinte y la saturación son considerados aspectos importantes para la formación de la señal de crominancia, y por ende para la aplicación de los instrumentos de medición.

Así, el vectorscopio es un instrumento de medición que evalúa esencialmente tinte y saturación, establecidos por las señales I y Q de la componente de crominancia de la señal de video compuesto de televisión a color NTSC.

Cada punto o elemento de imagen de cada cuadro de la señal de video compuesto está definido (además de la información de luminancia) por un vector de color, cuya magnitud (saturación) y ángulo de fase (tinte) quedan plenamente establecidos por las señales I y Q de la componente de crominancia, de tal manera que los vectores de color puedan ser monitoreados y evaluados a través de su representación en la pantalla del vectorscopio, por lo tanto, las señales I y Q establecen la saturación y tinte representativo de un vector de color.

La señal de video compuesto alimentada al conector de entrada del vectorscopio, mediante un proceso interno, es transformada en sus componentes de luminancia y crominancia, y es solamente la componente de crominancia (y por ende los parámetros involucrados en ella) la que va a

ser objeto de procesamiento y luego presentación en la pantalla, para realizar las mediciones de vectores de color.

La pantalla de el vectorscopio está calibrada exactamente para medir los vectores de color de la señal de barras a color, normalizada por EIA (Electronic Industries Association) para el sistema de televisión NTSC; mediante un sistema de coordenadas rectangulares, calibrados en unidades IRE, así como los ejes coordenados I ( $123^\circ$ ) y Q ( $33^\circ$ ). (ver figura 30)

La razón por la cual la pantalla está calibrada para medir la señal de barras a color, es porque cada fuente de señal de video compuesto (en determinado momento) puede generar la señal de barras a color, la cuál sirve como señal de prueba para evaluar parámetros de operación. Además, algunos tipos de vectorscopios pueden realizar mediciones de ganancia diferencial y fase diferencial, así como de las señales de prueba VIRS y VITS incluidas durante el intervalo de borrado vertical.

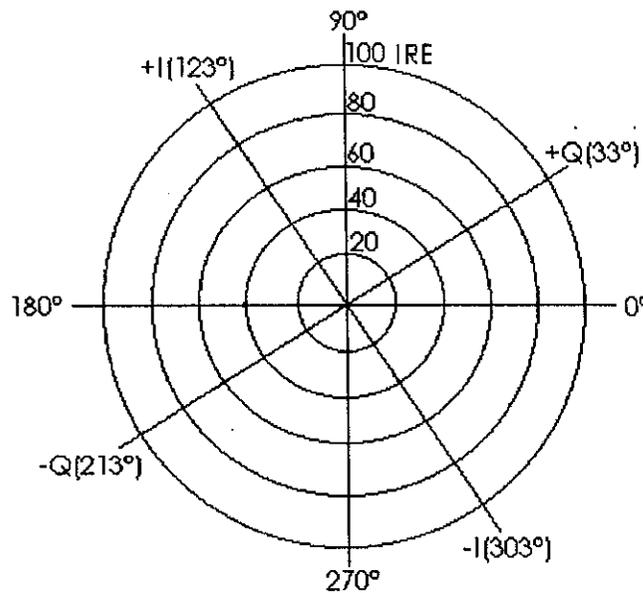


Figura 30  
ESCALA PARA MEDICION DE  
VECTORES DE COLOR

En sistemas de televisión, el vectorscopio es un instrumento de medición permanente, es decir, que se utiliza para realizar una evaluación de los parámetros de operación, durante todo el tiempo de transmisión de señal al aire.

Puesto que el vectorscopio es un instrumento de medición, además de ser un instrumento de monitoreo permanente, debe ser calibrado cada cierto período de tiempo; los vectorscopios actuales están diseñados para generar una señal patrón interna, la cual es utilizada para realizar calibraciones con un alto grado de confiabilidad. El vectorscopio debe trabajar con una referencia de señal de subportadora (3.579545 MHz) interna o externa; en el modo interno, utiliza como referencia una señal de subportadora generada internamente, mientras que en el modo externo una señal de subportadora

proveniente del generador de pulsos de referencia de la estación, que debe ser aplicada en el conector de entrada de referencia externa de subportadora.

## 2.2.2 Parámetros evaluados por el vectorscopio:

El vectorscopio está diseñado para medir, principalmente, aquellos parámetros de operación involucrados en la componente de crominancia de la señal de video compuesto NTSC.

Los parámetros que se van a medir con el vectorscopio son: vectores de color, componentes I y Q de un vector de color, amplitud (saturación) y fase (tinte) de un vector de color, amplitud y fase de la oscilación de muestra para color, fase diferencial y ganancia diferencial, VIRS.

- Medición de vectores de color:

La señal de crominancia define un vector de color para cada elemento de imagen de cada línea en cada cuadro de la señal de video compuesto, y como la señal de crominancia está formada de la combinación de las señales I y Q, entonces los vectores de crominancia se definen como:

$$C = I + jQ = C \left[ \cos c^\circ + j \sin c^\circ \right] \quad \text{donde } c^\circ = \tan^{-1} I/Q$$

en donde C define la amplitud (o la saturación), en unidades IRE, del vector de color y  $c^\circ$  define el ángulo de fase (o el tinte), en grados, del vector de color, para una representación en coordenadas polares; I define la componente de C sobre el eje coordenado I, en unidades IRE, y Q define la componente de C sobre el eje coordenado Q, en unidades IRE, para una representación en coordenadas cartesianas.

Como ya se dijo, la pantalla del vectorscopio está calibrada para medir los vectores de la señal de prueba de barras de color mediante un sistema de coordenadas cartesianas, un eje Q a  $33^\circ$  del eje  $0^\circ$  y un eje I a  $123^\circ$  de eje de referencia  $0^\circ$ ; por lo que los ejes I,Q forman un segundo eje de coordenadas cartesianas, rotado  $33^\circ$  del sistema coordenado principal.

Cada una de las barras de color (amarillo, verde, celeste, azul, violeta y rojo), están definidos por su correspondiente vector de color; así la barra de azul está definida por un vector  $A = A \angle \alpha^\circ$  o el rojo por  $R = R \angle r^\circ$ , etc. en coordenadas polares, y tienen valores correspondientes en coordenadas rectangulares, que son:

$$A = A_I + jA_Q \quad \text{y} \quad R = R_I + jR_Q, \text{ etc.}$$

Cuantitativamente el vectorscopio dará una lectura en forma polar de: 62 IRE de amplitud o saturación y  $347^\circ$  de fase o tinte para el vector representativo del color azul; y 88 IRE de amplitud o saturación y  $104^\circ$  de fase o tinte para el vector representativo del color rojo, de los cuales se puede obtener su representación en forma rectangular, como se ejemplifica a continuación en la figura 31:

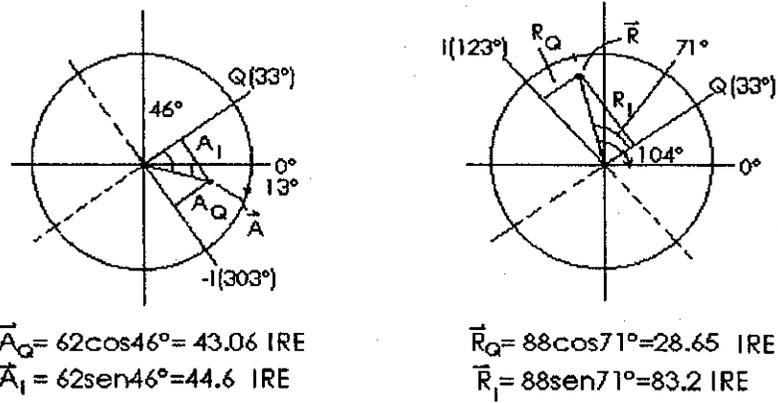


Figura 31  
VECTORES DE COLOR

De igual forma, se pueden obtener valores para los otros vectores de color (celeste, verde, amarillo y violeta). El patrón de barras de color proveniente de cualquier fuente de video, sea de un generador de pulsos o del generador de una cámara de televisión, debe cumplir con los standards de EIA para los codificadores de señales de barras de color, la cual establece valores para los parámetros de saturación y tinte de los vectores de color y para los vectores I y Q; éstos se resumen en la tabla 1, y su representación en un vectorscopio se da en la figura 32.

TABLA 1

Vector de color	Saturación o amplitud (en IRE)	Fase o tinte (en grados)
amarillo	62	167
celeste	88	284
verde	82	241
violeta	82	61
rojo	88	104
azul	62	347
-I	40	303
+Q	40	33

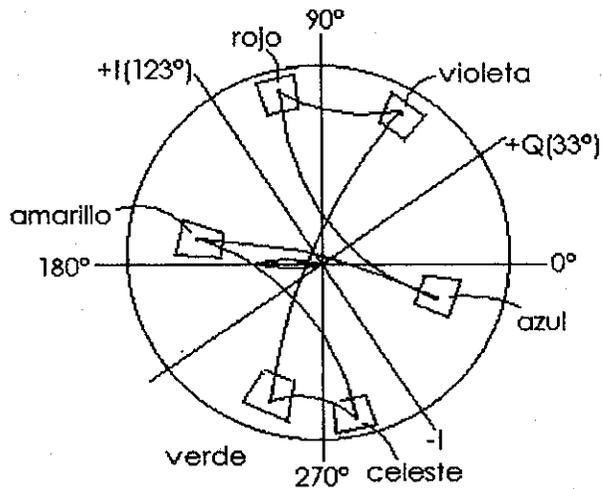


Figura 32  
VECTORES EN LA SEÑAL DE BARRAS A COLOR

La configuración de la escala de la pantalla permite hacer mediciones y ajustes de los vectores de barras de color para rangos de  $\pm 2.5^\circ$  de error de fase y  $\pm 2.5$  IRE de error de amplitud en señales de prueba de barras a color. También, la escala permite realizar mediciones con  $\pm 10^\circ$  de error de fase y  $\pm 20\%$  de error en amplitud de vectores de color. (ver figura 33)

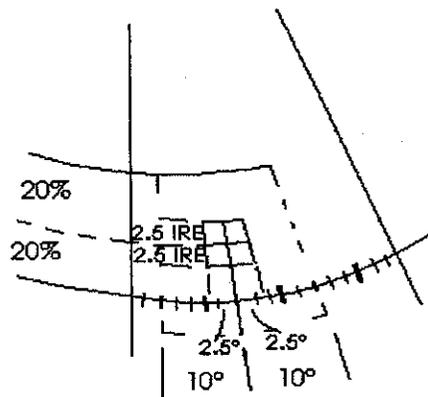


Figura 33  
ESCALA DEL VECTORSCOPIO

- Medición del vector de oscilación de muestra para color:

Puesto que la oscilación de muestra para color sirve como señal de sincronización que establece una referencia de frecuencia y fase para los vectores I y Q, el vector de muestra para color (por definición) está normalizado en  $180^\circ$  del sistema de coordenadas cartesianas. Por lo tanto, el vector de oscilación de muestra para color tiene una amplitud (o saturación) de 40 IRE y un ángulo de fase (o tinte) de  $180^\circ$ . (ver figura 34)

- Medición de ganancia diferencial (dG) y fase diferencial (d $\phi$ ):

Una manera de medir ganancia diferencial (cambios en la amplitud o saturación de la señal de crominancia ante la variación de la luminancia desde el nivel de borrado hasta el nivel de blanco) y fase diferencial (cambios en la fase o tinte de la señal de crominancia ante la variación en la luminancia desde el nivel de borrado hasta el nivel de blanco) es utilizando una señal de prueba escalera modulada, la cual se hace pasar a través del equipo bajo prueba, y luego es alimentada al vectorscopio para hacer las mediciones correspondientes. (ver figura 34)

Sobre la pantalla de algunos vectorscopios en  $180^\circ$  de la escala, hay un recuadro para medir ganancia diferencial (en dirección radial) y fase diferencial (en dirección angular).

Los vectores de mayor amplitud de la señal analizada son ubicados dentro del recuadro para obtener los valores de dG y d $\phi$  (por ejemplo para el caso de la figura dG = 12.5% y d $\phi$  =  $2.5^\circ$ ).

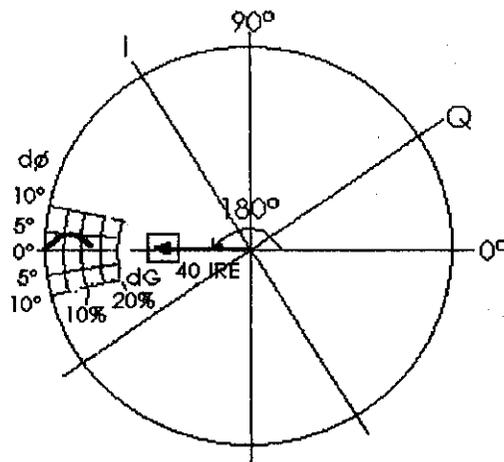


Figura 34  
MEDICION DG Y D $\phi$

- Medición de señales VITS:

En algunos tipos de vectorscopios, se pueden realizar mediciones de señales VITS. La señal de VITS, como sabemos, se transmite durante el período de

borrado vertical principalmente en las líneas 17 y 18. Para realizar mediciones de VITS, en el vectorscopio, se puede seleccionar el número de línea (desde la línea 10 a la 21) y el número de campo (sea 1 ó 2) en el cual se están transmitiendo señales de VITS. Una vez seleccionado el número de línea y campo, se obtendrá una lectura de los vectores de color de la señal de prueba incluida como señal VITS; por ejemplo, si la señal de VITS es una señal de barras a color, se obtendrán los vectores de color de cada barra de color. La utilización de una señal escalera modulada como señal VITS, en un sistema de televisión, permite realizar mediciones de ganancia diferencial y fase diferencial durante la transmisión de la programación regular de la estación televisora.

### 2.2.3 Diagrama de bloques:

A continuación (en la figura 35), se presenta, a manera de ejemplo, un diagrama de bloques de un vectorscopio.

## 2.3 El monitor de forma de onda:

### 2.3.1 Descripción:

El monitor de forma de onda es otro instrumento importante en la medición de la señal de video compuesto de televisión NTSC; está diseñado principalmente para realizar mediciones de amplitudes y tiempos de la componente de luminancia de la señal de video compuesto. Así también, se pueden realizar mediciones de la componente de crominancia, y da una lectura general de las magnitudes de los vectores de color, lo cual es importante para realizar mediciones y ajustes de niveles de saturación de la componente de crominancia.

El concepto de diseño y funcionamiento de un monitor de forma de onda, es esencialmente el mismo que se aplica para un osciloscopio, con la particularidad de que la escala de la pantalla y todas las opciones de operación están diseñados específicamente para realizar una evaluación y medición de los parámetros de operación de la componente de luminancia, lo cual permite realizar mediciones más exactas y confiables de los mismos. Por lo tanto, se puede decir que el monitor de forma de onda es un osciloscopio específicamente diseñado para evaluar la señal de video compuesto de televisión NTSC.

Con base en que la señal de video compuesto es de la forma  $M(t)=Y(t)+C(t)$ , el monitor de forma de onda está diseñado para realizar una representación de amplitud contra tiempo de la función  $M(t)$ .

El eje vertical de la pantalla está exactamente calibrado para medir amplitud de la señal de video compuesto; así dos escalas verticales son proporcionadas, una en unidades IRE y otra en porcentaje de modulación; la escala IRE a la izquierda de la pantalla está calibrada desde -50 a +120 IRE, especificando puntos intermedios como las referencias para los niveles de negro (en 7.5 IRE) y de gris (en 77 IRE) de la señal de luminancia; la escala en porcentaje de modulación a la derecha de la pantalla (paralela a la escala IRE) va desde 0%

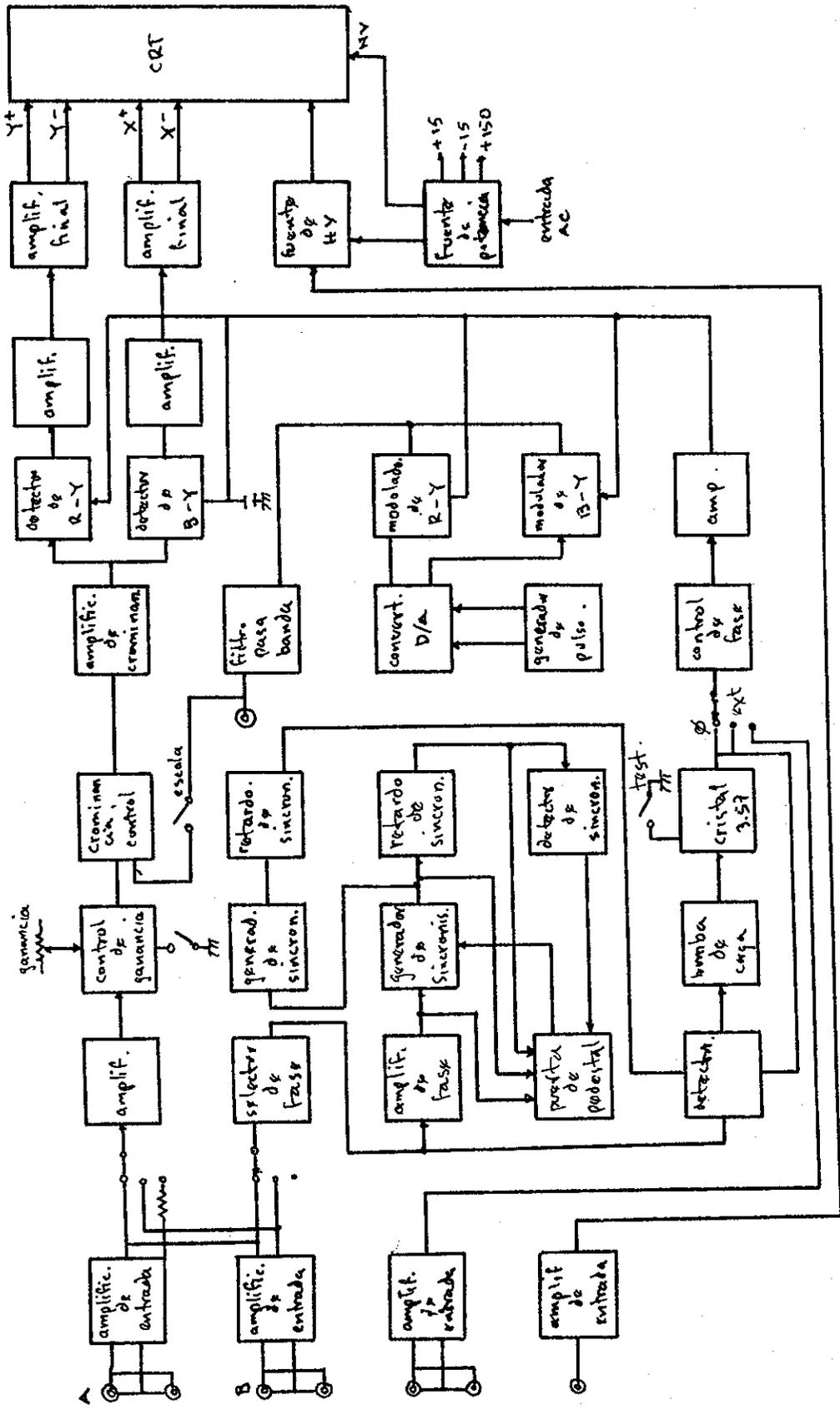


Figura 35

de modulación (equivalente a +120 IRE) hasta 105% de modulación (equivalente a -50 IRE) especificando puntos intermedios a 12.5% (equivalente a +100 IRE ó nivel de blanco), a 75% (equivalente a 0 IRE o nivel de borrado), y 100% (equivalente a -40 IRE ó pico de sincronismo horizontal).

De lo anterior, se puede ver que la amplitud de la señal de video compuesto se puede medir en unidades IRE o en porcentaje de modulación. Las mediciones de amplitud se puede realizar seleccionando una sensibilidad de 1 voltio a plena escala o 4 voltios a plena escala, y depende de la amplitud de la señal aplicada.

El eje horizontal de la pantalla está exactamente calibrado para realizar mediciones de tiempo de la señal de video compuesto; está ubicado en cero IRE unidades y se encuentra calibrado en 12.7 divisiones. Para el eje horizontal de el monitor de forma de onda, se pueden seleccionar 4 diferentes bases de tiempo de barrido, que son:

a) barrido de 2H: muestra en pantalla 2 líneas horizontales de cada campo de la señal de video compuesto, e incluye información de luminancia y crominancia de dichas líneas.

b) barrido de 1 $\mu$ seg/div: en esta selección, muestra 2 líneas horizontales de cada campo de la señal de video compuesto en forma expandida 10 veces (en relación al barrido de 2H), lo cual permite hacer mediciones más exactas de los parámetros involucrados principalmente durante el período de borrado horizontal.

c) barrido de 2V: en esta selección de base de tiempo, se muestran 2 campos verticales completos de un cuadro de la señal de video compuesto, incluyendo información de luminancia y crominancia de dichos campos.

d) barrido de 2V MAG: en esta selección de base de tiempo, los dos campos verticales son expandidos aproximadamente 20 veces, lo cuál permite hacer mediciones de los parámetros de operación involucrados principalmente durante el período de borrado vertical.

Por otro lado, el monitor de forma de onda tiene la característica de poder presentar en la pantalla la señal de video compuesto, como tal, sólo la componente de luminancia o sólo la componente de crominancia, lo cual se logra haciendo pasar por diferentes tipos de filtros, la señal que va al amplificador vertical (lo cual va a determinar la amplitud de la señal en la pantalla), a través de un selector de respuesta de frecuencia, con 4 opciones que son:

- FLAT: en esta opción, cualquier información ubicada entre 25Hz y 4MHz será objeto de amplificación vertical (y por ende mostrada en la pantalla), que es practicamente toda la señal de video compuesto.

- IRE: en esta opción, mediante un filtro eliminador de banda (cuya frecuencia de corte es 3.579545 MHz de la señal subportadora) el cual atenúa componentes de crominancia y permite que sólo componentes de luminancia alcancen la amplificación vertical y luego presentación en la pantalla que va a ser objeto de medición.

- CROMINANCIA: en esta opción, mediante un filtro pasabanda (cuya frecuencia de corte es de 3.579545 MHz) que abarca desde 3.2 MHz a 4 MHz, el cual atenúa componentes de luminancia y permite que solamente los

componentes de crominancia alcancen amplificación vertical y luego presentación en la pantalla para ser objeto de medición.

- dØ: en esta opción, utiliza un filtro pasabanda con una función similar a la usada en la opción de crominancia, con la diferencia de que la amplitud de la componente de crominancia se ve incrementada 5 veces, de tal manera que se facilite la medición de fase diferencial (dØ).

A continuación (figura 36), se muestra la escala sobre la pantalla de el tubo de rayos catódicos de el monitor de forma de onda.

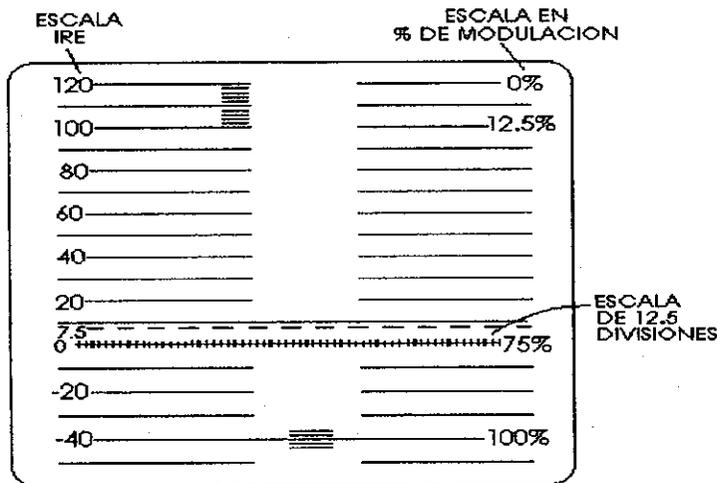


Figura 36  
ESCALA MONITOR DE FORMA DE ONDA

El monitor de forma de onda, al igual que el vectorscopio, es un instrumento de medición y monitoreo permanente, de tal manera que en el cualquier momento, durante la transmisión de señal al aire, se puedan evaluar los parámetros de operación de la estación televisora. Así también, el monitor de forma de onda debe ser calibrado cada cierto período de tiempo; para el efecto, cuenta con una opción de calibración, en la cual una señal de 32 KHz de forma de onda cuadrada de 1 voltio pico a pico, es aplicada para propósitos de calibración vertical. (ver figura 37)

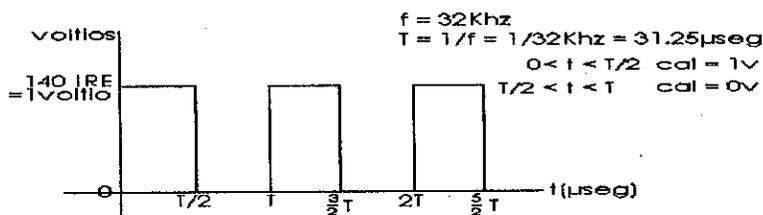


Figura 37  
CALIBRACION

El monitor de forma de onda puede trabajar con una referencia de sincronismo compuesto interno o externo; en el modo interno utiliza como

referencia una señal de sincronismo compuesto generada por el propio monitor de forma de onda; en el modo externo, una señal de sincronismo compuesto proveniente del generador de pulsos de referencia de la estación debe ser aplicado en el conector de entrada de referencia externa de sincronismo.

### 2.3.2) Parámetros evaluados por el monitor de forma de onda:

Los parámetros de operación de la señal de video compuesto, que es objeto de medición con el monitor de forma de onda son: pulso de sincronismo horizontal, ancho del intervalo de borrado horizontal, ancho del pórtilo delantero, oscilación de muestra para color, distanciamiento, borrado vertical, ganancia diferencial, VITS, VIRS, etc.

- Sincronismo horizontal: el pulso de sincronismo horizontal para una señal de video compuesto de 1 voltio, debe tener una amplitud de 40 IRE y un ancho de 4.75  $\mu$ seg. (ver capítulo 1)

Para medir amplitud del pulso de sincronismo horizontal, hay que seleccionar una base de tiempo de barrido horizontal de 1  $\mu$ seg/div, una respuesta de frecuencia FLAT y la sensibilidad en 1 voltio a plena escala. La medición se hace a -4IRE bajo la línea de borrado de la señal de video compuesto, y toma como patron la escala de 12.7 divisiones de la pantalla (ver figura 38). Se debe tener una lectura de: 4.75 divisiones \* 1  $\mu$ seg = 4.75  $\mu$ seg

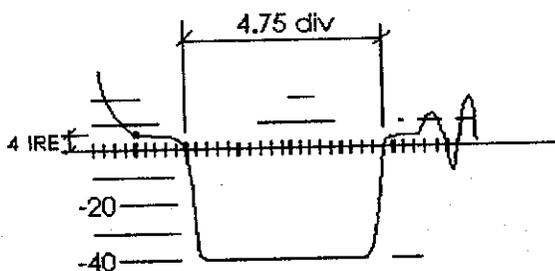


Figura 38  
MEDICION DE SINCRONISMO HORIZONTAL

- Borrado horizontal: la especificación para el ancho de el borrado horizontal es de 10.49  $\mu$ seg como mínimo y 11.44  $\mu$ seg como máximo.(ver capítulo 1) Para medir el ancho de el intervalo de borrado horizontal, se selecciona una base

de tiempo de barrido horizontal de 1  $\mu\text{seg}/\text{div}$ , una respuesta de frecuencia de FLAT y la sensibilidad en 1 voltio de plena escala.

La medición se hace a +4IRE sobre la línea de borrado de la señal de video, la cual debe ser ubicada sobre la escala calibrada en 12.7 divisiones, (ver figura 39). Por ejemplo, se puede obtener una lectura de: 10.8 divisiones \* 1  $\mu\text{seg}$  = 10.8  $\mu\text{seg}$ .

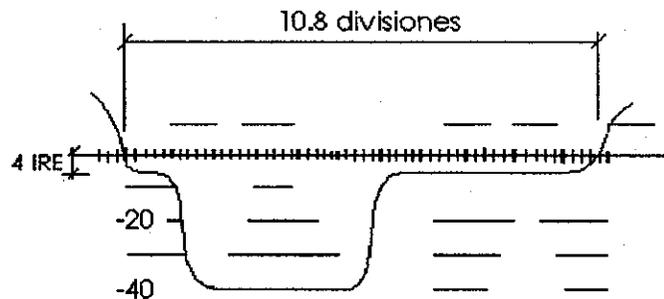


Figura 39  
MEDICION DEL BORRADO HORIZONTAL

- Pórtico delantero: la especificación para el ancho de el pórtico delantero es de 1.54  $\mu\text{seg}$ . (ver capítulo 1) Para medir el ancho del pórtico delantero, se selecciona una base de tiempo de barrido horizontal de 1  $\mu\text{seg}/\text{div}$ , con la respuesta de frecuencia en FLAT y la sensibilidad de 1 voltio a plena escala. La medición se hace a  $\pm 4\text{IRE}$  de la línea de borrado de la señal de video, la cual debe ser ubicada sobre la escala calibrada en 12.7 divisiones, (ver figura 40). Se debe obtener una lectura de: 1.57 divisiones \* 1  $\mu\text{seg}$  = 1.57  $\mu\text{seg}$ .

- Oscilación de muestra para color: la especificación para la oscilación de muestra para color es de 9 ciclos senoidales de una frecuencia de 3.579545 MHz y una amplitud pico a pico de 40 IRE (ver capítulo 1). Para realizar la medición, se selecciona la base de tiempo de 1  $\mu\text{seg}/\text{div}$ , una respuesta de frecuencia de FLAT y la sensibilidad en 1 voltio de plena escala. La señal de oscilación de muestra para color debe ser medida sobre la escala calibrada en unidades IRE; se debe obtener una lectura de 40 IRE de amplitud y se deben contar los 9 ciclos presentados en la pantalla. (ver figura 40)

- Distanciamiento: la especificación para el ancho del distanciamiento es de 0.381  $\mu\text{seg}$ . (ver capítulo 1) Para medir el ancho del distanciamiento, se

selecciona una base de tiempo de barrido horizontal de 1µseg/div, una respuesta de frecuencia FLAT y la sensibilidad de 1 voltio de plena escala. La medición se hace a -4 IRE bajo la línea de borrado de la señal de video, la cual debe ser ubicada sobre la escala calibrada en 12.7 divisiones, (ver figura 40); se debe obtener una lectura de: 0.4 divisiones \* 1µseg = 0.4 µseg

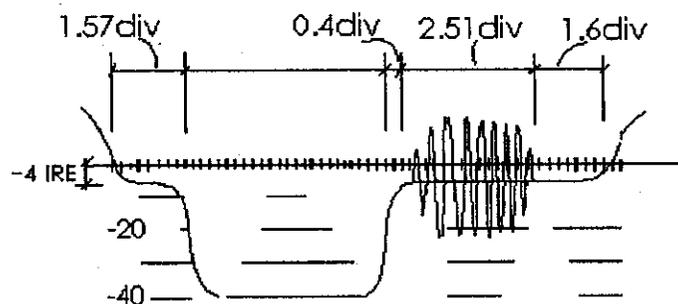


Figura 40

MEDICION DEL PORTICO DELANTERO, DISTANCIAMIENTO, OSCILACION DE MUESTRA PARA COLOR Y PORTICO POSTERIOR

- Borrado vertical: para el ancho del borrado vertical, la especificación establece que debe ser el tiempo equivalente a 21 líneas horizontales, es decir,  $21H = 1333.29 \mu\text{seg}$ . (ver capítulo 1)

Para realizar la medición, se selecciona la base de tiempo de barrido horizontal de 2V MAG, una respuesta de frecuencia FLAT y la sensibilidad de 1 voltio de plena escala. Se debe verificar que 21 líneas estén presentes.

- Ganancia diferencial (dG): para medir ganancia diferencial se selecciona una base de tiempo horizontal de 2H, una respuesta de ganancia diferencial y la sensibilidad de 1 voltio de plena escala. Generalmente la medición de respuesta de frecuencia de ganancia diferencial se hace sobre una señal de video compuesto de escalera modulada, alimentada al conector de entrada del monitor de forma de onda. La componente de crominancia de la señal escalera modulada será presentada en pantalla con una amplitud pico a pico de 1 voltio (100 IRE), en todo instante en el dominio del tiempo; si hubiere presencia de ganancia diferencial la amplitud se verá disminuida en alguna parte en el dominio del tiempo, por lo que la ganancia diferencial es representada por:

$$dG \text{ (IRE)} = 100 - D$$

- Señales VITS y VIRS: como se sabe, las señales VITS y VIRS se transmiten en las líneas 17 y 18 del intervalo de borrado vertical. El monitor de forma de onda permite hacer una selección del número de línea (desde la 10 a la 21) ya sea del campo 1 ó del campo 2, de tal manera que se pueda evaluar luminancia o crominancia de la línea que haya sido seleccionada.

### 2.3.3 Diagrama de bloques:

A continuación (en la figura 41), se presenta, a manera de ejemplo, un diagrama de bloques de un monitor de forma de onda.



### 3. MEDICIONES NECESARIAS EN EL CONTROL DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TELEVISIÓN:

#### 3.1 Introducción

Como parte del programa de mantenimiento establecido para una estación de televisión abierta, ya sea porque se quiera corregir un problema ya existente, o porque se quiera evitar algún problema en el futuro o porque se quiera optimizar el funcionamiento de la estación televisora, el objetivo principal es reducir al mínimo el número de fallas en cualquier parte de el sistema y en cualquier momento durante la transmisión.

En un sistema de televisión y dependiendo de la complejidad del mismo, las diferentes señales generadas (tales como pulsos de referencia, señales de video compuesto, señales de audio, etc.) deben seguir una trayectoria en la cual tienen que pasar a través de diferentes dispositivos (o equipos), así también trayectos a través de líneas de transmisión (o cables coaxiales).

Durante dicho trayecto, la señal puede sufrir algún tipo de distorsión, así la señal (y por ende los parámetros de operación) al alcanzar el punto final del trayecto no van a tener exactamente sus características y formas originales. En un sistema de televisión, este efecto de distorsión se presenta de dos maneras: 1) como distorsión lineal y 2) como distorsión no-lineal; aspectos muy importantes que deben ser objeto de análisis y estudio para determinar la medida en que van a influir en el comportamiento de los parámetros de operación de la estación televisora.

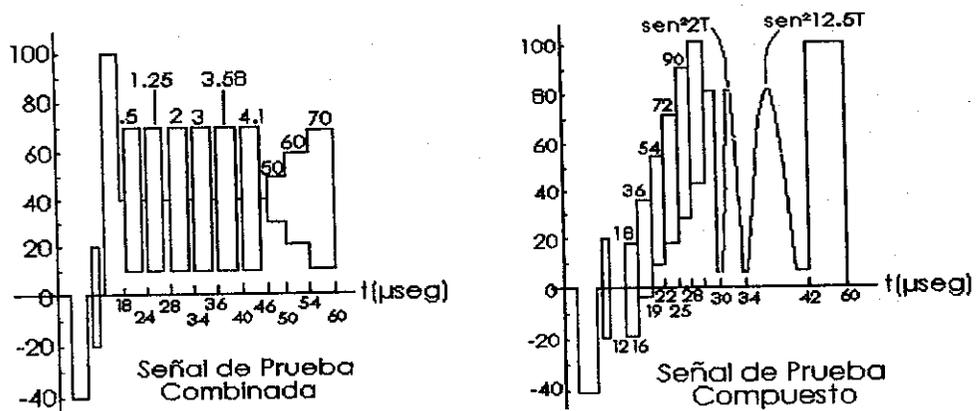


Figura 42  
SEÑALES DE PRUEBA

Por lo anterior, el ingeniero de la estación, y como parte del mantenimiento preventivo (o correctivo) del sistema de televisión, debe realizar mediciones en diferentes puntos del sistema, y dependiendo de los datos o resultados

obtenidos, determinar los lineamientos que habrán de seguirse para solucionar el problema.

En esta sección, se tratarán las mediciones más importantes que deben ser realizados en una estación televisora, así como un análisis de los efectos de distorsión introducidos por el sistema; con el fin de mantener el comportamiento de los parámetros de operación dentro de los rangos establecidos para el sistema NTSC por la FCC. En la figura 42, se incluyen la señal de prueba compuesta y la señal de prueba combinada que son de suma importancia durante el desarrollo de la presente sección.

### 3.2 Posible distorsión en el sistema de televisión:

Esta sección, se divide en dos partes: la primera trata de las diferentes distorsiones que pueden influir en el comportamiento de los parámetros de operación en su trayecto a través de un sistema lineal, y la segunda trata de las distorsiones en un sistema no-lineal.

#### 3.2.1 El Sistema lineal:

Un sistema lineal queda definido por sus características de ganancia contra frecuencia y fase contra frecuencia, las cuales van a determinar la diferencia entre la señal que está entrando y la señal que está saliendo en alguna etapa o trayecto específico dentro de el sistema. Así al aplicar una señal  $f(t)$  en el punto de entrada de un sistema lineal, se obtendrá una señal  $f(t) = kf(t - t_0)$  en el punto de salida, lo cual significa que una señal que pasa a través de un sistema lineal va a ser afectada por un valor constante de amplitud, y además va a sufrir un retardo constante en el tiempo de la señal de salida respecto de la señal de entrada.

Las siguientes curvas son representativas de un sistema lineal; cuando estas características son conocidas, se puede saber el efecto de un sistema sobre una señal dada.

La figura 43(a) es conocida como respuesta de frecuencia o característica de ganancia del sistema, idealmente (G) debería ser constante, pero en un sistema real a mayor ganancia menor ancho de banda (y viceversa).

La figura 43(b) es conocida como característica de fase de un sistema lineal, para un sistema con estas características; el tiempo de retardo (T) va a ser el mismo para todas las frecuencias y está determinado por la pendiente de la ecuación lineal o por la derivada de la función  $\phi(\omega)$ , entonces:

$$\begin{aligned} \phi(\omega) &= T \omega & \text{donde: } \phi &= \text{angulo de fase} \\ d\phi/d\omega &= T & \omega &= \text{frecuencia angular} \\ & & T &= \text{tiempo de retardo} \end{aligned}$$

Conociendo el tiempo de retardo T, entonces:  $\phi(\omega) = \int T.d\omega$

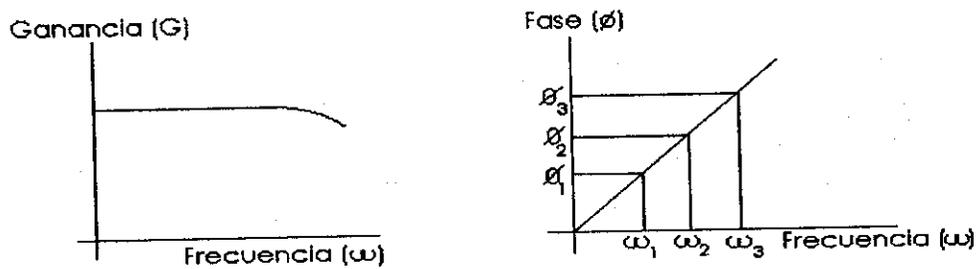
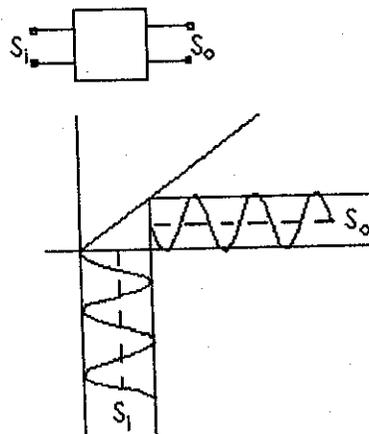


Figura 43  
CARACTERISTICAS: G Y  $\phi$

De la característica de ganancia del sistema, queda definida la característica de transferencia (ver figura 44), por lo tanto, al aplicar una señal a la entrada del sistema, la señal de salida está definida por:



$$S_o = H S_i$$

$$\text{ó } H = \frac{S_o}{S_i}$$

Donde:  
 $S_o$  = Señal de Salida  
 $S_i$  = Señal de Entrada  
 $H$  = Funcion de Transferencia

Figura 44  
CARACTERISTICA DE TRANSFERENCIA

Cuando una señal pasa a través de un sistema lineal, (y dependiendo de la respuesta de frecuencia), ésta se ve afectada o deformada en alguna medida por el sistema, a este efecto se le denomina distorsión lineal, la cual se puede manifestar de diferentes maneras que dependen del momento en el dominio

del tiempo que ocurre la misma; así también debido a las características de fase, la señal sufrirá un retardo de tiempo; por lo tanto, se debe determinar la medida en que se verá distorsionada y retardada la señal de video, en su trayecto a través del sistema. La distorsión lineal usualmente ocurre en un sistema como resultado de una respuesta de frecuencia incorrecta, de manera independiente de el nivel de señal. La distorsión lineal se puede clasificar en: distorsiones de corto tiempo, distorsiones de una línea, distorsiones de tiempo un campo y distorsiones de largo tiempo.

### 3.2.1.1 Distorsiones de corto tiempo:

La señal de video compuesto al pasar por el sistema puede sufrir una distorsión de corto tiempo como consecuencia de una incorrecta respuesta de frecuencia de el sistema a las altas frecuencias. Las distorsiones de corto tiempo ocurren en una parte fraccional de una línea horizontal (1) y generalmente afectan la definición horizontal.

La línea de barra (o referencia de amplitud de blanco) y el pulso de  $\text{sen}^2 2T$  de la señal de prueba compuesta son los usados para medir distorsiones de corto tiempo. Dicha señal se hace pasar a través del sistema o a través de un trayecto específico dentro del propio sistema; se debe verificar mediante un monitor de forma de onda que la señal esté correctamente calibrada previo a aplicarla; una vez hecho esto, se debe medir el efecto causado por el sistema luego de hacerla pasar a través de él, de tal manera que se pueda realizar una comparación entre la señal aplicada en el punto de entrada y la señal obtenida en el punto de salida.

La referencia de amplitud de blanco y el pulso  $\text{sen}^2 2T$  tienen una duración de  $18\mu\text{seg}$ . y  $0.25\mu\text{seg}$  respectivamente de los  $63.55\mu$  de duración de cada línea horizontal de la señal de prueba compuesta. (ver figura 45)

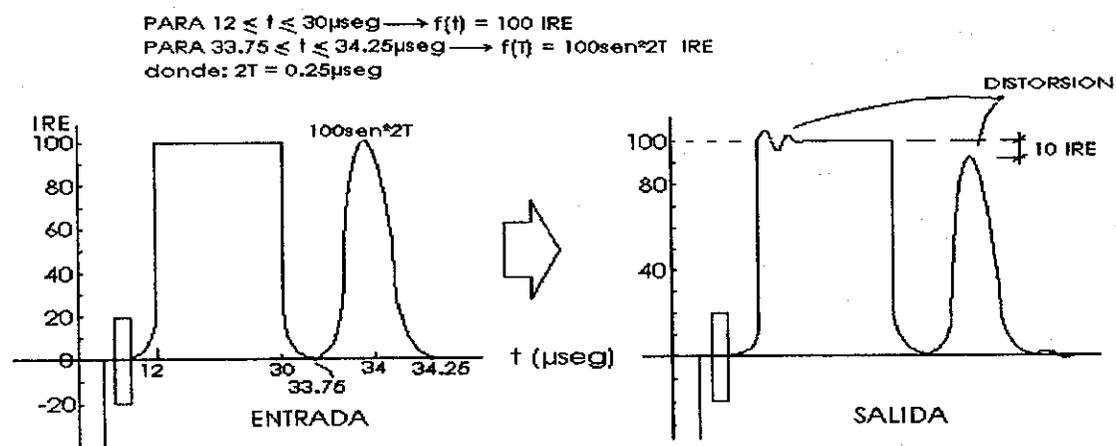


Figura 45  
DISTRORSION DE CORTO TIEMPO

<sup>1</sup> Una parte fraccional de una línea horizontal puede ser, por ejemplo, una cuarta parte del tiempo de duración de una línea, o sea  $(0.25) * (63.55\mu \text{ seg}) = 15.88\mu \text{ seg}$ , lo que significa una frecuencia de  $62972.29 \text{ Hz}$ .

Se deben medir la amplitud pico a pico de las variaciones o distorsiones 1  $\mu$ seg. antes y 1  $\mu$ seg después tanto de la señal de referencia de blanco como del pulso  $\text{sen}^2 2T$  y verificar que no exceden de 10 IRE en la medición de la señal en el punto de salida. Así también, que la amplitud de la señal  $\text{sen}^2 2T$  esté dentro de  $100 \pm 6$  IRE en el punto de salida.

La señal de prueba compuesta también se puede utilizar como una señal de prueba de intervalo vertical (VITS), lo cual es de mucha ayuda en la realización de mediciones de distorsiones de corto tiempo como parte de el control de los parámetros de operación en cualquier parte de el sistema y en cualquier momento de transmisión de señal al aire.

### 3.2.1.2 Distorsiones de tiempo de una línea:

Las distorsiones de tiempo de una línea ocurren como consecuencia de una incorrecta respuesta de frecuencia del sistema a las medias frecuencias de la señal de video compuesto; se manifiestan como rayas o manchas horizontales en la señal recibida, y afectan principalmente la formación normal de una línea de información de señal de video compuesto.

Cuando una señal de prueba de televisión que tiene una frecuencia angular ( $\omega = 2\pi/T$ ) o un período T cuya duración es el equivalente al de una línea de la señal de video, como por ejemplo, cuando la señal de prueba compuesta es aplicada a través de una trayectoria específica del sistema, ésta servirá para hacer mediciones de distorsiones de tiempo de una línea. Al hablar de medias frecuencias, nos referimos a la frecuencia de exploración horizontal de la señal de video compuesto, que tiene un valor de  $f = (29.97 \text{ cuadros/seg}) * (525 \text{ líneas/cuadro}) = 15734.3 \text{ Hz}$ . La línea de barra o referencia de amplitud de blanco de la señal de prueba compuesta es la utilizada para medir distorsiones de tiempo de una línea; dicha señal se hace pasar a través del sistema o a través de un trayecto específico dentro del propio sistema, se debe verificar (a través de un monitor de forma de onda) que los parámetros de la señal de prueba estén dentro de los valores establecidos, previo a aplicarla. (ver fig.46)

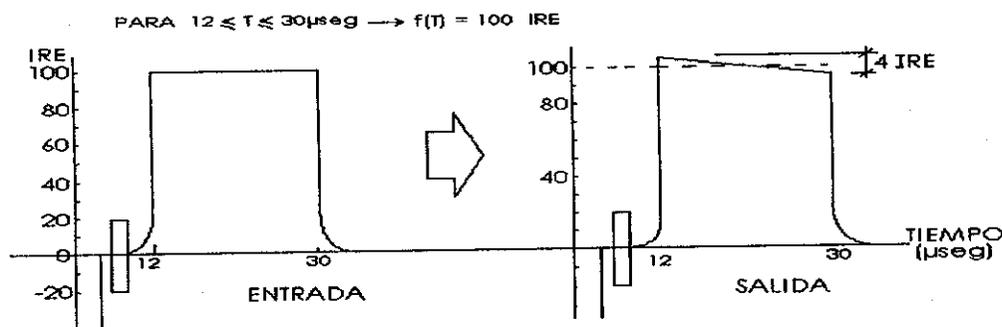


Figura 46  
DISTORSION DE TIEMPO DE UNA LINEA

La magnitud de la distorsión se obtiene midiendo en unidades IRE, el cambio en la amplitud pico a pico de la línea de referencia de blanco a 100 IRE, se debe verificar que la distorsión no exceda de 4 IRE en el punto de salida de la trayectoria seleccionada para realizar la medición. Además, se pueden realizar mediciones de distorsiones de tiempo de una línea en cualquier parte del sistema y en cualquier momento de transmisión de señal al aire, cuando la señal de prueba compuesta forma parte de una señal VITS.

### 3.2.1.3 Distorsiones de tiempo de un campo:

Las distorsiones de tiempo de un campo ocurren como consecuencia de una incorrecta respuesta de frecuencia del sistema a las bajas frecuencias de la señal de video compuesto, lo cual en un monitor se manifiesta como una sombra al inicio y al final de la imagen.

Para realizar mediciones de distorsiones de tiempo de un campo, es necesario contar con una señal de prueba que tenga un período  $T$  cuyo tiempo de duración sea el equivalente al de un campo de la señal de video compuesto; para el efecto, se acostumbra utilizar una señal especial de forma de onda cuadrada (modificada con pulsos de sincronismo horizontal y vertical), de una frecuencia  $f = 60\text{Hz}$  (ó un período  $T = 16.66\text{mseg}$ ), que como sabemos es la frecuencia de exploración de cada campo en la señal de video compuesto, así como una amplitud pico a pico de 100 unidades IRE. Antes de realizar cualquier medición de distorsiones de tiempo de un campo se debe verificar (mediante un monitor de forma de onda) que los niveles de amplitud y los intervalos de tiempo de la señal de prueba sean los valores definidos; luego de esto, y una vez seleccionado el trayecto dentro del sistema para realizar la prueba, se procede a aplicar la señal de prueba en el punto de entrada del trayecto y verificar el efecto de distorsión que pudiera tener la señal en el punto de salida del trayecto. La magnitud de la distorsión se obtiene midiendo, en unidades IRE, los cambios o variaciones sobre o bajo el nivel de 100 IRE de la señal de prueba; en el punto de salida se debe verificar que la distorsión no exceda de 4 unidades IRE. Un ejemplo de distorsión de tiempo de un campo es presentado en la figura 47:

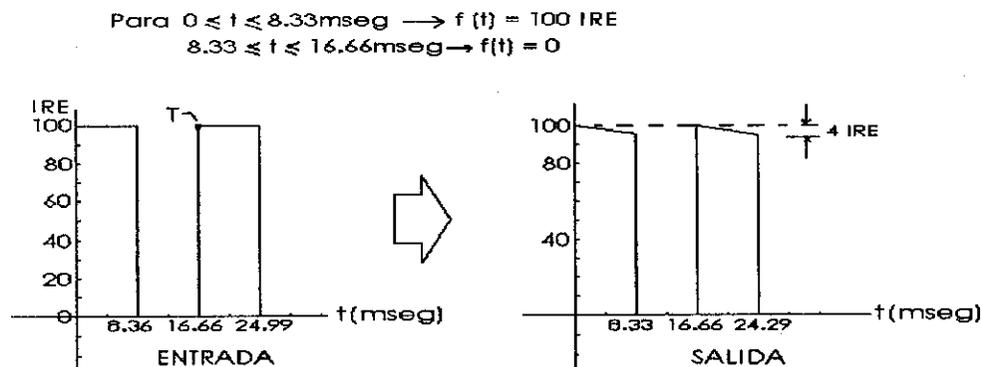


Figura 47  
 DISTORSIONES DE TIEMPO DE UN CAMPO

Dependiendo del trayecto en el cual se requieren realizar mediciones de distorsiones de tiempo de un campo, será necesario sacar de funcionamiento el sistema, y en algunos casos también se puede usar la señal de prueba de forma de onda cuadrada como una señal VITS.

### 3.2.1.4 Distorsiones de largo tiempo:

Las distorsiones de largo tiempo ocurren como consecuencia de una incorrecta respuesta de frecuencia de el sistema a las frecuencias extremadamente bajas ( $f = 0\text{Hz}$ ) introducidas en la señal de video compuesto, lo cual en un monitor de color se puede apreciar como parpadeos y variaciones en la brillantez de la imagen recibida. Una distorsión de largo tiempo puede ser introducida en el sistema, cuando entre el punto de entrada y el de salida de algún trayecto específico existe alguna diferencia de potencial (de corriente directa), lo cual significa que alguna componente de corriente directa superpuesta sobre la señal de video compuesto va a circular a través del blindaje de los cables coaxiales que forman la trayectoria. Fuentes externas productoras de distorsiones de largo tiempo pueden ser líneas activas de potencia y fuentes de potencia con rizado, de aquí la importancia de que todos los equipos que conforman el sistema estén conectados a la misma fuente de voltaje (la cual debe ser una fuente regulada de voltaje), así como al mismo sistema de tierras.

Para realizar mediciones de distorsiones de largo tiempo, se puede utilizar cualquier señal de video compuesto o en su defecto la señal de prueba compuesta o la señal de prueba combinada, puesto que se trata de detectar si alguna señal está superpuesta sobre la señal original.

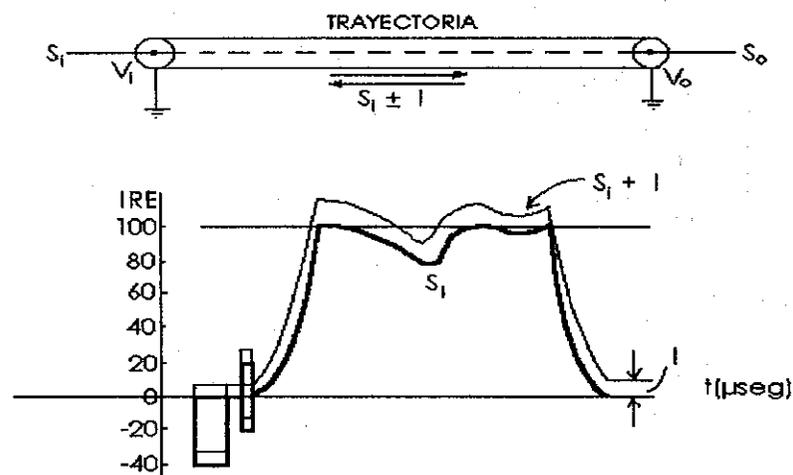


Figura 48  
DISTORSIONES DE LARGO TIEMPO

Cualquier presencia de distorsión se va a manifestar en la señal de prueba obtenida en el punto de salida, como una traslación del eje de referencia de nivel de borrado, hacia arriba o hacia abajo del nivel establecido en 0 IRE;

una traslación hacia arriba significa que el voltaje de entrada ( $V_i$ ) es mayor que el voltaje de salida ( $V_o$ ), y que la corriente generada por esta diferencia de potencial se va a sumar a la señal de entrada ( $S + I$ ); en caso contrario, una traslación hacia abajo significa que el voltaje de entrada ( $V_i$ ) es menor que el voltaje de salida ( $V_o$ ), y que la corriente generada por ésta diferencia de potencial se va a sustraer a la señal de entrada ( $S - I$ ).

La magnitud de la distorsión se obtiene midiendo, en unidades IRE, el cambio sobre o bajo el nivel de 0 IRE de la señal de prueba; se debe verificar que la distorsión no exceda de  $\pm 4$  IRE. Un ejemplo de distorsión de largo tiempo es presentado en la figura 48.

### 3.2.2 El sistema no-lineal:

Un sistema no-lineal de televisión está definido por sus características de ganancia contra frecuencia y fase contra frecuencia, las cuales determinan una diferencia en la señal que se está aplicando en el punto de envío, de un trayecto específico, y la señal que se está obteniendo en el punto de recepción.

Las siguientes curvas son representativas de un sistema de televisión con comportamiento no-lineal, las cuales definen la medida en que una señal se ve afectada al pasar a través de él.

De la característica de ganancia del sistema (fig. 49 a), se puede ver que, en un sistema no-lineal, la amplitud va a tener un valor específico para cada frecuencia; y de la característica de fase (fig. 49 b), se puede ver que la pendiente de la curva es diferente, según el valor de  $\omega$  que se esté considerando.

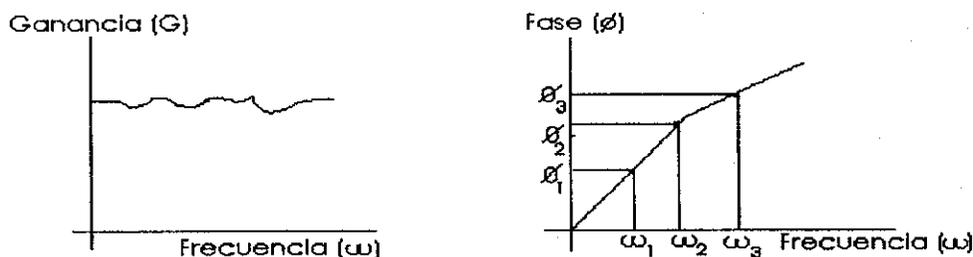


Figura 49  
CARACTERÍSTICAS: G Y  $\emptyset$

Para un sistema con características de fase no-lineales, el tiempo de retardo (T) va ser diferente para cada frecuencia y está determinado por la derivada de la función  $\emptyset(\omega)$ , entonces:

$$\varnothing(\omega) = f(\omega)$$

$$d\varnothing(\omega)/d\omega = df(\omega)/d\omega$$

$$d\varnothing(\omega)/d\omega = f(T)$$

Por lo tanto, en un sistema no-lineal en tiempo de retardo (T) es diferente para cada frecuencia; el efecto causado por un sistema no-lineal sobre una señal de video compuesto, es denominado distorsión no-lineal, la cual se puede manifestar de diferentes maneras y de forma independiente del instante en el dominio del tiempo en que ocurra la misma.

La distorsión no-lineal usualmente ocurre en un sistema como resultado de una respuesta incorrecta de frecuencia, que depende principalmente del nivel de la señal que se está aplicando. Dentro de las mediciones más importantes, que se pueden considerar como distorsiones no-lineales; están principalmente las siguientes: ganancia diferencial (dG), fase diferencial (d $\varnothing$ ), ganancia de crominancia a luminancia, retardo de crominancia a luminancia.

### 3.2.2.1 Ganancia diferencial (dG):

La ganancia diferencial es considerada como una distorsión no-lineal, la cual representa una medición de la variación o el cambio (en unidades IRE) que va a sufrir la magnitud (o amplitud) de los vectores representativos de la componente de crominancia (C) de la señal de prueba, ante variaciones que se dan en la amplitud de la señal componente de luminancia (Y). De tal manera que se pueda obtener cuantitativamente un valor o una medida de la distorsión no-lineal; que como parte del comportamiento del sistema de televisión (así como de algún trayecto o dispositivo específico), puedan afectar a la señal de prueba en su recorrido a través del sistema. Por lo tanto, la distorsión no-lineal puede ser analizada, principalmente, en la variación que se da en la saturación de la señal componente de crominancia de la señal de prueba.

$$C = I + Q \Rightarrow |C| = I^2 + Q^2$$

La magnitud de la distorsión no-lineal va depender de las características de ganancia del sistema (o trayectoria) y de las características de transferencia. Así, por ejemplo, para un sistema con las siguientes características de transferencia (ver figura 50) produce la consiguiente distorsión no-lineal medida en dG, sobre la señal de prueba de video compuesto que se le está aplicando.

Puesto que la ganancia diferencial es un efecto de distorsión no-lineal que se presenta sobre la componente de crominancia (C) de la señal de video compuesto, con el propósito de realizar mediciones exactas de la misma se utiliza la señal escalera modulada que forma parte de la señal de prueba

compuesta. Para realizar mediciones de  $dG$  se especifica o selecciona la

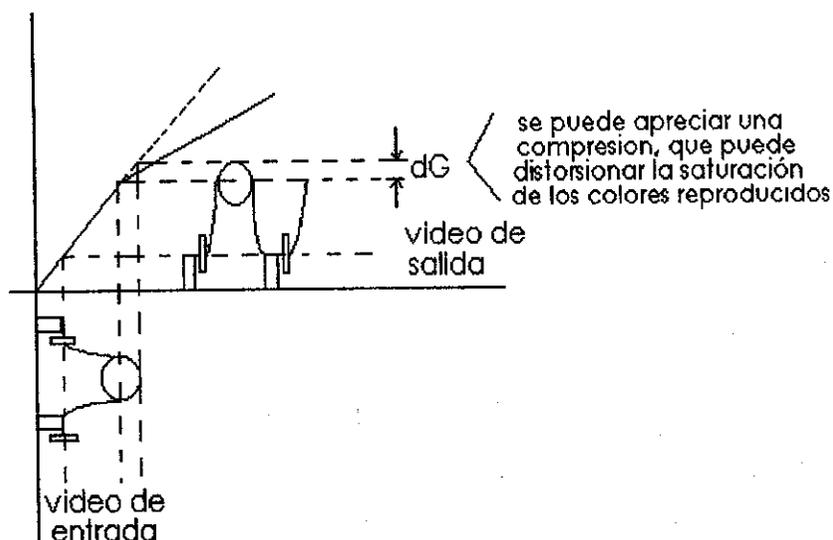


Figura 50  
GANANCIA DIFERENCIAL

trayectoria (de  $P_1$  a  $P_2$ , dentro de el sistema de televisión) objeto de evaluación; así, se aplica la señal escalera en el punto de entrada  $P_1$ , luego la señal obtenida en el punto  $P_2$  se aplica a un monitor de forma de onda. Ya en el punto  $P_2$  (mediante filtros pasa altos, que forma parte de el equipo de medición), se obtiene sólo la componente de crominancia de la señal escalera, y luego se ajusta la ganancia del monitor de forma de onda hasta que la amplitud de el mayor escalón sea de 100 IRE. La diferencia (en unidades IRE) entre el escalon de mayor amplitud y el de menor amplitud es el valor de ganancia diferencial, como una medida de distorsión no-lineal introducido por el sistema (o trayectoria específica) a la señal de prueba.

En otras palabras, se puede decir que la distorsión no-lineal de ganancia diferencial se manifiesta como una diferencia entre la saturación de la señal componente de crominancia aplicada, y la saturación de la señal componente de crominancia obtenida en algún trayecto específico del sistema de televisión. Los parámetros de operación de la señal de prueba, deben ser ajustados con base en los reglamentos del sistema NTSC, y el monitor de forma de onda debe estar correctamente calibrado, previo a la realización de la medición de  $dG$ . (ver figura 51)

También, se pueden realizar mediciones de  $dG$  durante el funcionamiento normal de la estación televisora, a través de que la señal de prueba compuesta, forme parte de una señal VITS.

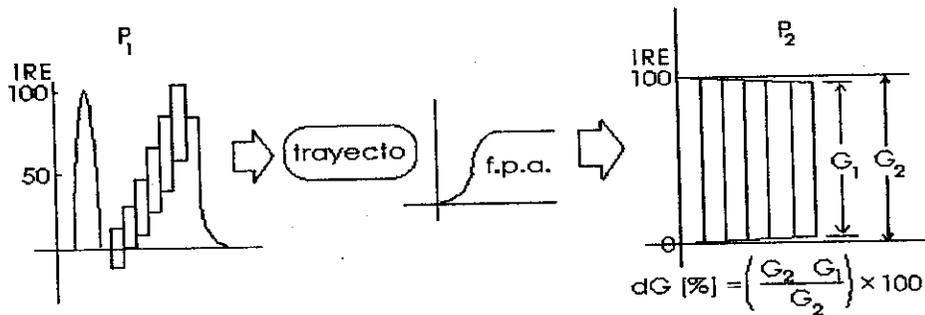


Figura 51  
dG: EN UN TRAYECTO

### 3.2.2.2 Fase diferencial (dØ):

Es una forma de distorsión clasificada como no-lineal, la cual representa una medición de la variación o el cambio (en grados) que va a sufrir el ángulo de fase de los vectores que representan la señal componente de crominancia (C) de la señal de prueba, ante fluctuaciones que se dan en la amplitud de la señal componente de luminancia (Y). (ver figura 52)

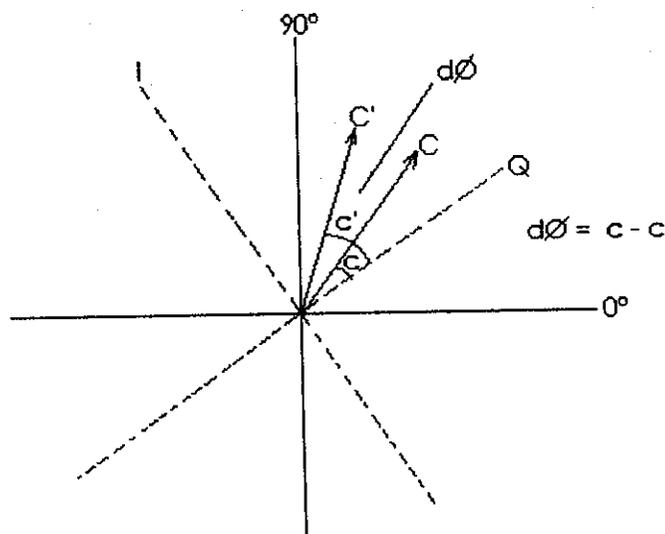


Figura 52  
FASE DIFERENCIAL

La medida de distorsión de fase diferencial depende de las características reales de comportamiento del sistema de televisión, cuando una señal de

prueba se lleva por una trayectoria específica dentro de el mismo. Puesto que el ángulo de fase de los vectores representativos de la señal componente de crominancia (C), está definido por  $c = \tan^{-1} (I/Q)$  <grados>, cualquier medida de  $d\phi$  en algún punto del sistema, implica alguna variación en la magnitud de los vectores I, Q que conforman la señal C. En otras palabras, se puede decir que la distorsión no-lineal de fase diferencial, se manifiesta como una diferencia entre el tinte de la señal aplicada y el tinte de la señal obtenida en algún trayecto específico del sistema de televisión. Puesto que la fase diferencial es un efecto de distorsión no-lineal que se presenta sobre la señal componente de crominancia de la señal de video compuesto, y con el propósito de realizar mediciones exactas de la misma, para el efecto se utiliza la señal escalera modulada que forma parte de la señal de prueba compuesta. Para realizar mediciones de  $d\phi$ , se especifica o selecciona la trayectoria (por ejemplo del punto  $P_1$  al punto  $P_2$ , dentro de el sistema de televisión) que va a ser objeto de evaluación (ver figura 53); así, se aplica la señal escalera en el punto de entrada  $P_1$  y luego la señal obtenida en el punto  $P_2$  se aplica a un vectorscopio. Ya en el punto  $P_2$  (mediante filtro pasa altos, que forma parte del equipo de medición) se obtiene la señal componente de crominancia (C) de la señal escalera modulada, y luego se ajusta la ganancia del vectorscopio hasta que la magnitud del mayor escalón sea de 100 IRE. La diferencia (en grados) entre el vector que representa el escalón de mayor amplitud y el vector que representa el escalon de menor amplitud, es el valor de la fase diferencial ( $d\phi$ ), como una medida de la distorsión no-lineal introducido por el sistema (o trayectoria específica) en la señal de prueba. Los parámetros de operación de la señal de prueba deben ser ajustados con base en los reglamentos establecidos para el sistema NTSC, y el vectorscopio debe estar adecuadamente calibrado, previo a la realización de la medición de  $d\phi$ . La medición de  $d\phi$  no debe exceder de  $5^\circ$ . También se pueden realizar mediciones de  $d\phi$  durante el funcionamiento normal de la estación televisora, para que la señal de prueba compuesta, forme parte de una señal VITS; lo cual resulta de mucha utilidad en el control de los parámetros de operación.

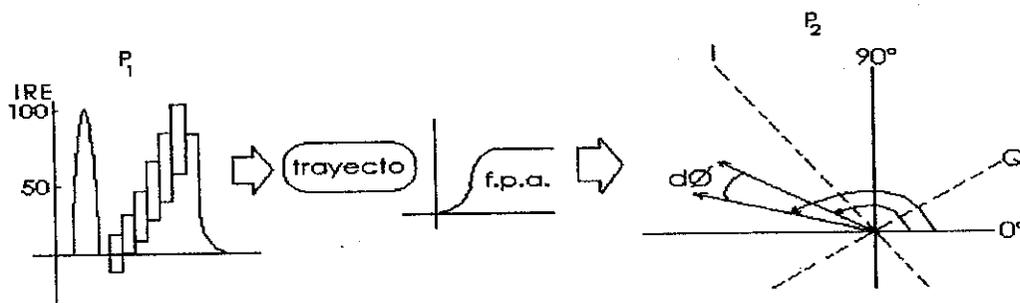


Figura 53  
MEDICION DE  $d\phi$ , EN UN TRAYECTO

## 4. SOLUCION DE PROBLEMAS REALES MEDIANTE LA CORRECCION DE PARAMETROS:

### 4.1 Introducción :

En esta sección, trataremos de algunos de los problemas más frecuentes que se presentan en un sistema de televisión (NTSC), y cómo solucionarlos a través de una adecuada medición, la cual nos conducirá hacia una corrección o ajuste de los parámetros de operación. La mayoría de problemas que se presentan son provocados por variaciones o cambios en los tiempos, frecuencias y amplitud de los parámetros de operación de las diferentes fuentes de señales de video compuesto, pulsos de referencia, etc.; dichos problemas se manifiestan de diferente manera, y como veremos en la presente sección, de la corrección de los parámetros de operación dependerá la solución de los mismos.

Dichos problemas pueden ser producidos, en algunos casos, desde el mismo punto donde se originan las diferentes señales (video, pulsos de sincronización, pulsos de referencia, audio, etc.) en otros casos por los cables de interconexión, los cuales por sus efectos resistivos, capacitivos e inductivos producen variaciones de tiempo y amplitud en las señales al pasar por un trayecto de cable dado (lo cual va a depender de la longitud del cable y del tipo de cable -especificaciones del fabricante-), de lo cual se hace necesario evaluar parámetros de operación en diferentes puntos del trayecto de una señal.

En la práctica, se debe primeramente detectar el problema o falla, lo cual se va a estar manifestando en la transmisión de la señal al aire; en segundo lugar, se debe enmarcar el problema, es decir, si el problema está originándose en los estudios y controles, o si es en la planta de transmisión propiamente; sea en uno u otro caso, se debe proceder a delimitar ya en forma más específica en qué punto del sistema se está produciendo la falla. En algunos casos, según sea la falla, se puede ubicar fácilmente si es de estudios y controles, o si es en la planta de transmisión.

Habiendo ubicado específicamente en qué dispositivo o trayecto del sistema se está originando la falla, se procede a la evaluación de los parámetros de operación (mediante mediciones), para luego realizar las correcciones que vengán a solucionar el problema.

Además, es necesario mencionar que los ajustes de parámetros de operación se deben realizar previo a que la señal que se va a transmitir vaya como señal al aire; en el caso de una señal a control remoto o vía satélite, o cuando un equipo es reemplazado, y cuando es necesario hacer el ajuste de parámetros en la señal que ya está siendo transmitida al aire, entonces se procede a la evaluación y corrección de parámetros de operación sobre las señales de prueba de intervalo vertical, de las cuales ya se ha hablado con anterioridad.

### 4.2 Esquema simplificado de una estación televisora:

Para los efectos de enmarcar o delimitar el problema o falla (y así poder evaluarlo), es necesario formarnos una idea de cómo está interconectado un sistema de televisión, lo cual va a ser de mucha utilidad en el desarrollo de los

diferentes temas que se van a tratar en el presente capítulo; cabe mencionar que el siguiente diagrama es sólo un ejemplo de conexionado, pues la configuración del mismo va a depender de las aplicaciones y necesidades de la estación, lo cual va a determinar la sencillez o complejidad del sistema. (Ver Figura 55)

#### 4.3 Principales problemas y soluciones:

##### 4.3.1 Desfase de sincronismo horizontal entre fuentes de video:

- Fuentes diferentes hacia el mismo mezclador:

Como sabemos, cuando las señales  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ ,  $S_3(t)$ , etc. parten de sus respectivas fuentes (CCU1, CCU2, TBC, etc.), en el instante  $t_0$  todas empiezan la exploración horizontal línea por línea exactamente al mismo tiempo, debido a que se les está aplicando su respectivo pulso de referencia (generalmente black burst) a las fuentes de video; cuando una señal de video compuesto como por ejemplo la cámara 1 (con una señal  $S_1(t)$ ) en el instante  $t_1$  llega al mezclador de video para ser mezclada con la señal de otra fuente de video, digamos  $S_2(t)$ , la cual llega con un tiempo  $t'_1$  va a existir una diferencia de tiempo ( $t'_1 - t_1$ ) de una respecto a la otra, debido principalmente a que las longitudes de los trayectos entre las fuentes y el mezclador son distintas; esto se manifiesta como un salto horizontal al pasar de  $S_1(t)$  a  $S_2(t)$  por el mezclador de video. (ver figura 54)

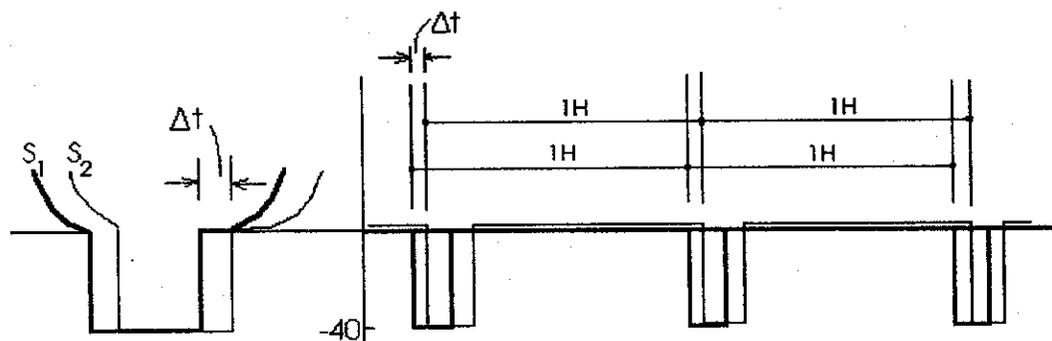
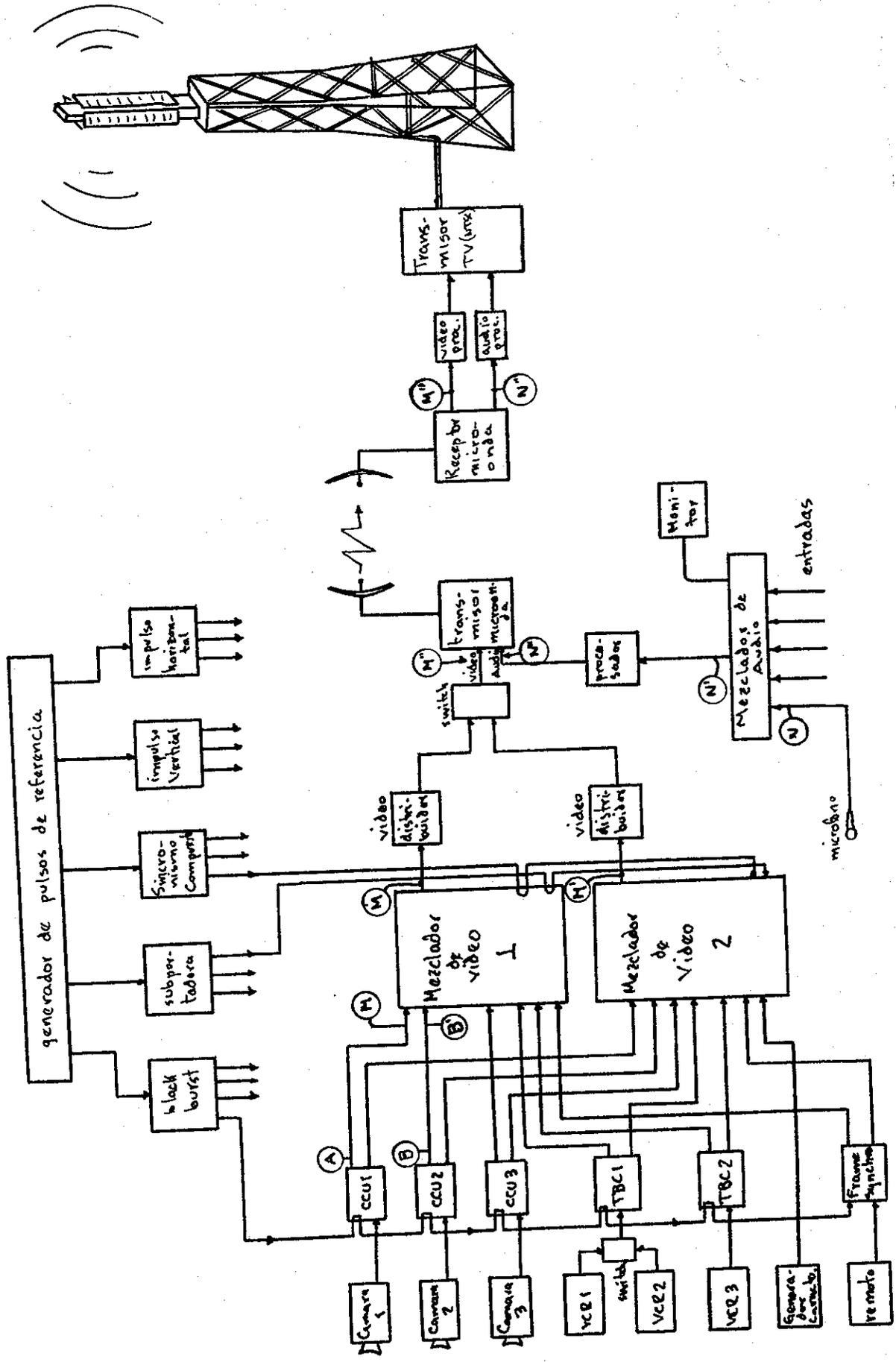


Figura 54  
RETARDO EN HORIZONTAL

Por lo tanto, el retardo inherente provocado por el trayecto de cable en el pulso de sincronismo horizontal debe ser compensado, ya sea retrasando el pulso del sincronismo horizontal que da inicio a la exploración en la fuente



Esquema de una estación televisora (ej.)  
 Figura 55

de la señal  $S_1(t)$  (en el momento  $t_0$ ) o adelantando el pulso de sincronismo horizontal que da inicio a la exploración (en la primera línea 1H) en la fuente de la señal  $S_2(t)$ , en el momento  $t_0$  respecto del pulso de señal de referencia aplicado a cada una de las fuentes; esto es para que en el instante  $t_1$  o  $t'_1$  (ya en el mezclador de video), la diferencia de tiempo entre una y otra sea cero ( $\Delta t = 0$ ). Para el efecto, cada fuente de señal de video compuesto (CCU1, CCU2, TBC, etc.) cuenta con un circuito de ajuste de tiempo  $t_0$  (básicamente circuito RC) para el pulso de sincronismo horizontal que da inicio a la exploración (en el intervalo de borrado horizontal en la primera línea 1H). Auxiliándose en el esquema de conexionado (Fig. 55), a manera de ejemplo para CAM 1 (trayecto AA') y CAM 2 (trayecto BB'), se ubica un monitor de forma de onda en el punto M (salida del mezclador de video) para realizar las siguientes mediciones y ajustes: Primero, se debe medir la diferencia de tiempo entre fuentes  $\Delta t$ , para luego, basados en la medición proporcionada por el monitor de forma de onda, proceder a ajustar cada una de las fuentes de tal manera que  $\Delta t = t'_1 - t_1$  sea cero en el punto M, en el entendido de que para observar las dos fuentes en el punto M, es necesario que el mezclador de video esté en una función que permita dejar pasar ambas señales (por ejemplo en mezclado); además, vemos que existe una relación entre el tiempo de retardo y la longitud del trayecto del cable (hablamos de cable coaxial), para lo cual hay que tomar en cuenta las características del cable con base en especificaciones del fabricante; Segundo: se debe realizar la medición y ajuste, si fuera necesario, de los parámetros involucrados dentro del intervalo de borrado horizontal, los cuales con base en los reglamentos establecidos son los siguientes:

TABLA 2

	tiempo ( $\mu$ seg )	Amplitud ( IRE )
Intervalo de borrado horizontal	10.7	
Pórtico delantero	1.54	4
Sincronismo horizontal	4.75	40
Distanciamiento	0.381	-4
Oscilación de muestra para color	2.51428	40
Pórtico posterior	1.6	+4

De no tener estos valores en los parámetros, se debe proceder a ajustar directamente en cada una de las fuentes, en el caso de que en las fuentes los niveles y tiempos estén correctos; se debe revisar si al pasar las señales por el

mezclador de video pueda haber algún efecto sobre los parámetros de operación, y realizar el mismo procedimiento establecido. Las mediciones y ajustes deben ser realizadas, como ya dijimos, con el monitor de forma de onda.

- La misma fuente hacia dos mezcladores diferentes:

En esta situación, tenemos una señal  $S_1(t)$ , que parte del punto  $P_1$  (fuente) en el tiempo  $t_0$  hacia el punto  $P_2$  (mezclador 1, llegando en el tiempo  $t_1$ ) y hacia el punto  $P_3$  (mezclador 2, llegando en el tiempo  $t'_1$ ); esto implica dos trayectos diferentes de la misma fuente de señal, lo cual significa una medición en el mezclador 1 y otra en el mezclador 2, y luego evaluar la diferencia de tiempo  $t'_1 - t_1$ ; esto significa realizar un ajuste de tiempo para ambos trayectos; para el trayecto 1 se realiza en la propia fuente  $S_1(t)$ , y para el trayecto 2 existen varios métodos según de la disponibilidad del sistema: 1) agregando cierta longitud de cable equivalente al tiempo de retardo, 2) incrustando un circuito de retardo variable en el trayecto, 3) utilizando el circuito de compensación incluido en algunos mezcladores. Luego, el procedimiento de evaluación de parámetros de operación es exactamente el mismo de la sección anterior.

#### 4.3.2 Desfase de sincronismo vertical entre fuentes de video:

- Fuentes diferentes hacia el mismo mezclador:

Cuando las señales  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ ,  $S_3(t)$ , etc., parten de sus respectivas fuentes (CCU1, CCU2, PBC, etc.), entre campo y campo de cada señal; surge el intervalo de borrado vertical y dentro de él los pulsos de sincronismo vertical; supongamos que en el instante  $t_0$  todas las señales empiezan el período de borrado vertical, debido a que a cada una se le está aplicando su respectiva señal de referencia (generalmente black burst); cuando llega una señal de video compuesto  $S_1(t)$  (por ejemplo la cámara 1) llega al mezclador de video en el instante  $t_1$  para ser mezclada con la señal de otra fuente de video  $S_2(t)$ , la cual a su vez llega con un tiempo  $t'_1$ , va a existir una diferencia de tiempo ( $t'_1 - t_1$ ) de una respecto a la otra, debido principalmente a que las longitudes de los trayectos entre las fuentes y el mezclador son distintas; esto se va a manifestar como un salto vertical al hacer una transición de  $S_1(t)$  hacia  $S_2(t)$  a través del mezclador de video. (ver figura 56)

Por lo tanto, el retardo inherente provocado por el trayecto de cable en los pulsos de sincronismo vertical debe ser compensado, ya sea retrasando el tiempo de inicio de los pulsos preigualadores-sincronismo vertical-postigualadores en la fuente de la señal  $S_1(t)$  en el instante  $t_0$ , o adelantando el tiempo de inicio de los pulsos preigualadores-sincronismo vertical-postigualadores de la fuente de la señal  $S_2(t)$  en el momento  $t_0$ , respecto del pulso de señal de referencia aplicado a cada una de las fuentes; esto es para que en el instante  $t_1$  y  $t'_1$  (es decir, ya en el mezclador de video) la diferencia de tiempo entre una y otra sea cero ( $t'_1 - t_1 = 0$ ). Para el efecto, cada fuente de señal de video compuesto cuenta con un circuito de ajuste de tiempo  $t_0$

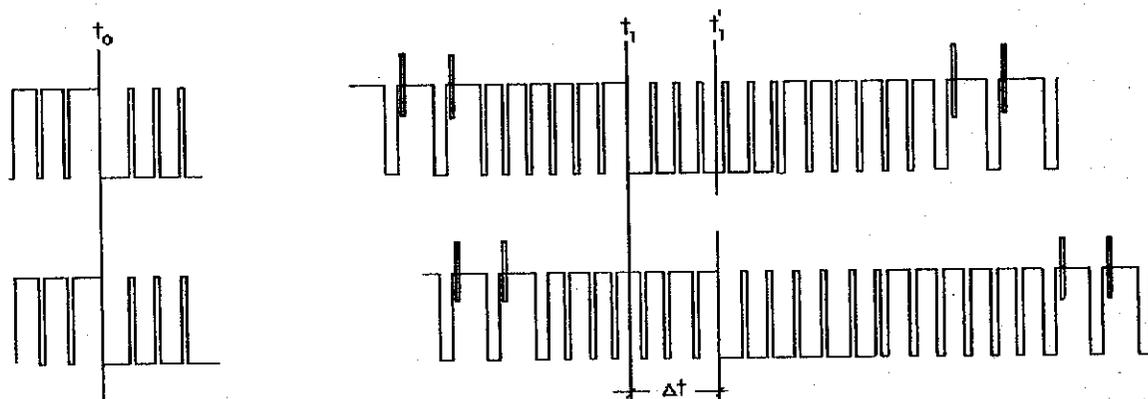


Figura 56  
RETARDO EN VERTICAL

(básicamente circuito RC). Auxiliándonos en el esquema de conexionado (Fig. 55), a manera de ejemplo para cámara 1 (trayecto AA') y cámara 2 (trayecto BB') se ubica un monitor de forma de onda en el punto M (salida del mezclador de video) para realizar en primer lugar la medición de tiempo  $\Delta t$ , y luego hacer el ajuste en cada una de las fuentes de tal manera que  $\Delta t = t_1 - t_0$  sea cero en el punto M, en el entendido de que para observar las dos fuentes en el punto M, es necesario que el mezclador de video esté en una función que permita dejar pasar ambas señales (por ejemplo en mezclado); por otro lado, vemos que existe una relación entre el tiempo de retardo y la longitud del trayecto de cable (generalmente cable coaxial) para lo cual hay que tomar en cuenta las características del cable con base en especificaciones del fabricante. Segundo, se debe realizar la medición y ajuste, si es necesario, de los parámetros involucrados dentro del intervalo de borrado vertical, los cuales con base en los reglamentos establecidos son los siguientes:

TABLA 3

	tiempo ( $\mu\text{seg}$ ) de c/pulso	amplitud (IRE) de c/pulso
1 intervalo de 6 pulsos preigualadores equivalente a 3H	2.54	40
1 intervalo de 6 pulsos de sincronismo vertical equivalente a 3H	4.7	40
1 intervalo de 6 pulsos postigualadores equivalente a 3H	2.54	40

- La misma fuente hacia dos mezcladores diferentes:

En este caso, tenemos una señal  $S_1(t)$  que parte del punto  $P_1$ (fuente) en el tiempo  $t_0$  hacia el punto  $P_2$  (mezclador 1, llegando en el tiempo  $t_1$ ) y hacia el punto  $P_3$  (mezclador 2, llegando en el tiempo  $t'_1$ ); esto implica dos trayectos diferentes de la misma fuente de señal de video, de lo cual hay que hacer una medición en el mezclador 1 y otra en el mezclador 2, y luego evaluar la diferencia de tiempo  $t'_1 - t_1$ ; esto significa realizar un ajuste de tiempo para ambos trayectos; para el trayecto 1, se realiza en la propia fuente  $S_1(t)$ ; para el trayecto 2 existen varios métodos: 1) agregando cierta longitud de cable equivalente al tiempo de retardo, 2) incrustando un circuito de retardo variable en el trayecto, 3) utilizando el circuito de compensación incluido en algunos mezcladores.

Luego se realiza la evaluación de parámetros tal y como se hizo en la sección anterior.

Generalmente se deben tener a la mano las especificaciones dadas por el fabricante para el cable o tipo de cable que se está utilizando, puesto que de ello se obtendrán los datos que van a servir en nuestros cálculos de longitud de cable contra tiempo. Lo haremos para los cables RG-59 y 8281.

Por ejemplo, para 1ηseg de tiempo tenemos:

$$\text{RG-59: } (1\eta\text{seg}) * (0.984 \text{ pies}/\eta\text{seg}) * (0.78) = 0.768 \text{ pies}$$

$$\text{RG-8281: } (1\eta\text{seg}) * (0.984 \text{ pies}/\eta\text{seg}) * (0.66) = 0.649$$

Con base en lo anterior, se obtiene a la siguiente tabla:

TABLA 4

tiempo (en ηseg)	1	2	3	4	5	10	50	100	200	400	500	1000
8281 Longitud (en pies)	0.65	1.3	1.95	2.6	3.25	6.5	32.5	64.9	129.8	259.6	324.5	649.0
RG-59 Longitud (en pies)	0.77	1.54	2.3	3.07	3.84	7.68	15.4	38.4	76.8	153.6	307.2	384 768

#### 4.3.1.3 Problemas de fase de subportadora de color entre fuentes:

- Fuentes diferentes hacia el mismo mezclador:

Cuando las señales  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ ,  $S_3(t)$ , etc. en el tiempo  $t_0$ , parten de sus respectivas fuentes con un ángulo de referencia  $\emptyset_0$ , lo cual significa que cada una de las fuentes parte con la misma fase de color, es decir, que la oscilación de muestra para color de cada una de las fuentes se encuentran en  $0^\circ$  de

desfase, y por ende todos los vectores de color representados en la componente de crominancia de la señal de video compuesta de cada fuente de video están referenciados a  $0^\circ$  de desfase; pero cuando cada una de las señales  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ ,  $S_3(t)$ , etc. llegan al mezclador de video con los ángulos  $\varnothing_1$ ,  $\varnothing'_1$ , (que corresponden a los tiempos  $t_1$ ,  $t'_1$ ), se presentaran diferentes grados de desfase en la oscilación de muestra para color de cada fuente, debido a que cada una ha viajado por diferente trayecto (longitud de cable); este desfase en los vectores de color, entre fuentes, se manifiesta en que la imagen que se está transmitiendo no tiene el color que le corresponde en cada una de las áreas representadas en la pantalla, según la magnitud del desfase es más evidente el problema. Los vectores representativos de la señal de barras de color permiten realizar una medición a través del vectorscopio de la magnitud del desfase, si por ejemplo, hay un desfase (retardo) de  $63^\circ$  todo lo que es rojo en la señal en el punto de envío se convierte en amarillo en el punto de recepción. Por lo tanto, el retardo inherente provocado por el trayecto de cable sobre los vectores de color de la componente de crominancia debe ser compensado, ya sea retrasando el ángulo de fase de la oscilación de muestra para color en la fuente de la señal  $S_1(t)$  en el instante  $t_0$ , o adelantando el ángulo de fase de la oscilación de muestra para color en la fuente de la señal  $S_2(t)$  en el momento  $t_0$ , de tal manera que al llegar al mezclador el desfase sea cero ( $\varnothing'_1 - \varnothing_1 = 0$ ). Para el efecto, cada fuente de video cuenta con un circuito de ajuste de fase de oscilación de muestra para color (básicamente circuito RC). Auxiliandonos en el esquema (Fig. 55) a manera de ejemplo para cámara 1 (trayecto AA') y cámara 2 (trayecto BB'), ubicamos un vectorscopio en el punto M (salida del mezclador de video 1) para realizar en primer lugar la medición del ángulo de desfase  $\Delta\varnothing$ , y luego realizar el ajuste en cada una de las fuentes (ver figura 57); se utiliza para el efecto los vectores de la señal de prueba de barras a color y en segundo lugar para medir y luego ajustar la amplitud de los vectores, puesto que de ello depende la cantidad de color (saturación) en la componente de crominancia.

- La misma fuente hacia dos mezcladores diferentes

En este caso, tenemos una señal  $S_1(t)$  que parte del punto  $P_1$  en el tiempo  $t_0$  y un ángulo de fase  $\varnothing_0$ , llegando al punto  $P_2$  (mezclador 1, al tiempo  $t_1$ , y ángulo  $\varnothing_1$ ) y a la vez llegando al punto  $P_3$  (mezclador 2, al tiempo  $t'_1$ , y ángulo  $\varnothing'_1$ ); esto implica dos trayectos diferentes de la misma fuente de señal, de lo cual hay que hacer una medición en el mezclador 1 y otra en el mezclador 2, y a través del vectorscopio evaluar la diferencia de ángulos  $\varnothing'_1 - \varnothing_1$ ; esto significa realizar un ajuste sobre el ángulo de la oscilación de muestra para color, en ambos trayectos; para el trayecto 1 en la propia fuente  $S_1(t)$ ; para el trayecto 2, existen varios métodos: 1) agregando cierta longitud de cable equivalente al tiempo de retardo (ángulo de desfase), 2) incrustando un circuito de retardo variable en el trayecto, 3) utilizando el circuito de compensación incluido en algunos mezcladores. Posteriormente se realiza la evaluación de vectores de color como se hizo en la sección anterior.

Generalmente se deben tener a la mano las especificaciones dadas por el fabricante para el cable o tipo de cable que se estén utilizando, puesto que de ello obtendremos los datos que van a servir en nuestros cálculos de longitud de cable.

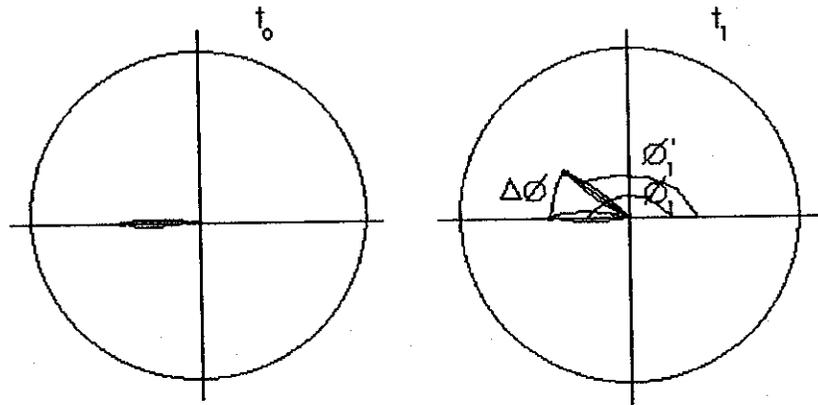


Figura 57  
RETARDO EN LA OSCILACION  
DE MUESTRA PARA COLOR

En NTSC, la frecuencia de la subportadora de color es 3.579545 Mhz (que es la misma frecuencia de la oscilación de muestra para color), por lo que el período de un ciclo de subportadora de color es  $T = (3.579545 \text{ Mhz})^{-1} = 0.2793 \mu\text{seg}$ ; puesto que un ciclo completo equivale a  $360^\circ$  entonces  $1^\circ$  de subportadora de color es equivalente a  $0.776 \eta\text{seg}$ ; ahora podemos elaborar una tabla de datos para los cables RG-59 (78% de velocidad de propagación respecto de la velocidad de la luz) y 8281 (66% de velocidad de propagación respecto de la velocidad de la luz). Por ejemplo, para  $1^\circ$  de subportadora de color:

$$(0.776 \eta\text{seg}) * (0.984 \text{ pies}/\eta\text{seg}) * (0.66) = 0.5 \text{ pies}$$

$$(0.776 \eta\text{seg}) * (0.984 \text{ pies}/\eta\text{seg}) * (0.78) = 0.6 \text{ pies}$$

TABLA 5

grados de subportadora	1	2	3	4	5	10	50	100	200	300	360
tiempo en $\eta\text{seg}$	0.776	1.552	2.32	3.1	3.88	7.76	38.8	77.6	155.2	232.8	279.36
para 8281 en pies	0.5	1	1.5	2.0	2.5	5.0	25.2	50.4	100.7	151.1	181.3
para RG-59 en pies	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	6.0	29.8	59.6	119.2	178.8	214.6

#### 4.3.1.4 Sincronización de señales de video externas al sistema:

Este problema se presenta cuando se trae una señal proveniente de una transmisión a control remoto, o cuando se trae una señal vía satélite, o vía microonda, y dicha señal va a ser mezclada o procesada dentro de nuestro sistema con otras señales generadas internamente. Los pulsos de sincronismo horizontal, vertical, oscilación de muestra para color, etc. de las señales generadas internamente no tienen problema, puesto que están siendo producidas sincronizadamente, debido a los pulsos de referencia propios de la estación, pero en el caso de la señal externa, están completamente fuera de tiempo respecto a los de la estación, por lo que se hace necesario reemplazarlos por otros pulsos que estén referenciados por el sistema.

El problema se puede manifestar de tres formas:

- a) Cuando no hay sincronización horizontal, el intervalo de borrado horizontal de la señal externa aparece como una franja vertical que se desplaza en la pantalla de un lado hacia otro.
- b) Cuando no hay sincronización vertical el intervalo de borrado vertical de la señal externa, aparece como una franja horizontal que se desplaza en la pantalla de arriba hacia abajo.
- c) Cuando no hay sincronización de color de la señal, externa ésta aparece en la pantalla con sólo la componente de luminancia, o con la luminancia y algunas franjas de diferentes colores.

La señal debe someterse a un procedimiento especial que consiste en pasar la señal externa por un procesador-sincronizador, el cual elimina el intervalo de borrado horizontal, el intervalo de borrado vertical y la subportadora de color de la señal externa, y los reemplaza por otros nuevos, los cuales están siendo generados con base en los pulsos de referencia propios de el sistema.

Finalmente dentro del mismo procesador-sincronizador, se procede a ajustar los tiempos (retardos) de horizontal y vertical y de subportadora de color.

## CONCLUSIONES

1. La medición de los parámetros de operación, en los diferentes trayectos por los que se lleva la señal de video compuesto, dentro de un sistema de televisión, permite ubicar y enmarcar el dispositivo o trayecto que está afectando el correcto funcionamiento del sistema.
2. La señal de video compuesto, y por ende los parámetros de operación en ella involucrados en su recorrido, a través de algún trayecto de cable, y a su paso a través de algún dispositivo electrónico (dígase procesador, mezclador de video, enlace de microonda, etc.), es afectada inevitablemente por distorsiones.
3. Las señales de prueba de video compuesto, tales como señal de prueba compuesta, señal de prueba combinada y señal de barras de color; incluidas como señales de prueba de intervalo vertical (en las líneas 17,18,19); permiten realizar las mediciones y correcciones necesarias sobre la señal que se está transmitiendo al aire, sin tener que interrumpir la programación regular.
4. Los pulsos principales o de referencia constituyen parte vital de un sistema de televisión, por lo que la ausencia (o falla) parcial (o total) de cada uno de los parámetros involucrados en ellos, puede dar lugar a un incorrecto funcionamiento de la estación televisora.
5. En un sistema de televisión, a través del control de los parámetros de operación de las fuentes de señal, en diferentes puntos, se puede detectar algún dispositivo o trayecto que esté fallando.
6. El uso de las señales de prueba, tanto de video compuesto como de audio, es determinante para detectar algún trayecto o dispositivo, dentro del sistema, que esté produciendo alteraciones en el comportamiento normal de los parámetros de operación.

## RECOMENDACIONES

1. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que involucre análisis, mediciones y correcciones de los parámetros de operación, y con base en la configuración del sistema, permita un perfecto control de calidad de las señales que se están transmitiendo al aire.
2. Realizar un estudio, con base en especificaciones y características dadas por los fabricantes de cables coaxiales y líneas de transmisión, para reducir los efectos de las distorsiones.
3. Que se establezca, formalmente, el uso de las señales de prueba VIRS, VITS, durante todo el tiempo de transmisión al aire.
4. Evaluar periódicamente cada uno de los pulsos principales o de referencia, así como los parámetros de operación con ellos involucrados, con el fin de reducir al mínimo el número de fallas en el funcionamiento de la estación televisora.
5. Elaborar un sistema paralelo en los trayectos más importantes (o en lugares donde se ha determinado la factibilidad de algún problema) del sistema, como una forma que permita solventar cualquier eventualidad.
6. Utilizar equipos generadores de señales de prueba de video y audio, que hayan sido sometidos a calibraciones periódicas.

## BIBLIOGRAFIA

- BETHENCOURT MACHADO, Tomás. Sistemas de televisión clásicos y avanzados. España. : Departamento de publicaciones RTVE, 1,991.
- CRAIG, Margaret. Television measurement. (NTSC systems). U.S.A. : s.p.i. 1,989.
- FINK, Donald G. Television engineering handbook. U.S.A.: Edit. McGraw-Hill. 1,957.
- PANK, Bob. The digital fact book. A reference manual for the broadcast television and post production industry. U.S.A. : s.p.i. 1,994.
- WATKINSON, John. An introduccion to digital video. Great Britain: Library of congress cataloguing in publication data. 1,994.
- Color picture monitor. Tektronix, manual technical. U.S.A. : s.p.i. 1,977.
- Engineering handbook. National association of broadcasters. Seventh Edition. U.S.A. : s.p.i. 1,985.
- NTSC vectorscope. Leader, manual technical. U.S.A. : s.p.i. 1984.
- Television operational measurements. Tektronix. Third Edition. U.S.A. : s.p.i. 1,989.
- Tomorrow's television. Society of motion picture and television engineers. U.S.A. : s.p.i. 1,982.
- Waveform monitor. Tektronix, manual technical. U.S.A. : s.p.i. 1,984.
- Word's television standards. Pesa Electrónica S.A. s.l.i. s.p.i. s.f.