



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS Y DISEÑO INTEGRAL DE UN CENTRO DE SUPERVISION, CORRECCION Y DISTRIBUCION DE SEÑALES DE T.V. UTILIZANDO SISTEMAS DE TRANSMISION POR FIBRA OPTICA Y MICROONDAS PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACION.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA DE INGENIERIA ELECTRICA Y
E L E C T R O N I C A
P R E S E N T A N :
PATRICIA ARANDA MELO
MAURO DURAN CHAVEZ
JAVIER MEJIA VILLEDA
JUAN HUGO OSORIO LEZAMA

DIRECTOR: ING. MIGUEL ANGEL CRUZ LEON

CIUDAD UNIVERSITARIO, MEXICO, D. F.

1998



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

263685



Universidad Nacional
Autónoma de México

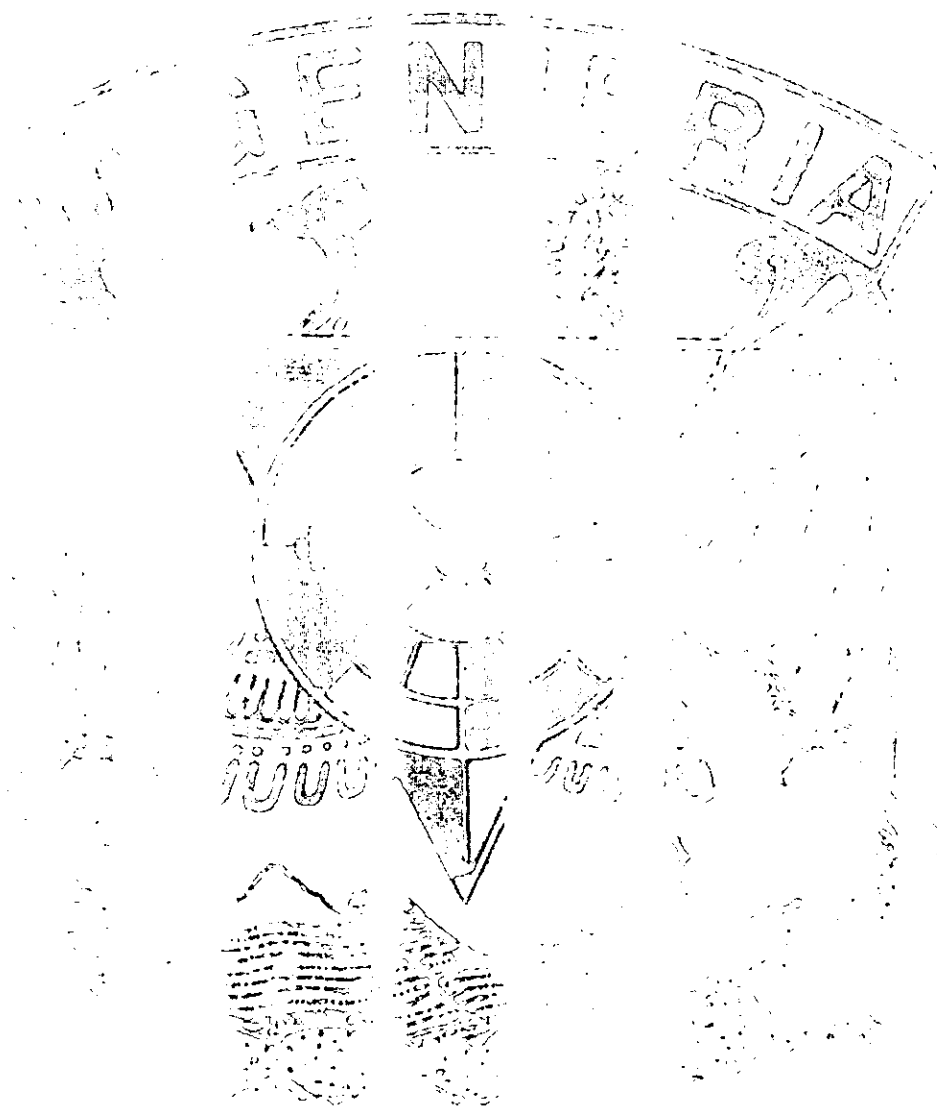


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Agradecimiento :

A la *UNAM* nuestra Alma Mater y

en especial a la *Facultad de Ingeniería*.

Por los conocimientos otorgados.

Por todos los momentos inolvidables que vivimos en ella.

A quien le debemos nuestra formación profesional y por

quien asumimos nuestra responsabilidad y orgullo de ser

universitarios.

A el *ING. Miguel Angel Cruz León*

Nuestro director de tesis quien con su asesoría y paciencia

nos brindó la oportunidad de ver terminado este trabajo.

Agradecimientos :

A mi abuelita *María Luisa* a quien admiro y respeto por el ejemplo de fortaleza y cariño que siempre he visto en ella.

A mi mamá y gran amiga *Irma* por su apoyo incondicional, este trabajo es el resultado de grandes esfuerzos que juntas realizamos durante años con todo el amor que tengo por tí , gracias .

A mis hermanos *Moy, Luis, Tere y Bety* por su ayuda, cariño, comprensión y sobre todo por permitirme compartir ese valor y coraje para extraer lo mejor de nosotros mismos.

A mi *equipo de tesis* por crear ese ser fuera de serie llamado “Nosotros” y a través de esté buscar siempre hacer lo mejor y olvidarnos de quien es el mejor.
La conclusión de está tesis es una expresión plena de nuestras potencialidades.

A mis amigos y compañeros *Javier, Miguel Angel, Mauro, Hugo* entre otros por su amistad, cariño, experiencias, conocimientos, paciencia y tiempos compartidos .

También quiero agradecer a aquellas personas que han sido parte importante en el transcurso de mi vida. Por todo lo bueno y malo que he obtenido de ellas, ya que gracias a todas las experiencias acumuladas es como las personas se van forjando.

¡ Gracias por todo lo que hemos vivido !

PATRICIA ARANDA MELO.

Agradecimientos :

A MIS PADRES

Por el gran apoyo que durante mi etapa estudiantil me brindaron, así como los valiosos principios morales, éticos y profesionales que me fomentaron.

A MI ESPOSA

Por toda la paciencia que has tenido para mí, por que siempre creíste en mí y por que siempre seas el otro pilar en nuestra familia.

A MIS HIJOS

Por ser mi fuente de inspiración, mi fortaleza.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Por el gran equipo que formamos al desarrollar un hermoso proyecto lleno de Ingeniería.

A MIS AMIGOS

En especial a ti hermano y ahora primo por escuchar cuando hablo, estar cuando busco y pensar cuando callo.

MAURO DURÁN CHÁVEZ

Agradecimientos :

A MIS PADRES

Prudencio y Guadalupe, porque gracias a su apoyo, comprensión y dedicación he logrado realizado una de mis principales metas.

A MIS HERMANOS

José Juan, Raúl y José Antonio, por el apoyo recibido por parte de ellos y por aceptarme como soy.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Paty, Hugo y Mauro, por ser un equipo inolvidable.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Por la convivencia y apoyo que tuvimos durante nuestra formación.

Y a todas las personas que siempre me apoyaron , Gracias

JAVIER MEJÍA VILLEDA

Agradecimientos :

A MIS PADRES

Por que gracias a ustedes que me dieron su apoyo y comprensión, he realizado una de mis grandes metas.

A MIS HERMANOS

Por toda la ayuda y comprensión que me han brindado.

A MI ESPOSA

Por entenderme y apoyarme en terminar una de mis metas.

A MI HIJA A. MICHELLE

Por que eres una motivación muy especial, pequeña mia.

JUAN HUGO OSORIO LEZAMA

Debido al aumento de aparatos de televisión en todos los países, se inició el uso de transmisiones de señales de video y audio como medios masivos de comunicación; siendo éste explotado día con día por empresas de televisión al momento que ocurren las noticias.

Estas empresas para la cobertura de eventos a nivel nacional necesitan una mayor capacidad de transmisión de señales de T.V.

Existe una creciente demanda de conducción de señales de T.V. para cubrir noticias, espectáculos, y eventos ocasionales como sucesos políticos, sociales, culturales o deportivos. Se necesita que estas señales sean manejadas con eficiencia, teniendo mayor cobertura y por si fuera poco también se requiere la supervisión y el procesamiento para mejorar su calidad.

Para la solución de este problema se propone el diseño de un centro de supervisión de señales de T.V. en sistemas de transmisión con enlaces de microondas y fibra óptica, siendo éste manejado como medio de corrección y distribución de señales de televisión.

Tomando en cuenta que el desarrollo de este sistema debe optimizar funcionalidad y costos.

Para lograr proporcionar eficientemente la conducción de servicios de televisión ocasionales y permanentes, con cobertura nacional e internacional minimizando costos se debe partir del conocimiento de las teorías básicas de la transmisión de señales de T.V.; de las normas aceptadas en nuestro país para la transmisión de señales de televisión y la información suficiente acerca de las mediciones en un enlace de microondas y fibra óptica. Así como los últimos avances de la tecnología.

ÍNDICE

Prefacio

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

<i>1.1 Antecedentes</i>	3
-------------------------	---

CAPÍTULO II SEÑALES DE T. V.

<i>2.1 Introducción a las señales de TV comercial</i>	17
---	----

2.1.1 Aplicaciones de la TV	21
2.1.2 Empresas y Servicios	23
2.1.3 Competitividad en la TV comercial	29

<i>2.2 Teoría de las señales de TV</i>	30
--	----

2.2.1 Elementos de imagen	30
2.2.2 Exploración horizontal y vertical	32
2.2.3 Información de la señal de video	34
2.2.4 Frecuencia de cuadro y de campo	35
2.2.5 Frecuencias y Tiempos de exploración vertical y horizontal	36
2.2.6 Sincronizaciones horizontal y vertical	37
2.2.7 Borrados horizontales y verticales	39
2.2.8 Señal de video compuesta en blanco y negro	40
2.2.9 Señal de video compuesta a color	45
2.2.10 Cámaras de televisión	73
2.2.11 Tubos de imagen	79
2.2.12 Sistemas de TV en color NTSC, SECAM y PAL	91

CAPÍTULO III EVALUACIÓN DE LAS SEÑALES DE TV

<i>3.1 Parámetros, Técnicas de medición y Ruido en TV</i>	109
---	-----

3.1.1 Distorsiones no lineales	116
--------------------------------	-----

3.1.2	Distorsiones lineales	127
3.1.3	Ruido	136
3.1.4	Evaluación de la señal de TV	145
3.2	<i>Equipos de Medición</i>	148
3.2.1	Diagrama básico de monitoreo de señal de TV (Audio y Video)	148
3.2.2	Monitor de Forma de Onda	149
3.2.3	Monitor Vectorscopio	150
3.2.4	Monitor de Video	151
3.2.5	Medidor de nivel de audio y Bocinas	152

CAPÍTULO IV MEDIOS DE TRANSMISIÓN

4.1	<i>Transmisión de señales de TV por microondas (μ o) utilizando modem analógico</i>	157
4.1.1	Diagrama esquemático de un radioenlace	158
4.1.2	Modulador Analógico	159
4.1.3	Demodulador Analógico	163
4.1.4	Transmisor de Microondas (transmisor : Radio Analógico)	165
4.1.5	Receptor de Microondas (receptor : Radio Analógico)	167
4.2	<i>Transmisión de señales de TV por microondas utilizando Codec de T.V. y Modulador 16 QAM en un radioenlace</i>	169
4.2.1	Codificador de T.V.	170
4.2.2	Decodificador de T.V. Receptor	176
4.2.3	Modulador 16 QAM	183
4.2.4	Demodulador 16 QAM	186
4.2.5	Transmisor de Microondas (transmisor : Radio Digital)	189

4.2.6	Receptor de Microondas (receptor : Radio Digital)	191
4.3	<i>Transmisión de señales de TV por fibra óptica utilizando Codec de T.V.</i>	193
4.3.1	Conjunto Codificador y Decodificador de T.V.	194
4.3.2	Transmisión de Jerarquía Digital Síncrona (SDH)	195
4.3.3	Receptor de Jerarquía Digital Síncrona (SDH)	199

CAPÍTULO V REQUISITOS DEL DISEÑO

5.1	<i>Distribución de Plazas</i>	205
5.2	<i>Ubicación del Centro de Supervisión, Corrección y Distribución de señales de TV (C E S C O D)</i>	208
5.3	<i>Selección de Equipo</i>	208

**CAPÍTULO VI DISEÑO DEL CENTRO DE SUPERVISIÓN
CORRECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN (C E S C O D)**

6.1	<i>Características del área del C E S C O D</i>	218
6.1.1	Dimensiones del área total	218
6.1.2	Distribución del área	219
6.1.3	Alimentación de Energía Eléctrica al C E S C O D	222
6.1.4	Temperatura del C E S C O D	225
6.1.5	Medidas de Seguridad	232

6.2	<i>Desarrollo de la Consola de Monitoreo</i>	235
6.2.1	Dimensiones de la consola de monitoreo	235
6.2.2	Distribución de consola	240
6.2.3	Equipos que integran la consola de monitoreo	240
6.2.4	Medidas de seguridad en la consola de monitoreo	244
6.3	<i>Desarrollo de la Isla de Control</i>	246
6.3.1	Dimensiones de la isla de control	246
6.3.2	Distribución de la isla	248
6.3.3	Equipos que integran la isla de control	249
6.3.4	Medidas de Seguridad y Optimización de la isla de control	251
6.4	<i>Costos de Equipos del Área de Operación</i>	252
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES		257
APÉNDICES		
I	<i>Televisión Digital</i>	1 - I
II	<i>Televisión de Alta Definición</i>	2 - I
III	<i>Normas</i>	3 - I
BIBLIOGRAFÍA		

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 ANTECEDENTES

Una característica del ser humano es su necesidad de comunicación, es el único animal con una característica de comunicación tan sofisticada y a la vez tan práctica como el habla. Esto le ha permitido el sobrevivir y el predominar entre las demás especies. Su "debilidad" física en comparación con otras especies que poseen fuertes garras, dentaduras o que pueden volar o correr rápidamente le fue compensado con la utilización de herramientas, de esta forma, fue satisfaciendo sus necesidades e incrementando sus comodidades, al mismo tiempo que evolucionaba sus formas de organización y también aumentaba sus conocimientos y mejoraba su tecnología.

Mucho antes del descubrimiento de la electricidad, el hombre había encontrado el sistema de transmitir información más aprisa de lo que podía caminar, correr o montar. Se enviaban mensajes por medio de humo, tambores o luces.

Agamenón, nos habla del envío de señales por medio de antorchas; Polibio realiza una descripción de una comunicación por medio de señales de fuego y la forma de transmisión de los indios de las praderas americanas, mediante señales de humo, son formas primitivas de comunicaciones visuales. También podemos mencionar el sistema de comunicación marítima, ideado por Jacobo II, mediante banderas, que luego sería sistematizado por Kempenfeldt y el conde de Howe a finales del siglo XVII, como un alfabeto naval de comunicación.

Hasta la Revolución Francesa se desarrolla la telegrafía. Claude Chappe se dedicó en 1790 al estudio del problema de la telegrafía a larga distancia. Recomendó que se levantasen una serie de estaciones equipadas con brazos que hacían de semáforos y telescopios; de forma que se pudieran enviar mensajes en un código predeterminado. El futuro de las comunicaciones a distancia estaba reservado al telégrafo eléctrico, que se desarrolló en Gran Bretaña en la década de 1830. En 1753, en el Scots Magazine, se describía un sistema de comunicación compuesto por veintiséis alambres distintos, que correspondían a las veintiséis letras del alfabeto inglés. En 1770 M. Lomond, exhibía un telégrafo similar en París. En 1795 Francisco Salvá empleaba en España un sistema de alambres múltiples. En 1816 Francis Ronalds realizó una demostración práctica de telégrafo en Londres.

La aparición de la pila voltaica, en 1800, permitió avanzar las posibilidades del telégrafo eléctrico. El primero en utilizarla fue el alemán S.T. Von Sommering, quien hizo una demostración al barón Pawel L. Shilling; pero el sistema era muy primitivo.

Christian Oersted en 1820, confirmó que un alambre cargado con una corriente eléctrica producía una fuerza que actuaba como un imán este acontecimiento fue de gran importancia para la telegrafía. Así, a partir de 1822 Schilling hizo una serie de experimentos con detectores electromagnéticos. En 1836, William Cooke aplicó el telégrafo electromagnético en la línea de ferrocarril Liverpool-Manchester, pero al tener

problemas técnicos, se asoció a Charles Wheatstone. Ambos socios obtuvieron la patente en junio de 1837.

Mientras, el norteamericano Samuel Morse desarrolló un código de transmisión en 1822. El telégrafo de Morse consistía en una fuente de energía eléctrica, una llave de transmisión, un receptor en forma de un resonador electromagnético, y un cable de unión. Al presionar sobre la llave se activa el electroimán del resonador. El imán entonces hacía mover el resonador con un clic que se podía percibir. Como complemento a su aparato, Morse ingenió su célebre clave de puntos y rayas. La más ligera presión sobre la llave transmitía un punto. Si se mantenía una pequeña fracción de segundo más, enviaba una raya; el primer mensaje fue transmitido en mayo de 1844.

El telégrafo era un sistema para transmitir mensajes codificados, que tenían que ser escritos a mano en el extremo receptor; por ello se inventó en 1845 un método para la impresión de los mensajes, siendo Wheatstone quien patentó un telégrafo impresor en 1860.

El sistema de telégrafos también se había desarrollado mientras tanto en otros países, y así, a propuesta de Wheatstone, en 1851 se conectó Gran Bretaña con el continente a través de un cable submarino. El siguiente reto fue unir Europa con América. Después de varios intentos fracasados, el éxito sobrevino en 1866.

Telégrafo de imágenes.

En 1842, Alexander Bain, un físico inglés, hizo una propuesta para un sistema de transmisión telegráfica en facsímil por medio de hilos. El método de Bain hacía necesaria la acción sincronizada para dividir la imagen en elementos en el transmisor y el receptor, y para conseguirlo hizo uso de unos péndulos oscilantes controlados eléctricamente estableciendo así varios de los principios fundamentales que rigen aún. En el transmisor, las letras estaban dispuestas en tipos metálicos y eran reproducidas en el receptor por un contacto en movimiento sobre papel tratado químicamente.

Otro telégrafo químico fue el de F. Bakewell en 1874. Este sistema consistía en un transmisor y un receptor, cada uno disponía de un cilindro metálico y una aguja que trazaba una espiral a lo largo de su longitud. Usando goma laca en el cilindro transmisor y haciendo girar los dos cilindros exactamente al mismo paso, podía hacerse que la aguja del extremo receptor trazase sobre papel tratado químicamente lo que en realidad era el negativo de la imagen en el cilindro transmisor.

Un italiano, Abbé Caselli, registró una patente en Inglaterra en 1861 para un procedimiento de fototelegrafía. La parte principal de su aparato era un cilindro cubierto con una hoja de estaño. Pudo enviar imágenes, transmitiéndolas por pequeñas partes, así como mensajes escritos a mano. No obstante, como no era posible parar el tráfico telegráfico normal durante el largo proceso de transmisión, la imagen aparecía a menudo cubierta de puntos y rayas.

El ingenio de Morse, con su incesante tic-tac, transmitiendo sus mensajes cifrados en líneas, pronto llevó a los hombres de imaginación a pensar que si tales sonidos se podían

enviar por medio de la línea, también se podría enviar la voz humana de la misma manera. El soñador destinado a realizar esta hazaña era Alexander Graham Bell.

Bell, inspirado en las investigaciones sobre la reproducción del sonido del físico Hermann Helmholtz, patentó el teléfono en 1876, incorporando un micrófono electromagnético. La primera compañía telefónica en Gran Bretaña se formó en 1878.

Los descubrimientos de Faraday, en 1831, sobre el electromagnetismo los estaba matematizando James Clerk Maxwell, quien demostró en 1865, que la propagación de las perturbaciones eléctricas es semejante a la de la Luz, y afirmó la identidad de ambos fenómenos. Heinrich Hertz, descubrió las ondas electromagnéticas deducidas como consecuencia de la teoría de Maxwell. Hertz demostró que un flujo de corriente en un circuito eléctrico podía inducir un flujo correspondiente en un circuito sintonizado, pero no directamente conectado con el primero. Hertz en 1880, probó la similitud general de las ondas electromagnéticas y luminosas, siendo la diferencia esencial la longitud de onda; sin embargo no mostró interés por las posibilidades prácticas de su descubrimiento.

Guglielmo Marconi se interesó por los estudios de Hertz y decidió repetirlos, se trasladó a Gran Bretaña para difundir sus investigaciones. En junio de 1896 obtuvo la primera patente británica para un sistema de telegrafía sin hilos basado en los principios hertzianos con longitudes de onda entre 300 a 3000 metros. Y el 12 de diciembre de 1901 consiguió un importante éxito con la transmisión transatlántica entre Cornualles y Massachusetts.

Así, a principios del siglo XX se tenían las primeras formas de comunicación eléctrica. La telegrafía eléctrica era ya algo corriente y aceptado como servicio. En las zonas urbanas, el teléfono empezaba a usarse sobre la base de centrales telefónicas, la radio salvo para los directamente implicados, no era más que una novedad. La ingeniería electrónica estaba todavía en su infancia para poder ofrecer soporte técnico. Después de la transmisión de Marconi en 1901, el progreso de la radio fue rápido, gracias a las mejoras en los medios de transmisión y recepción; el avance más importante fue la invención de la válvula termoiónica, en cuyo desarrollo participaron J. A. Fleming y Lee De Forest. Fleming construyó el primer diodo y Lee De Forest, pionero de la radiodifusión en Estados Unidos, patentó en 1907 el triodo, que utilizó para amplificar corrientes electroónicas débiles.

R.A. Fessenden en 1912 construyó un circuito heterodino, que combinaba la señal recibida con una onda local generada en la estación receptora. En 1920, la técnica superheterodina fue patentada por E.H. Armstrong de la universidad de Columbia.

Hasta el final de la Primera Guerra Mundial, el triodo era la única válvula de uso general, pero en los años entre guerras se desarrollaron tipos más sofisticados, principalmente con el fin de reducir el acoplamiento entre electrodos. En 1947, y cuando trabajaban en los Bell telephone Laboratories, William Shockley, John Bardeen y Walter Brattain, inventaron el transistor, que hace muchas de las funciones del tubo al vacío con menos gasto de energía. Con el transistor, el voluminoso equipo electrónico reducía

muchísimo su tamaño, con lo cual se difundió masivamente la radio y alboreó una nueva era en las comunicaciones.

Debia considerarse lógico que ver por radio debía ser una continuación de oír por radio, por lo menos en términos de progreso tecnológico, a pesar de que la posibilidad de ver a distancia estaba en la mente del hombre mucho antes que la radiodifusión fuese una realidad. Sin embargo, la evolución de la transmisión de imágenes se hizo lenta, pues no podía ser realidad hasta no resolverse dos problemas:

Como convertir las intensidades variantes de energía luminica en corriente eléctrica igualmente variantes, y como analizar cada porción minúscula de la imagen en forma de secuencia.

El funcionamiento de la televisión depende de la relación entre la luz y la electricidad. En 1939 Edmond Becquerel descubrió los efectos electroquímicos de la luz. Bequerel observó que cuando dos placas de metal eran sumergidas en un electrolítico, se desarrollaba un potencial eléctrico entre ellas cada vez que un haz de luz iluminaba una de las placas. Este es uno de los requisitos fundamentales de cualquier sistema de televisión, el efecto eléctrico producido por la luz, o la fotoelectricidad.

Las primeras células sensibles a la luz

El primer efecto fotoconductor fue observado en 1873 por Josep May, trabajando con resistencias en forma de barras de selenio, vio que había variaciones de la resistencia eléctrica de las barras de acuerdo con la intensidad de la luz a que estaban sujetas. Aunque este descubrimiento respecto al selenio no tuvo un resultado práctico inmediato, puso en evidencia la posibilidad de hacer una célula fotosensible. Poco después, en 1877, apareció un instrumento que permitía modular por medios eléctricos, un haz de luz polarizado, era la célula de Kerr.

En 1905, Julñius Elster y Hans Geitel desarrollaron la célula fotoeléctrica, que reaccionaba más de prisa a las variaciones de luz que la célula de selenio.

Mecanismos de exploración.

M. Senlacq of Ardres en el año 1878 incorporaba el importante principio de la exploración. En su propuesta, la imagen que iba a ser transmitida era dibujada por un trozo de selenio moviéndose a través de las superficies de una pantalla o cristal despulido, mientras en el receptor de la imagen era dibujada de nuevo, esta vez con un lápiz corriente controlado por un electroimán. A medida que la aguja copiadora del transmisor registraba la luz y la sombra de la imagen, las corrientes variables que se producían pasaban al receptor, donde hacían variar la presión de la punta del lápiz sobre el papel reproduciendo de esta manera la imagen con las luces y sombras necesarias. Esto relaciona la telegrafía de imágenes más que con la televisión.

En 1881, la máquina de Shelford Bidwell fue usada para transmitir siluetas y empleaba un verdadero mecanismo de exploración. Un grabado de las sombras de la imagen que iba a ser transmitida era proyectado sobre la parte frontal de una pequeña caja con un orificio de alfiler y una célula de selenio en su interior. La imagen era explorada

moviendo la caja de arriba a abajo en dirección vertical y también ligeramente de izquierda a derecha. El receptor consistía en un cilindro de bronce cubierto de platino y recubierto a su vez con un papel humedecido con yoduro potásico. Una punta de platino trazaba líneas sobre el papel y cuya intensidad variaba de acuerdo con la corriente que pasaba por la célula de selenio y así reproducía las sombras de la imagen.

El principio de la exploración iba a ser reconocido como vital para cualquier sistema de transmisión de imágenes con tal de evitar las múltiples conexiones entre el transmisor y el receptor. El procedimiento de exploración consistía en analizar la imagen en distintas direcciones y transmitir después cada pequeño elemento en rápida sucesión y con el sincronismo necesario entre el transmisor y receptor. Si la imagen era explorada rápidamente y con la suficiente frecuencia, el ojo recibiría la impresión de una imagen completa.

Disco de Nipkow. El ingeniero Paul Nipkow patentó en 1884 su disco de exploración. El dispositivo exploraba el principio básico del que depende la televisión, la característica del ojo humano conocida como la persistencia de la visión. El disco, de gran diámetro, tenía cerca de su periferia una serie de agujeros dispuestos en forma de espiral. Estos discos de exploración eran usados tanto en el receptor como en el transmisor y funcionaban en sincronización. Cuando el disco de transmisión era colocado entre un foco de luz y un objeto y era girado lentamente, la luz brillaba a través de un agujero cada vez. Después de una vuelta completa, cada elemento del objeto había sido iluminado por el estrecho haz de luz de la lámpara. El disco de Nipkow no tuvo éxito debido a dos razones principales, la reacción lenta del selenio a la luz y la falta de medios eficientes para ampliar los impulsos eléctricos que proporcionaba la célula.

Experimentos con rayos catódicos.

Un rayo catódico es la descarga de electricidad del electrodo negativo o cátodo en un tubo de vacío cuando es aplicado un alto potencial positivo al ánodo electrodo situado al otro extremo del tubo, produciéndose así un resplandor fluorescente en el cristal del tubo.

William Crookes construyó el electrodo adicional, en forma de cruz de Malta, su sombra se proyectaba sobre la fluorescencia de la pared del tubo. Ambrose Fleming, inventó la válvula termiónica, hizo más tarde experimentos con el tubo de Crookes y descubrió que cuando enrollaba un hilo conductor alrededor del tubo y hacía pasar una corriente por el hilo, los rayos catódicos podían ser derivados y, hasta cierto punto, enfocados.

Tubo de Braun. En 1897 cuando Karl F. Braun construyó el osciloscopio de rayos catódicos. Era parecido al tubo de Crookes, Braun dirigía los rayos catódicos hacia un diafragma con una abertura y los hacía incidir sobre una pantalla de mica al final del tubo, recubierta de material fluorescente. Aplicando un campo magnético exterior en el cuello del tubo, podía desviar los rayos de manera que el punto luminoso donde los rayos encontraban la pantalla, podía ser movido a cualquier lugar de la pantalla.

Televisión de baja definición.

En 1907, Lee de Forest, insertando un electrodo adicional, la rejilla, dentro de la válvula termoiónica (bulbo), hizo posible la amplificación de señales electrónicamente.

En 1908, Campbell Swinton proponía un sistema completo de televisión aplicando un tubo de rayos catódicos tanto en el transmisor como en el receptor.

Herbert Ives, apoyado por los recursos de Bell Telephone Laboratories. Usando los elementos del disco de Nipkow, la célula y el tubo fluorescente, consiguió una gran imagen de 50 líneas. Durante 1928 Dr. E. F. W. Alexanderson transmitió las primeras emisiones experimentales regulares del mundo. El número de líneas era solo de 24.

En 1926 Jhon Logie Bair, en su equipo que contaba de un disco de Nipkow y una célula de selenio, consiguió transmitir imágenes en movimiento del rostro humano con cierto grado de luz y sombra. La definición de la imagen era de 30 líneas, siendo el área de la imagen de 5 X 4.8 cm. La British Broadcasting Corporation (BBC), ofreció en 1929, un segundo servicio regular de transmisión de televisión, en el que se invitó al público a comprar receptores. La definición era de 30 líneas, empleando un canal normal de radiodifusión. La totalidad del canal estaba ocupado por la señal de video, y la primera transmisión simultánea de visión y sonido no tuvo lugar hasta el 31 de marzo de 1930.

Televisión de alta definición.

Vladimir Zworykin se unió a Westinghouse y empezaron a investigar sobre la televisión electrónica. Su primera patente sobre el iconoscopio fue registrada en 1923 y en 1929 demostró su primera lámpara electrónica para cámara.

Exploración entrelazada. Esta exploración se hizo para duplicar la relación efectiva de repetición de la imagen y evitar así el parpadeo. Por este método, la imagen es explorada dos veces, primero por las líneas pares y después por las líneas impares, constituyendo cada exploración, un campo. En 1923 fue inventado por R. C. Ballard.

Disector de imagen. Otro sistema electrónico fue el de Philo T. Farnworth, quien patentó su lámpara de cámara, el disector de imagen, en 1927. Farnworth hacía pasar la imagen electrónica entera por una abertura de exploración que la recortaba en tantos segmentos como números de elementos eran necesarios para transmitir la imagen. Dado que el disector de imagen no hacía uso del principio de almacenamiento, resultaba extremadamente insensible, aunque Farnworth más tarde remedió esto con un multiplicador de electrones, que hacía uso de una emisión secundaria para aumentar el pequeño número de electrones que entraba por la abertura de exploración. La lámpara disectora no llegó nunca a usarse en una cámara comercial de televisión, pero su relación directa entre la intensidad de entrada de la luz y la intensidad de la señal de salida hizo de ella un dispositivo popular para el telecine.

Lámparas para cámara. Cuando los servicios de televisión empezaron de nuevo en 1946, las lámparas de cámara en uso en Inglaterra eran el Emitron y el Super Emitron o iconoscopio de imagen. En esta lámpara, la emisión secundaria de electrones procedentes del mosaico tenía como finalidad aumentar unas diez veces la sensibilidad del iconoscopio.

El Super Emitron fue introducido en 1939 pero la guerra puso fin a su aplicación. Su análogo, el iconoscopio de imagen fue desarrollado durante los años cuarenta en los E. U.

La lámpara o tubo orticón de RCA, así llamado porque el emisor de electrones estaba directamente frente al mosaico en vez de tomar una disposición oblicua como en el iconoscopio, constituía un planteamiento algo distinto, aunque fue pronto reemplazado por el orticón de imagen, anunciando en 1946. Este tubo hace uso de un amplificador electrónico de la imagen (como el iconoscopio de imagen), un eficiente haz de baja velocidad (como en el orticón), y un multiplicador de electrones. Como resultado, el orticón de imagen alcanzaba una sensibilidad casi cien veces mayor que la de los anteriores tubos de cámara, junto con el hecho de estar notablemente libre de señales parásitas.

Todas las lámparas mencionadas hasta aquí se caracterizan por el hecho de tener una superficie fotoemisiva, aunque es posible hacer uso de las propiedades fotoconductoras para producir tubos de cámara con una potencia de salida muy superior a la del orticón de imagen. A pesar de que la cualidad fotoconductoras del selenio había sido descubierta desde hacía mucho tiempo, no fue hasta 1950 en que el primer tubo comercial de este tipo, el vidicón, fue anunciado por RCA. La gran sensibilidad de las sustancias fotoconductoras hizo posible eliminar tanto el amplificador electrónico de imagen como el multiplicador de imagen del orticón de imagen. A pesar de que el vidicón tiene una tendencia a producir franjas sobre la imagen cuando se produce un rápido movimiento, a menos que la iluminación sea muy fuerte, el hecho de ser compacto, barato y fácil de manejar lo hace más adecuado para muchas clases de trabajo, tales como los desentendidos circuitos cerrados de televisión, conferencias, y equipos reproductores de películas (telecine).

El siguiente paso importante tuvo lugar en 1964 al ser dado a conocer por Philips Gloeilampenfabrickcn en Eindhoven el tubo Plumbicón. Se trata de un tubo fotoconductor reproductor similar al vidicón, pero en él la sustancia fotoconductoras es el monóxido de plomo en vez del sulfuro de antimonio o de selenio. En el plumbicón, los inconvenientes del vidicón están muy reducidos, y ha ganado un importante puesto, especialmente para la televisión en color.

La televisión en color. En 1909, A. C. y L. S. Andersen de Dinamarca propusieron un sistema de televisión en color consistente en una célula de selenio, exploración mecánica y un prisma para dispersar el sujeto en sus componentes de color. Un disco coloreado y sincronizado en el receptor reconstruía los colores y los proyectaba sobre la pantalla. En los años veinte, H. E. Ives en los E. U. y Baird en Inglaterra dieron a conocer unos sistemas rudimentarios de color.

En 1939, el ingeniero mexicano Guillermo González Camarena inventó un sistema de televisión cromático, donde desarrollo un sistema bicolor simplificado de menor costo, con menos bulbos y circuitos de codificación. A partir de este momento en diferentes países del mundo surgieron otros procedimientos más elaborados y mejor financiados, pero con la idea de nuestro inventor.

En 1940 RCA reveló un método óptico y electrónico de televisión de color que hacía uso de tres cámaras orticón con un filtro de colores en cada una, rojo, azul y verde.

Se usaban tres kinescopios en el receptor, uno con sustancia fosforescente sensible al rojo, conocido como sistema simultáneo de campo.

En el sistema de campo secuencial, los filtros rojos, verde y azul giraban enfrente del tubo de la cámara en sincronización con la exploración del campo y con los discos correspondientes en el receptor. El observador veía así un campo componente del verde, del azul y del rojo en sucesión rápida de forma que los tres emergían para formar una sola imagen de color natural. El sistema secuencial de campo fue desarrollado por el doctor P. Goldmark para CBS, y demostrando en los E. U. en 1940 y otra vez después de la guerra.

Tanto el sistema de campo simultáneo como el de campo secuencial tenían los inconvenientes fundamentales el ancho de la banda en video tenía que ser tres veces el de una película en blanco y negro de la misma definición; y no eran compatibles, no podían ser recibidos por los receptores para blanco y negro.

Sin embargo, fuertes intereses en el campo de la electrónica en E. U., dirigidos por CBS, estuvieron presionando para que se adoptase un sistema no compatible; sus oponentes, RCA, tomaron el punto de vista de que con más de 10 millones de aparatos ya en uso, la compatibilidad era esencial. Por tanto, y con la ayuda de otras secciones de la industria siguieron hasta terminar el primer sistema de color totalmente compatible. Fue respaldado por la NTSC, en diciembre de 1953, bajo cuyo nombre se conoce actualmente.

La prehistoria de la televisión cubre los 80 años que van desde el primer intento de ver a larga distancia en los años cuarenta hasta el desarrollo de la amplificación electrónica en la Primera Guerra Mundial. Los veinte años siguientes fueron testigos de lucha entre los sistemas de TV mecánicos de baja definición y limitado potencial y los sistemas de alta definición con los serios problemas de las bandas de canal ancho, tubos de cámara y su diseño electrónico general. Hacia 1940, estas dificultades habían sido prácticamente solucionadas, y después de la interrupción de la Segunda Guerra Mundial, la televisión tomó su forma actual.

La transmisión digital tiene una larga historia. Los primeros sistemas de transmisión fueron digitales como el telégrafo eléctrico. En 1937, A.H. Reeves, que por aquel tiempo trabajaba para ITT en París, propuso la idea de usar PCM, modulación de pulsos codificados, para la transmisión de habla por medio de señales digitales. Para entonces ya había elaborado, en teoría, los principios fundamentales del muestreo y del multiplex por división de tiempo. La patente francesa se registró en 1938. En 1948, Bell Telephone Laboratories, confirmó que las teorías eran aplicables en la práctica. Hasta 1956 y con el desarrollo del transistor se cambiaron radicalmente las condiciones para los sistemas PCM comerciales y en 1962, ATT en Estados Unidos de Norteamérica, puso en operación los primeros sistemas. Desde entonces la tecnología de componentes digitales, se ha desarrollado muy rápidamente, posibilitando el diseñar sistemas PCM muy compactos y económicos.

El inglés Lord Tyndal al demostrar en 1870, que la luz podría ser guiada a través de un chorro de agua, estableció la idea de usar la luz para enviar información de un punto a otro, y fueron ensayados diferentes medios de propagación como lentes, espejos, gas, guías

de onda de vidrio, etc. conformándose así una nueva área que es la telecomunicación óptica.

Los progresos alcanzados en la fibra de vidrio, estimularon la investigación de fuentes y detectores ópticos con materiales semiconductores, por lo que en 1970 se construyó el primer láser de inyección compuesto con semiconductores Al Ga As operando en forma continua y temperatura ambiente.

El año 1976 fue pródigo en adelantos, en Japón se obtiene una fibra con atenuación de 0.5 dB/Km operando en 1.3 y 1.55 micrómetros. Se demuestran empalmes por fusión de arco eléctrico. Las fibras fabricadas de SiO₂ ofrecían una atenuación muy reducida, mínima dispersión, la posibilidad de lograr enlaces muy largos y con gran ancho de banda. Y en el mismo año se desarrolló el diodo láser hecho de In Ga As P operando en longitudes de onda grandes y de modo continuo.

En 1978 se produce el primer fotodiodo de avalancha de In Ga As P. Para 1979 se fabrica una fibra monomodo con atenuación de 0.2 dB/Km para una longitud de onda de 1.55 micrómetros. A partir del primer sistema comercial de fibra óptica instalada en Chicago E.U.A., en 1977, se empezaron a desarrollar diversos sistemas y desde 1980 se incrementaron rápidamente las instalaciones, que en su mayoría usaron fibra multimodo para enlazar centrales telefónicas. Para los enlaces de gran distancia y velocidad de transmisión elevada, desde 1983 se han instalado sistemas de fibra unimodo por vía terrestre y submarina.

En cuanto a la constitución de la fibra óptica, están bajo estudio materiales diferentes al óxido de silicio de las fibras actuales, los nuevos materiales pueden dar a la fibra una atenuación cien veces menor. En los últimos días la atención de la investigación se orienta a las fibras activas, capaces de amplificar señales ópticas en el orden de 20 dB.

La telefonía trajo un gran auge en las comunicaciones, en un principio con tecnologías analógicas y posteriormente con las comunicaciones digitales, haciendo uso de los sistemas PCM y de los sistemas multiplexores digitales de alto orden. Estos sistemas nos han llevado a conformar lo que se conoce como Jerarquía Digital Plesiocrona. Esto ha permitido el optimizar los costos e incrementar la calidad de las telecomunicaciones porque se utilizan sistemas que requieren menos mantenimiento, son más confiables y tienen más capacidad para transportar canales. Pero además de estas ventajas, tiene la característica de contar con más facilidades de administración de red lo cual nos lleva hacia la tendencia a formar una red de redes.

Estos son grandes avances, sin embargo, debido al volumen de los usuarios, los requerimientos de mayor calidad de las comunicaciones con posibilidad de transmisión de voz, datos, imagen y demanda de nuevos servicios nos llevan a tener sistemas de transmisión con mayores ventajas que satisfagan o que permitan implementar sistemas que cubran estas necesidades de comunicación. Como respuesta a esto, se han definido los

requerimientos de un nuevo sistema conocido como SDH, Jerarquía Digital Síncrona. El SDH será la infraestructura que permita el transporte de grandes volúmenes de datos a altas velocidades, constituyendo lo que algunas revistas han dado por llamar la supercarretera de la información.

Cabe señalar que con el auge de la fibra óptica también la señal de video se comenzó a transmitir por dicho medio utilizando para ello un equipo digital llamado codec de T.V. el cual transmite a 34 Mbits con un código HDB-3

Las comunicaciones a larga distancia se introdujeron en la década de 1920, vía microondas. Sin embargo, éstas tienen sus límites físicos, ya que el transmisor y el receptor deben de tener la misma línea de vista.

La expansión de los servicios de telecomunicaciones y especialmente de los servicios televisivos, ha provocado que los organismos de servicios públicos de TV se planteen el conseguir una misma calidad en todo el territorio nacional, junto con una cobertura igualitaria. Pero las técnicas de difusión con emisoras instaladas en la superficie de la tierra, provocan importantes limitaciones a la aplicación de estos objetivos. Los fenómenos de propagación de ondas electromagnéticas limitan la situación de las emisoras. En las condiciones actuales de emisión, la gama de frecuencias utilizada en TV hace que la propagación sea rectilínea. Para evitar las zonas de sombra, se utilizan repetidores de potencia. El mantenimiento de estos repetidores conlleva muchos problemas y encarece la inversión de una forma imprevisible. Otro problema grave de la emisión en la superficie de la tierra es la producción de ecos, que se producen por la recepción de una señal distinta de la que se propaga directamente entre la antena de emisión y la antena de recepción. Esta señal parásita disminuye la calidad y produce un desdoblamiento de la imagen. La implantación de la modalidad de ondas electromagnéticas dirigidas al espacio permite solucionar estos problemas.

Por esto, se pensó en otros procedimientos como la reflexión de señales en la troposfera o en la ionosfera, pero la inestabilidad de estas zonas de la atmósfera no hacía fiables los procedimientos. La solución adecuada para esta situación era reflejar las señales en dispositivos situados en el espacio. Así, el lanzamiento del satélite Sputnik I abrió las puertas a una serie de prácticas que pasó de los satélites pasivos (serie ECHO), que eran globos metálicos que reflejaban las señales a los satélites activos (serie Intelsat), que son capaces de captar las señales enviadas desde los transmisores terrestres, debilitadas por la propagación, las amplifican y las reenvían al receptor, utilizando para ello fuentes de energía interna. Después del Sputnik I (lanzado el 4 de octubre de 1957), los satélites de comunicaciones desarrollados fueron de los dos tipos, hasta que a mediados de los sesenta los satélites activos fueron los predominantes. El ingeniero Arthur C. Clarke predijo en 1945 la utilización de satélites geoestacionarios, así como que la energía necesaria para el mantenimiento sería extraída de la radiación solar mediante paneles.

La puesta en órbita de los satélites denominados geoestacionarios, que se caracterizan por no mantenerse fijos en el espacio, sino que giran en sincronismo con el movimiento de rotación de la tierra, ha llevado a permitir una realización práctica de una transmisión de señales de TV, alternativa a la tecnología de los repetidores en tierra. En

abril de 1965 el satélite americano Early Bird fue emplazado en una órbita geostacionaria y fue posible por primera vez transmitir programas directos continuamente en ambas direcciones entre Estados Unidos y Europa. Tres semanas después del lanzamiento del Early Bird, Rusia ponía su primer satélite de comunicaciones, Molniya I (rayo), en órbita. En 1967 fue posible rodear completamente la tierra con transmisiones simultáneas combinando los recursos de los satélites americanos y soviéticos.

Uno de los campos más dinámicos de la tecnología actual es el de las comunicaciones y dentro de éste el de las telecomunicaciones móviles ofrece perspectivas de aplicación y servicios masivos como ningún otro. Estas permitirán en el futuro la comunicación personal ilimitada desde cualquier punto del globo a través de la integración de sistemas terrestres y de satélite de forma totalmente nítida para el usuario.

A partir de la década de los ochentas, el campo de las telecomunicaciones móviles ha tenido un gran desarrollo y un continuo avance tecnológico; desde los sistemas telefónicos inalámbricos domésticos, hasta los sistemas móviles terrestres enlazados por satélite. También ha avanzado desde la radiomensajería local unidireccional hasta los sistemas móviles de correspondencia pública con voz, datos y vídeo.

La transmisión de señales de T.V. tiene un auge cada vez mayor y se extiende hacia todo el mundo, empleando la tecnología actual se logró que las señales de T.V. que se utilizaron en Atlanta 96 se obtuvieran por cámaras en movimiento tridimensional a altas velocidades colocadas sobre rieles o suspendidas a una altura determinada con movimientos controlados por computadoras y de forma esférica. Para Sydney 2000 hablaremos de cámaras dirigidas también a control remoto pero ahora serán con un sistema propulsor de desplazamiento propio y con movimientos tridimensionales .

Por medio de enlaces de microondas terrestres, enlaces de fibra óptica y los satélites geostacionarios (Solidaridad), México no sólo ha reforzado su infraestructura de comunicaciones, misma que se encuentra a un nivel competitivo con otros sistemas mundiales, sino que amplía el horizonte para los usuarios de redes privadas y , por supuesto, para las telecomunicaciones móviles. De esta manera resuelve las nuevas demandas que día a día surgen, proporcionando al mismo tiempo la posibilidad de expansión y crecimiento con un amplio horizonte profesional.

Estos adelantos en la tecnología han permitido grandes avances y sofisticación de las telecomunicaciones. Estos, para nuestros interés, se inició con el invento del telégrafo, el teléfono, la radio, el fonógrafo, la cinta, el cine sonoro y la síntesis de todos *la televisión*.

CAPÍTULO II

SEÑALES DE T.V.

2.1 INTRODUCCIÓN A LAS SEÑALES DE T.V. COMERCIAL

En 1939, vispera de la II guerra mundial, los Estados Unidos comenzaron a producir aparatos receptores en serie, en vista del creciente auge de la TV. El 30 de abril se inauguró la feria mundial de Nueva York y en ella se inició oficialmente la televisión comercial.

Sin embargo, al estallar la guerra se frenó la industria de la televisión. Así, el 24 de febrero de 1942 fue prohibida la fabricación de aparatos de TV en Estados Unidos para uso comercial. En 1945 terminó la segunda guerra mundial. Los años posteriores se caracterizaron por el aumento de televidentes.

Desarrollo de la difusión de televisión.

La banda de frecuencias asignadas para transmisión de las señales de imagen y sonido es un canal de televisión.

La difusión de televisión comenzó en 1945 cuando la Federal Communications Commission (FCC) asignó frecuencias en la banda de VHF a los primeros 12 canales (2 al 13). El canal 1 fue difundido o radiado en 44 a 50 MHz, pero actualmente estas frecuencias han sido asignadas a los servicios móviles de radio a causa de los problemas de interferencia. El canal 2 comienza en 54 MHz y el canal 13 termina en 216 MHz.

Cada estación difusora de televisión tiene asignado un canal de 6 MHz de ancho de banda.

En 1947, R.B. Dome de General Electric propuso el método de sonido de interportadora para receptores de televisión. En este sistema la señal de sonido es detectada en el receptor con una diferencia de frecuencia de 4.5 MHz entre las frecuencias portadoras RF de imagen y sonido.

Sistemas de color. La difusión de la televisión en color evolucionó a partir de los primeros sistemas, que adolecían de los inconvenientes del uso de una rueda mecánica de exploración, normas incompatibles de exploración y excesivo ancho de banda para un canal de 6 MHz. En 1949 fueron creados sistemas experimentales por CBS y RCA.

El sistema CBS utilizaba una rueda giratoria de color, con diferentes frecuencias de exploración de las utilizadas para los receptores monocromáticos. El sistema RCA fue completamente electrónico y utilizó frecuencias compatibles de exploración. En 1954 la FCC adoptó un sistema de color preparado por el National Television Systems Committee (NTSC) de la Electronic Industries Association (EIA). Su característica fundamental es una señal subportadora de croma de 3.58 MHz que es multiplexada en la señal portadora principal de imagen.

En 1952 los canales 14 a 83 de UHF fueron asignados por la FCC para proveer más estaciones de televisión. Algunos de estos canales están reservados a la televisión docente empleados por las escuelas. El canal 14 comienza en 470 MHz. Hay un total de 70 canales de UHF. El canal 83 es el de más frecuencia y termina en 890 MHz.

La tabla 2 - 1 presenta los canales de VHF (muy alta frecuencia) y UHF (ultra alta frecuencia), con su asignación de frecuencia.

Tabla 2 -1 Canales de Televisión

Número de canal	Banda de Frecuencia (MHz)
Banda baja de VHF	
1	No usado
2	54 - 60
3	60 - 66
4	66 - 72
5	76 - 82
6	82 - 88
Banda FM	88 - 108
Banda alta de VHF	
7	174 - 180
8	180 - 186
9	186 - 192
10	192 - 198
11	198 - 204
12	204 - 210
13	210 - 216
Banda de UHF	
14 - 83	470 - 890

La televisión en México.

El entonces presidente Miguel Alemán Valdés, envió al Ing. González Camarena y a Salvador Novo a un viaje por varios países, el primero a investigar el aspecto técnico y el segundo lo relacionado con el contenido; el reporte de los viajeros hizo decidir al presidente Alemán el otorgar las concesiones de las estaciones a particulares.

El 7 de septiembre de 1946 se inaugura la estación experimental de televisión XHIGG. La transmisión comenzó a las 14:30 horas con un programa artístico. Por espacio de dos años la televisora XHIGG difundió programas cada sábado en la ciudad de México.

El 31 de agosto de 1950 se inauguró la primera televisora comercial de México y de América Latina : XHTV, canal 4, y al día siguiente se transmitió el cuarto informe de gobierno del presidente Miguel Alemán. Para la ciudad de México fue un novedoso espectáculo.

A fines de octubre de 1950 empezó a salir esporádicamente al aire XEW-TV canal 2, con transmisiones originadas en los estudios radiodifusores de XEW, en tanto terminaban las instalaciones en donde más tarde sería Televisión.

Mientras tanto, el canal 4, que tenía estudios y oficinas muy reducidas, emitía su señal de las cinco de la tarde a las siete de la noche, casi sin anuncios; los primeros patrocinadores de la televisión mexicana fueron la compañía de relojes Omega y la tienda Salinas y Rocha Alameda.

El primero de enero de 1952 el canal 2 presentó por primera vez una programación en forma, de las 15:00 a las 20:30 horas y once días después se inauguró Televisión.

Así, surgió la competencia entre los canales 4 y 2, en tanto aumentaba el número de televisores en la ciudad de México.

En ese mismo año, el 18 de agosto, inicia sus actividades la tercera estación televisora, XHGC, canal 5, propiedad del Ing. González Camarena.

El 26 de marzo de 1955 se conoció definitivamente la integración del Consejo de Telesistema Mexicano, S.A. , uniéndose los tres canales con el propósito de crear una estructura más sólida, benéfica para la industria, y con mayores posibilidades de servicio y expansión. Telesistema comenzó a enviar su señal a la provincia, instalando retransmisoras, mientras se fundaban televisoras locales.

Al principio de la década de los sesenta, el video tape, al permitir grabar previamente programas y acontecimientos importantes, dotó a la televisión de mayor

eficacia y funcionalidad, ya que anteriormente sólo se transmitían programas en vivo o películas.

En esas mismas fechas se inauguró el canal 11, estación de carácter cultural perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN), el cual opera únicamente en la ciudad de México.

En provincia, numerosas televisoras se organizaron en una empresa común que se llamó Telecadena Mexicana.

En 1965, Telesistema contaba con dos nuevos canales : el 7 y el 9. Dos años después comenzó simultáneamente la proyección a colores por los canales 2, 4, 5, 7 y 9 de Telesistema Mexicano.

El canal 13 fue una respuesta del gobierno mexicano al hecho de que desde la introducción de las transmisiones por televisión en el país nunca se interesó por participar de lleno en este campo. Tanto en la radio como en el cine sí había participado, pero con respecto a la televisión, sólo se había dedicado a otorgar concesiones a particulares para que las explotaran comercialmente. Fue así como en 1968, el gobierno otorgó dos nuevas concesiones para otros dos nuevos canales de televisión privados en el Distrito Federal, XHTM canal 8 y XHDF canal 13.

El canal 8 de México D.F. , que empezó a difundir el 25 de enero de 1968, pertenecía a Televisión Independiente de México (TIM), empresa con capital de Monterrey. Inició transmisiones de prueba a todo color en la ciudad de México, Monterrey, Veracruz y Puebla.

En ese mismo año, el 12 de octubre, empezó a trabajar el canal 13, integrando su programación con series filmadas. En 1972, la empresa Somex adquirió las acciones del canal 13, y desde entonces su programación tenía una orientación cultural, social y formativa. Empezó sólo con alcance local.

A finales de 1973 Telesistema Mexicano y Televisión independiente de México se fusionaron y nació *Televisa*.

La televisión universitaria.

Desde el arribo de la televisión comercial a nuestro país en 1950, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se mostró profundamente interesada en su potencial didáctico y, en consecuencia no paso inadvertido su alcance masivo para difundir con amplitud la cultura, la información y la orientación vocacional.

La historia de la televisión universitaria se puede dividir en dos etapas la primera de 1950 a 1972 y la segunda de 1973 hasta la actualidad.

La primera etapa se caracteriza por la experimentación en circuitos cerrados y por los incesantes esfuerzos de la UNAM por conseguir un canal de televisión para diversas modalidades en la producción por canal abierto.

Así por gestiones del Dr. Luis Garrido a la Universidad se le reservó uno de los dos canales culturales, desde la repartición original de las frecuencias del espectro televisivo. Y durante el periodo del rector Ignacio Chávez (1960 - 1966), al tratar de hacer efectiva su reservación el gobierno federal se la retiró por que entonces la Universidad vivía un intenso movimiento orientado a vincularse con los problemas de la sociedad mexicana.

La producción de televisión se vio afectada por la sucesión rectoral y la imposibilidad de contar con un canal propio.

No obstante, con el caudal de talento y creatividad que tiene la UNAM se inició la producción regular de series para la televisión con una mentalidad inventiva y de experimentación como recurso para forjar una verdadera alternativa para la televisión mexicana.

La segunda etapa está marcada por la celebración de los convenios con el monopolio privado de la televisión mexicana, Televisa.

Desde entonces, la Universidad ha acumulado miles y miles de horas de presencia sostenida en la televisión mexicana, pero sacrificando la calidad por la cantidad y vulnerando gravemente su autonomía, pues carece de control sobre la forma y el contenido final de lo que se transmite a su nombre.

Los cambios administrativos y la sucesión de rectores no han logrado responder al reto que la televisión plantea en nuestros tiempos. La revaloración de la larga experiencia de que dispone la Universidad en materia de televisión permitirá replantear de manera inteligente, la posibilidad de una televisión universitaria al servicio de los universitarios y de la sociedad mexicana en general, razón última de su ser.

2. 1. 1. Aplicaciones de la T.V.

Televisión por cable.

El sistema de TV por cable proporciona un sistema de distribución con cable coaxial. La televisión por cable es análoga a un sistema alámbrico de telefonía, pero se utiliza para los programas de TV. Las señales portadoras RF son alimentadas de modo que

se pueda utilizar un sintonizador para seleccionar el canal deseado. Las señales de cable se aplican a las terminales de antena del receptor de TV.

La TV por cable ha llegado a ser muy popular porque proporciona más canales y pueden ser suministradas señales fuertes en áreas en que la señal de antena no es suficientemente buena.

Televisión por satélite.

Una de las principales características de la transmisión de T.V. era su alcance limitado. La transmisión en las bandas de VHF y UHF está limitada a una distancia correspondiente al horizonte óptico. Esta limitación origina recepción de T.V. pobre o ninguna para millones de observadores potenciales.

Un método para superar esta limitación y proporcionar una cobertura a nivel nacional de transmisión de T.V., es utilizar estaciones repetidoras (retransmisoras) desde un satélite geostacionario. Un satélite geostacionario es una estación receptora/transmisora colocada en órbita directamente arriba del ecuador de la Tierra. Desde esta posición el satélite puede radiar de 12 a 24 canales de T.V. con calidad de imagen muy buena.

International Telecommunications Satellite (Intelsat), fue organizada en 1965 por 19 naciones participantes para fundar una serie de satélites. En la actualidad más de 100 naciones se han unido al sistema. Intelsat tiene satélites colocados en tres grupos : uno está sobre el océano Pacífico, otro sobre el Atlántico y un tercero sobre el Indico.

México inició sus comunicaciones por satélite en 1968 para la transmisión de los XIX Juegos Olímpicos, utilizando los satélites de Intelsat de cuyo consorcio es miembro. En 1982 se desarrollaron redes de televisión y telefonía para uso doméstico mediante el arrendamiento de capacidad de los satélites de Intelsat; en 1985 se lanzaron al espacio y se pusieron en operación dos satélites propios denominados Morelos 1 y Morelos 2, con cobertura en la República mexicana, sur de los Estados Unidos de América y parte norte de Centroamérica, ambos de la serie Hughes HS-376, con la misma capacidad y cobertura, lo que permitió alcanzar un alto grado en el desarrollo de redes satelitales para la conducción de señales de televisión, voz, datos y redes digitales empresariales.

Ante las mejores expectativas en el panorama de desarrollo de las redes satelitales del mercado nacional e internacional, en 1994 se puso en operación una nueva generación de satélites, Solidaridad 1 y Solidaridad 2, de la serie Hughes HS-601 modificada para las necesidades específicas de México que, además de contemplar la ampliación de su cobertura hacia los países de Latinoamérica, el Caribe y las principales ciudades del este de los E.U.A. brindó la factibilidad de atender el mercado de comunicaciones móviles, mediante la incorporación de la Banda L. Esto permitió poner al alcance de todos los países y empresas latinoamericanas la posibilidad de establecer comunicaciones

internacionales a costos accesibles y, en general, al desarrollo potencial de su mercado doméstico de comunicaciones.

Televisión de circuito cerrado.

La posibilidad de situar un "ojo" de televisión en casi cualquier lugar ha fomentado el desarrollo de muchas industrias y servicios que utilizan una cámara de TV para "ver" la escena sin necesidad de un observador u operador humano. Se utilizan cámaras de TV en el control de tráfico, bancos, vigilancia de edificios, enseñanza, reuniones de negocios, exploración submarina, monitoreo de procesos industriales peligrosos y guiado a distancia de proyectiles y artefactos militares. Generalmente, en estas aplicaciones se utiliza el vídeo de banda base, sin portadora modulada, en un sistema por cable de circuito cerrado. La imagen puede ser monocromática o en color. Como no es necesario atender a la calidad, el equipo de vídeo puede ser relativamente barato y muy compacto, especialmente para imágenes de blanco y negro.

Centro de vídeo doméstico recreativo.

Este término se refiere al receptor de TV con la adición del equipo opcional adecuado. Los ejemplos incluyen un convertidor de TV por cable o microondas, un grabador de videocassette o reproductor de juegos de vídeo y posiblemente un ordenador personal. La palabra vídeo se aplica usualmente para describir cualquier equipo electrónico que pueda producir imágenes.

La señal de vídeo no es tan sencilla como la de las señales de sonido, debido a su ancho de banda. Las señales de banda base de vídeo y audio, en lugar de ser utilizadas para la entrada del receptor, son distribuidas como señales portadoras de RF moduladas, usualmente en los canales 3 o 4.

2. 1. 2. Empresas y Servicios.

Televisa (TVSA).

Televisa (TVSA), S.A. se define como una empresa de comunicación formada por capital y personal cien por ciento mexicanos.

Están integrados al grupo TVSA, además de los canales 2, 4, 5, 8, 9 y sus 83 estaciones repetidoras en el país: La fundación cultural TVSA, Protele, Univisión, Cablevisión, cinco estaciones de radio, una división editorial y Televisión.

TVSA adquiere características de empresa transnacional por su cobertura nacional y su influencia en el exterior del país.

Cabe señalar que en provincia cambian los canales de TVSA en algunas ocasiones y por ende la frecuencia por concesiones autorizadas con anterioridad.

Televisión Azteca (TV Azteca).

TV Azteca " una privatización exitosa "

Cabe señalar su origen en el canal 13, utilizado por el gobierno como medio de participación. La intervención del Estado puede explicarse así: fue una medida para frenar y contrarrestar el desarrollo material y económico de la televisión comercial privada, por un lado, y un intento dependiente del gobierno, para presentar una alternativa a la programación de los concesionarios privados.

Al inicio incluyeron series de teatro histórico, conciertos de música clásica, programas en vivo sobre tópicos políticos, económicos y sociales , noticieros con una marcada tendencia estatal.

No obstante, debido a su régimen de desarrollo tipo comercial, en un breve lapso se percataron de la necesidad de variar un poco el tipo de programación hacia otros más comunes y comerciales, para obtener buenas ventas de tiempo.

TV Azteca surge en 1994 de una televisión estatal a una televisión privada con una imagen actual y acertada, manejada también por capital y personal mexicanos. Siendo los dueños La Fam. Salinas Priego de TV Azteca, tiendas Salinas y Rocha, y Elektra .

TV Azteca transmite su programación de información y entretenimiento por los canales 7 y 13.

MVS Multivisión.

Es una Sociedad Anónima de Capital Variable, debidamente constituida y existente conforme a las leyes de la República Mexicana.

Cuenta con la autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para instalar, operar y explotar un Sistema de Señales de Televisión Restringida en la Ciudad de México, Distrito Federal y zonas aledañas, acreditando lo anterior con el Título de Concesión No. SRSTV-28-XI-88, y un Sistema de Señales de Audio Restringido en la Cd. de México, D.F. y zonas aledañas, acreditándolo con el Título de Concesión No. SSR-31-X-81.

MVS utiliza como medio de transmisión las ondas radiadas para sus diferentes servicios.

1. MULTIVISION BASICO, su equipo consta de antena con convertidor de bajada integrada o independiente, equipo receptor de señales (codificador tocom), cable coaxial, una fuente de poder, control remoto inalámbrico, con 10 canales básicos.

2. MULTIVISION ELITE, su equipo consta de antena con convertidor de bajada integrada o independiente, equipo receptor de señales (codificador tocom), cable coaxial, una fuente de poder, control remoto inalámbrico y con 14 canales básicos.

3. MULTIFACIL, su equipo consta de una antena maestra, una fuente de poder (una antena y una fuente por cada cinco suscriptores mínimo), cable coaxial, switch mecánico, caja de distribución y servicio con 6 canales básicos.

4. MULTIHOOGAR, su equipo consta de una antena con convertidor integrado, una fuente de poder, cable coaxial, switch mecánico.

El servicio que se prestará será un servicio de programación consistente en la transmisión de programas para seis canales básicos.

5. MULTICLUB, su club de video en casa, su equipo consta de antena con convertidor de bajada integrada o independiente, equipo receptor de señales (codificador tocom), cable coaxial, una fuente de poder, control remoto inalámbrico. El servicio que se brinda es para 3 canales.

6. MULTIRADIO DIGITAL, su equipo consta de un convertidor de bajada, antena, mástil, fuente de poder, equipo receptor de señales (JERROLD), control remoto inalámbrico.

El servicio que se prestará, será un servicio de programación consistente en la transmisión de veinte canales de radio.

Sistema DIRECTV.

DIRECTV es un centro de entretenimiento digital vía satélite proporcionado por MVS. Este sistema esta dentro de la norma MPEG-2, ver anexo de TV digital.

El sistema Directv consta de dos componentes fundamentales :

- El equipo : Antena de 60 cm, control remoto y receptor digital.
- La programación : Más de 100 opciones de programación digital de la más alta calidad con cobertura a nivel nacional y Latinoamericana.

Diferentes opciones:

- Guía interactiva de programación en pantalla. Se puede consultar la programación hasta con 72 horas (3 días) de anticipación.
- Control de acceso a programación. A través de la función " candados y límites ", se tiene la posibilidad de establecer control de los canales o programas a los que se tendrá acceso, así como también fijar un monto máximo de consumo de películas y eventos especiales.
- Selección de idioma. Se puede cambiar de manera independiente el idioma del audio, subtítulos o bien, del menú de pantalla.
- Identificación de canales. El sistema permite conocer el nombre del canal y del programa que se este disfrutando, así como la hora de inicio y terminación del mismo.
- Clasificación por género. El sistema Directv permite localizar y acceder al género de programación de su preferencia: películas, deportes, noticias y eventos especiales.

Por lo que respecta a la recepción de los canales locales, el sistema Directv ha sido diseñado para que con sólo oprimir un botón del control remoto, se puede cambiar a la señal local que normalmente se recibe a través de la antena convencional.

Por problemas de información confidencial no se logro tener la información técnica de este sistema.

Cablevisión (servicio de T.V. por cable de TVSA).

En este sistema se reciben canales adicionales a los ya existentes en la televisión (señal libre).

Cablevisión nace el 4 de octubre de 1966, en la Cd. de México. En 1969 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga un permiso provisional de operación y se inicia la construcción de los sistemas de Polanco y Valle con 124 Km de extensión, proporcionando el servicio a 300 suscriptores a través del canal 10, el cual contenía programación de los EUA, y el canal 71 con películas y documentales sin cortes.

El principio básico del sistema de Cablevisión es la transmisión de las ondas a través de un cable perfectamente aislado y protegido, para que no sea afectado por causas

ajenas. El cable normal que se utiliza es el cable coaxial de 75 Ω . Además este cable puede ser operado hasta 60 MHz.

Como las ondas al viajar a través de un cable van perdiendo intensidad, se mantienen dentro de los límites aceptables a través de amplificadores instalados en lugares convenientes, los cuales convierten las ondas más débiles de lo normal en ondas con la suficiente amplitud para garantizar una óptima recepción.

Servicios y Canales :

Hasta julio de 1991 Cablevisión operó con 11 canales, de los cuales 8 eran directos y tres canales generados.

En agosto de 1992 Cablevisión lanza 5 nuevos canales denominados Premium Channels, los cuales ofrecen una mayor programación.

A partir del 1ro. de julio de 1995, son 22 los canales de Cablevisión.

El sistema distribuye una programación incrementada a suscriptores que pagan una cuota por el servicio, esta programación puede tener hasta 65 canales activos pero se requiere un convertidor especial para el receptor.

Sistema SKY (servicio de T.V. vía satélite de TVSA).

News Corporation, Tele-Communications International Inc., Globo y Grupo TVSA presentan al sistema SKY como una televisión con posibilidades amplias.

Directo del satélite a el hogar con la más alta calidad de imagen y audio digital, gracias a la más avanzada tecnología para recibir la señal. El equipo receptor consta de una antena, control remoto y un receptor digital. Este sistema esta dentro de la norma MPEG-2; ver anexo de T.V. digital.

Variedad y novedades :

SKY ofrece más de 100 canales de audio y video digital en inglés y español. Como películas, deportes, entretenimiento, noticias, culturales, adultos, internacionales, nacionales, musicales, infantiles, Audio, Canal EPG, reservación, navegar por la programación, bloqueo de canales, selección de idioma.

Alrededor de 30 satélites emiten programas de televisión en Europa con emisión de Sky desde Astra 1A/1B/1C/1D posicionado a 19.2 grados E. Para cada canal se lista el nombre, frecuencia y polarización.

Canal	Frecuencia GHz	Polarización	Ch
Sky 1	11.318	V	08
Sky 2	11.303	H	07
Sky Sports	11.509	V	20
Sky Sports 2	11.171	H	47
Sky Sports 3	11.671	H	31
Sky Movies	11.436	V	16
The Movie Channel	11.479	V	16
Sky Movies Gold	11.597	V	26
Sky Movies Gold	10.877	V	60
Sky Mews	11.377	V	12
Sky Soap	11.171	H	47
Sky Travel	11.171	H	47
Fox Kids Network	11.303	H	07
Granada Plus	11.244	H	03
Granada	11.244	H	03
Men&Motors			
Granada Good Life	10.847	V	58
The Computer Channel	10.847	V	58
Granada Talk TV	10.862	H	59
Sky Scottish	10.862	H	59
The Disney Channel	11.597	V	26
The Weather Channel	10.877	V	60
CNBC	10.729	V	50
Bravo	11.097	V	42
Discovery	11.082	H	41
EBN	11.097	V	42
The Family Channel	10.994	H	35
The History Channel	11.171	H	47
TLC	11.082	H	41
MTV Europe	11.421	H	15
Nickelodeon	11.156	V	46
Paramount TV	11.156	V	46

QVC	11.038	V	38
TCC	10.994	H	35
UK Gold	11.553	H	23
UK Living	10.979	V	34
VH-1	11.538	V	22
Sci-Fi Channel	11.171	H	47
CMT Country Music	10.744	H	51

2. 1. 3. Competitividad en la T.V. Comercial.

La comunicación proporciona información a través de los hechos e interpretaciones de la realidad que de alguna manera los individuos han obtenido, seleccionado y ordenado con el fin de divulgarlos desde un punto de vista personal o institucional.

Podemos afirmar que la televisión es el medio más efectivo y directo que existe. Este reúne la imagen, el sonido, el movimiento y el color. Asimismo millones de personas en todo el mundo pueden enterarse de cualquier hecho en el instante mismo que ocurre.

En efecto, es indudable que la información proporcionada por los medio de comunicación, tiene una gran importancia para el hombre de hoy en día en la formación de un espíritu libre, en su concientización de los procesos económicos, políticos y sociales a nivel local, nacional e internacional y su capacitación para una activa participación en la toma de decisiones. Así el poseer y tener acceso permanente a la información en general y periodística-noticiosa por televisión, en particular; es una necesidad fundamental en nuestro tiempo y en consecuencia un servicio social muy necesario.

Uno de los aspectos más importantes de la televisión mexicana es el informativo, involucrando, en este concepto no sólo los noticieros, sino la transmisión de todo tipo de eventos que suceden a diario. En los distintos canales de televisión se compite por calidad de imagen y programación con una mayor cobertura y a través de este rendimiento nace una opción más para publicidad de empresas privadas, lo que desata una lucha por tener la atención del público.

2.2 TEORÍA DE LAS SEÑALES DE T.V.

2.2.1 Elementos de Imagen.

La televisión es un sistema electrónico para transmitir imágenes de un lugar a otro. La televisión, igual que cualquier otro sistema relacionado con imágenes, está involucrada con las características del ojo humano.

La visión se efectúa básicamente en tres pasos. Primero, el lente capta la luz de la escena y luego la enfoca en la retina como una imagen. Segundo, la imagen excita los conos y bastoncillos para generar un impulso eléctrico proporcional a la luz incidente. De hecho la imagen ha sido descompuesta en millones de partes llamadas elementos de imagen. En el tercer paso de la visión, los impulsos eléctricos generados por los conos y bastoncillos son llevados al cerebro por el nervio óptico, donde se interpreta la información recibida por el ojo.

La televisión es fundamentalmente un sistema que reproduce una imagen fija lo mismo que la fotografía instantánea. Sin embargo, las imágenes son presentadas una tras otra con suficiente rapidez para producir la ilusión de movimiento. Un cuadro de imagen es en sí mismo un grupo de pequeñas áreas de luz y sombra.

Una imagen fija es fundamentalmente una ordenación de muchas áreas pequeñas oscuras y luminosas. Cada área pequeña de luz o sombra es un elemento de imagen o detalle de imagen llamado pixel o aún más abreviadamente pel.

Todos los elementos juntos contienen la información visual de la escena. Si son transmitidos y reproducidos con el mismo grado de luz o sombra que el original y en la posición correcta, se reproducirá la imagen.

Por ejemplo en la figura 2 - 1 la imagen esta dividida en áreas elementales de negro y blanco. Los elementos de imagen del fondo son blancos mientras los que forman la cruz son negros. Cuando es transmitido cada elemento de imagen hasta el lado de la derecha de la figura y reproducido en la posición original con su sombra de negro o blanco, queda reproducida o duplicada la imagen.

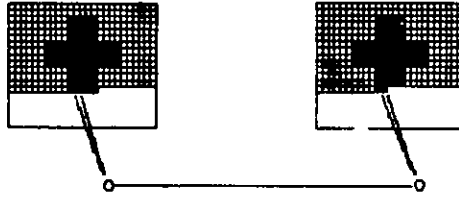


Fig. 2 -1 Reproducción de una imagen.

Un ingrediente esencial para completar la reproducción, es la conservación de los colores naturales en la copia de la escena observada y ello se obtiene en cada elemento de imagen con la combinación de los tres colores primarios este elemento en el cinescopio o en el tubo de cámara se conoce como unidad mínima PIXEL (figura 2 - 2).

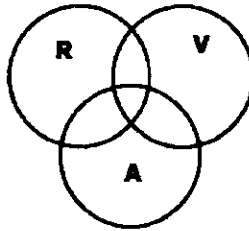


Fig. 2 - 2 Pixel Color.

La imagen de T.V. se construye en dos pasos. El primero es descomponer la imagen en partes pequeñas llamadas elementos de imagen (pixel), y luego transmitirlos hasta el receptor. El segundo paso es reconstruir una imagen en el receptor con los elementos de imagen.

2.2.2 Exploraciones Horizontal y Vertical.

El proceso de enviar elementos de imagen uno a la vez desde el transmisor al receptor, se conoce como rastreo secuencial o exploración lineal. En este sistema la imagen es descompuesta en elementos de imagen por medio de un haz electrónico que convierte la intensidad de luz de una imagen, en una señal eléctrica variable. El voltaje variable así obtenido se conoce como señal de vídeo.

La imagen de la televisión es explorada sucesivamente o secuencialmente en una serie de líneas horizontales, una debajo de otra, como lo muestra la figura 2-3.

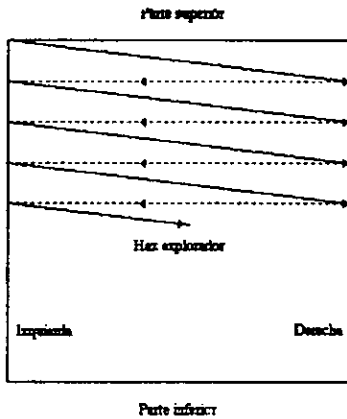


Fig. 2-3 Exploración lineal horizontal.

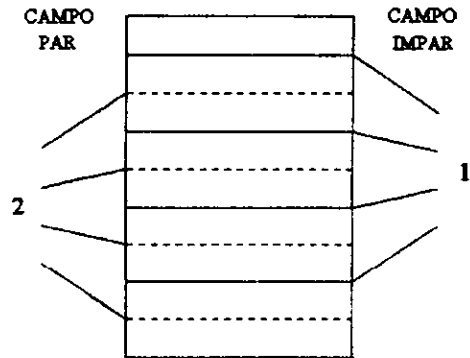


Fig. 2-3A Entrelazado de líneas.

Esta exploración hace posible que una señal de vídeo incluya todos los elementos necesarios para completar la imagen. En un instante dado, la señal de vídeo sólo puede presentar una variación. Para obtener una señal de vídeo que transmita todas las variaciones de luz y sombra, se exploran todos los detalles de imagen sucesivamente, o sea, en un orden secuencial de tiempo.

La exploración hace que la reproducción de una imagen de televisión sea diferente de una impresión fotográfica. En una foto toda la imagen es reproducida de una vez. En T.V. la imagen es reensamblada una línea tras otra y un cuadro después de otro (figura 2-3A).

La exploración se efectúa empezando por la parte superior izquierda, todos los elementos de imagen son explorados sucesivamente, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, línea por línea. Este método se llama exploración lineal horizontal y se usa en el

tubo de cámara del transmisor para dividir la imagen en elementos y en el tubo de imagen del receptor para reensamblar la imagen reproducida.

La secuencia para explorar todos los elementos de imagen es la siguiente:

- 1.- El haz electrónico barre transversalmente una línea horizontal, cubriendo todos los elementos de imagen de la línea.
- 2.- Al final de cada línea, el haz vuelve muy rápidamente al lado de la izquierda para comenzar la exploración de la línea horizontal siguiente. El tiempo de retorno es lo que se llama retraza o retorno. Durante el retorno no es explorada ninguna información de imagen a causa de que el tubo de cámara y el tubo de imagen están inhibidos durante este período. Por consiguiente, los retornos deben ser muy rápidos, ya que son tiempos inútiles o desperdiciados en lo que afecta a la información de imagen.
- 3.- Cuando el haz ha retornado al lado de la izquierda, se sitúa en una posición vertical más baja a fin de que explore la línea inmediatamente inferior y no se repita la exploración de la misma línea. Esto se consigue por el movimiento de exploración vertical del haz, el cual está provisto además de la exploración horizontal.

Como resultado de la exploración vertical, todas las líneas horizontales son ligeramente inclinadas hacia abajo. Cuando está en la parte inferior, el haz retrocede en la retraza vertical hasta la parte superior para comenzar nuevamente la secuencia de exploración.

Líneas por cuadro.

El número de líneas de exploración de una imagen completa debe ser grande con el fin de que incluya el mayor número posible de elementos de imagen y, por consiguiente, más detalles. Sin embargo, otros factores limitan la exploración, y ha sido normalizada en un total de 525 líneas de exploración para una imagen completa o cuadro. Este es el número óptimo de líneas de exploración por cuadro para el ancho de banda normal de 6 MHz de los canales de T.V. (NTSC).

Cuadros por segundo

El haz se mueve lentamente hacia abajo al mismo tiempo que efectúa horizontalmente la exploración. Este movimiento vertical en la exploración es necesario para que no sean exploradas las líneas unas sobre otras. La exploración horizontal produce las líneas de izquierda a derecha, mientras que la exploración vertical esparce las líneas a fin de llenar el cuadro entre las partes superior e inferior.

El tiempo correspondiente a un cuadro completo con 525 líneas es $1/30$ s. Entonces la frecuencia de repetición de imagen es igual a 30 cuadros por segundo.

2.2.3 Información de la señal de vídeo

En una señal de vídeo, la amplitud de la tensión o de corriente cambia con respecto al tiempo, lo mismo que en una señal de audio, pero las variaciones de la señal de vídeo corresponden a la información visual.

La polaridad positiva de la señal vídeo puede corresponder al blanco y la polaridad negativa al negro, o viceversa, dependiendo de la aplicación. De cualquier modo, el efecto principal es que el blanco y el negro están representados por polaridades opuestas de la tensión en una señal vídeo de c.a.

La figura 2 - 4 es un ejemplo de señal de vídeo donde la sección blanca de la imagen está representada por amplitudes bajas en la señal portadora de imagen. Las amplitudes más altas corresponden a información de imagen progresivamente más oscuras hasta alcanzar el nivel de negro. De esta manera se transmite la señal utilizando un estandar de polaridad negativo.

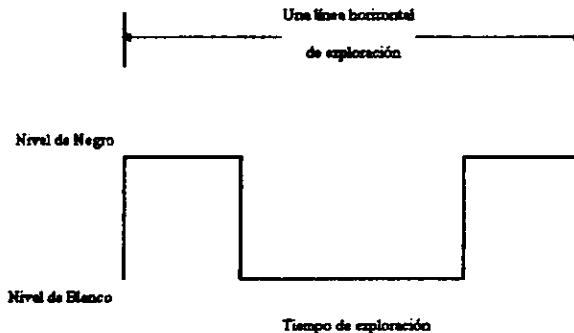


Fig. 2 - 4 Señal de vídeo para una línea horizontal.

El total de 525 líneas constituye un cuadro. Todas estas líneas son exploradas en $1/30$ s. Por tanto, los cuadros se repiten al ritmo de 30 Hz. Obsérvese que 30 Hz es la mitad de la frecuencia de la línea de distribución de energía de c.a. de 60 Hz.

La señal de vídeo es producida por un tubo de cámara. Este dispositivo captador convierte la información de imagen en la forma de variaciones de luz a variaciones eléctricas en la señal de vídeo. El tubo de cámara incluye una cámara fotoeléctrica de imagen para la conversión de la luz. Además, el haz electrónico se mueve transversalmente en la placa de imagen para explorar todos los elementos de la imagen. Realmente, la forma de onda de la fig. 2-4 es la de una señal de cámara.

Mediante el efecto opuesto, un tubo de imagen es capaz de reconstruir la imagen en su pantalla fluorescente. La señal de vídeo varía la intensidad del haz en correspondencia a la información de la imagen. La máxima corriente del haz produce el blanco. El negro corresponde a corriente nula del haz. Además, el yugo de deflexión que rodea al cuello del tubo proporciona la exploración para llenar la pantalla con la imagen completa.

La señal de vídeo es el medio por el cual puede ser enviada la información de imagen desde un lugar a otro. El requisito principal es transmitir la información de imagen desde la salida del tubo de cámara hasta la entrada del tubo de imagen. Los métodos ordinarios incluyen lo siguiente.

1. Televisión de circuito cerrado
2. Grabación de vídeo sobre cinta o discos magnéticos
3. Difusión (radiación) de televisión
4. Televisión por cable
5. Televisión por satélite

El primer método utiliza directamente la señal de vídeo de banda base, sin modulación de una onda portadora de RF. Los otros requieren señales de RF modulada.

2.2.4 Frecuencias de cuadro y de campo

En televisión se utiliza un proceso para reproducir el movimiento de la escena. No sólo queda descompuesta cada imagen en sus muchos elementos individuales, sino que la escena es explorada con la rapidez necesaria para proveer un número suficiente de imágenes completas o cuadros por segundo y producir la ilusión de movimiento. En lugar de los 24 cuadros por segundo de la práctica comercial en cinematografía, en el sistema de televisión la velocidad de repetición de los cuadros es de 30 por seg. Esta velocidad de repetición produce la continuidad necesaria del movimiento.

La velocidad de repetición de imágenes de 30 por seg., todavía no es lo suficientemente rápida para resolver el problema del parpadeo con los altos niveles de iluminación que se producen en la pantalla del tubo de imagen. La solución es análoga a la de la práctica cinematográfica. Cada cuadro se divide en dos partes, de modo que se presentan 60 vistas de la escena durante cada seg. Pero la división del cuadro en dos

partes no se puede efectuar por el método sencillo del obturador utilizado en cinematografía, a causa de que en los sistemas de televisión la imagen es reproducida por elementos individuales en cada instante. En su lugar se obtiene el mismo efecto entrelazando las líneas de exploración horizontal en dos grupos, uno el de las líneas impares y otro el de las líneas de número par. Cada grupo de líneas pares o de líneas impares es lo que se llama un campo.

La velocidad de repetición de los campos es 60 por seg., ya que durante un período de cuadro de 1/30 seg. son explorados dos campos. De esta manera, aparecen 60 vistas de la imagen durante un seg. Esta velocidad de repetición es suficientemente rápida para eliminar el parpadeo.

2.2.5 Frecuencias y Tiempos de exploración vertical y horizontal

La frecuencia de campo de 60 Hz es la frecuencia de exploración vertical. Este es el ritmo con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento vertical, desde la parte superior hasta la parte inferior de la pantalla para volver nuevamente a la parte superior. Por consiguiente, los circuitos de deflexión (desviación) vertical para el tubo de cámara y para el tubo de imagen funcionan a 60 Hz.

El número de líneas de exploración horizontal de un campo es la mitad del total de 525 líneas de un cuadro completo, ya que un campo contiene la mitad de líneas. Esto da por resultado 262.5 líneas horizontales para cada campo.

Como el tiempo que corresponde a un campo es 1/60 s y cada campo contiene 262.5 líneas, el número de líneas por segundo es

$$262.5 \times 60 = 15\,750 \text{ líneas por seg.}$$

Ahora bien, considerando que hay 525 líneas en dos campos sucesivos, que constituyen un cuadro, podemos multiplicar por 525 la velocidad de cuadro, que es 30, y esto nos da 15 750 líneas exploradas en un segundo.

Esta frecuencia de 15 750 Hz es la velocidad con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento horizontal de izquierda a derecha y vuelve a la izquierda nuevamente. Por tanto, los circuitos de deflexión horizontal del tubo de cámara y del tubo de imagen funcionan a 15 750 Hz.

Tiempo de línea horizontal (H).

El tiempo durante el cual se realiza la exploración de una línea horizontal es 1/ 15 750 seg.

$$\text{Tiempo H} = 1 / 15\,750 = 63.5 \mu \text{seg.}$$

Este tiempo en microsegundos indica que la señal vídeo que corresponde a los elementos de imagen contenidos en una línea horizontal puede tener altas frecuencias, del orden de los megahertz. Recuérdese que la frecuencia f es igual al $1/T$. Si hubiese más líneas, el tiempo de exploración sería más corto, y las frecuencias vídeo serían más altas. En el sistema de 525 líneas, la más alta frecuencia vídeo está limitada a 4 MHz aproximadamente a causa de la restricción de 6 MHz para los canales de difusión comercial de televisión.

Tiempo de exploración vertical (V).

El tiempo de cada ciclo de exploración vertical de un campo es.

$$\text{Tiempo V} = \text{No. de líneas} * \text{Tiempo de duración de línea}$$

Tenemos que cada cuadro esta formado por dos campos de 262.5 líneas

$$\text{Tiempo V} = 262.5 \text{ líneas} * 63.5 \mu \text{s} = 16\,668.75 \mu \text{s}$$

O partiendo de que la frecuencia de exploración de un campo es de 60 Hz.

$$\text{Tiempo V} = 1 / 60 = 16\,666.67 \mu \text{s}$$

2.2.6 Sincronizaciones horizontales y vertical

El tiempo de exploración corresponde a la distancia en la imagen. Cuando el haz electrónico del tubo de cámara explora la imagen, el haz cubre los diferentes elementos de la imagen y provee la correspondiente información. Por consiguiente, cuando el haz electrónico explora la pantalla del tubo de imagen en el receptor, la exploración debe estar exactamente sincronizada para que ensamble la información de imagen en la posición correcta. De otra manera, el haz electrónico puede estar explorando en el tubo de la imagen la parte de la pantalla en que se debe estar situada la boca de una persona

mientras que en ese tiempo se está recibiendo la información de imagen que corresponde a su nariz. Para que se correspondan exactamente la exploración del transmisor y la del receptor, deben ser transmitidas con la información de imagen señales de sincronización especiales. Estas señales temporizadas son impulsos rectangulares que se utilizan para controlar la exploración en la cámara y en el receptor respectivamente.

Los impulsos sincronizadores son transmitidos como parte de la señal de vídeo completa para el receptor, pero ocurren durante el tiempo de borrado cuando no se transmite información de imagen. Éstos quedan borrados durante este periodo mientras retrocede el haz electrónico.

Todas las líneas horizontales deben estar sincronizadas y cada campo debe comenzar en el momento correcto. Para esto, el transmisor debe tener un generador de sincronía que proporcione un pulso de sincronía horizontal de 15 750 Hz, y un pulso de sincronía vertical de 60 Hz. El tiempo de los pulsos de sincronía horizontal está ajustado para que los flancos delanteros de los pulsos inicien el retroceso al final de cada línea. Esta sincronización tiene lugar al principio de la retraza o al final de la traza. El pulso de sincronía vertical se responsabiliza también de terminar la porción de trazo del diente de sierra de deflexión vertical y de iniciar su retroceso. En ese instante el haz electrónico está en la parte inferior de la imagen.

Sin la sincronización vertical del campo, la imagen reproducida en el receptor no estaría inmóvil o fija sino que se desplazaría subiendo y bajando en la pantalla del tubo de imagen. Si las líneas de exploración no estuviesen sincronizadas, la imagen no estaría tampoco fija sino que se deslizaría horizontalmente a izquierda y derecha y entonces se desgarraría en segmentos diagonalmente.

En resumen, la frecuencia de la exploración de líneas horizontales es 15 750 Hz y la frecuencia de los impulsos sincronizadores es también 15 750 Hz. La velocidad de repetición de cuadro es 30 por segundo, pero la frecuencia de exploración vertical de campo es de 60 Hz, y la frecuencia de los impulsos sincronizadores verticales es también 60 Hz.

Obsérvese que las frecuencias de exploración de 15 750 y 60 son exactas para la televisión monocromática pero sólo son aproximadas para la televisión en color. En ésta la frecuencia de exploración horizontal es exactamente 15 734.26 Hz y la del campo vertical es 59.94 Hz. Se utilizan estas frecuencias de exploración exactas para minimizar la interferencia entre la señal subportadora de color de 3.579545 MHz y la señal de luminancia (monocromática). Sin embargo, las frecuencias de las exploraciones vertical y horizontal se pueden considerar generalmente como de 15 750 y 60 Hz, respectivamente, a causa de que los circuitos de deflexión son automáticamente sincronizados en las frecuencias de exploración requeridas para la difusión monocromática y la de color.

2.2.7 Borrados horizontal y vertical

En T.V. la palabra *borrado* significa ennegrecimiento u oscurecimiento. Como parte que es de la señal de vídeo, la tensión de borrado está en el nivel de negro. La tensión de vídeo en el nivel de negro corta la corriente del haz en el tubo de imagen para oscurecer la pantalla. La finalidad de los impulsos de borrado es hacer invisibles las retrazas necesarias en la exploración.

Los impulsos de borrado horizontal oscurecen o borran cada una de las líneas de retraza de derecha a izquierda. La velocidad de repetición de los impulsos de borrado horizontal es, por consiguiente la frecuencia de exploración de línea de 15 750 Hz.

Los impulsos de borrado verticales tienen la función de suprimir la retraza desde la parte inferior hasta la parte superior de la pantalla en cada campo. Por lo tanto la frecuencia de los impulsos de borrado vertical es de 60 Hz.

El impulso de borrado horizontal tiene una anchura de $0.14H$ a $0.18H$. Podemos considerar un valor medio de 16% del período de línea horizontal (H) como valor típico. El tiempo total para esta línea es de $63.5 \mu s$, incluyendo la traza y la retraza. El tiempo de borrado horizontal es $0.16 \times 63.5 \mu s = 10 \mu s$ aproximadamente.

Este tiempo de borrado significa que la retraza de derecha a izquierda debe ser completada en $10 \mu s$, antes de que comience la información de la imagen visible durante la exploración de izquierda a derecha.

El tiempo de borrado vertical es aproximadamente el 8% de cada tiempo de campo V. El tiempo total de borrado vertical es $1/60$ s, incluyendo la traza descendente y la retraza ascendente. El tiempo de borrado para cada campo es, pues, $1/60 \times 0.08$ es igual a $1\ 333.3 \mu s$. Este tiempo de borrado V significa que, dentro de $1\ 333.3 \mu s$, la retraza vertical debe ser completada desde la parte inferior hasta la parte superior de la imagen.

Se observa que este tiempo es suficientemente largo para incluir varias líneas de exploración horizontal completas. Si se divide el tiempo de borrado vertical de $1\ 333.3 \mu s$ por el período total de línea de $63.5 \mu s$, se obtiene un cociente 21. Por tanto, son borradas 21 líneas de cada campo. El número total de líneas borradas en un cuadro es 42.

Las retrazas ocurren durante el tiempo de borrado a causa de la sincronización de la exploración. Los impulsos de sincronización determinan la iniciación de las retrazas. Cada impulso de sincronización horizontal es insertado en la señal vídeo dentro del tiempo de impulso de borrado horizontal. También es insertado cada impulso de sincronización vertical en la señal de vídeo dentro del tiempo del impulso de borrado vertical.

En resumen, un impulso de borrado comienza poniendo la señal de vídeo en el nivel de negro; luego ocurre la señal de sincronización que inicia la retraza en la exploración. Esta secuencia se aplica a las retrazas horizontal y vertical.

La figura 2 - 5 muestra las formas de onda , los tiempos traza y retraza (borrado) para la deflexión vertical y horizontal .

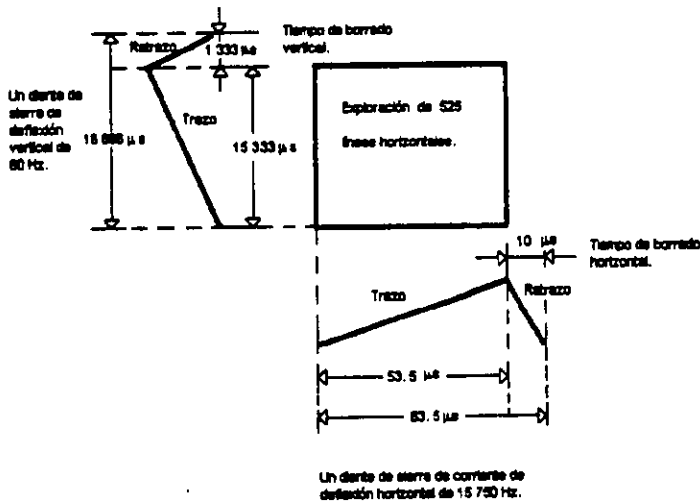


Fig 2 - 5 Formas de onda de deflexión vertical y horizontal e intervalos de borrado.

2.2.8 Señal de vídeo compuesta en blanco y negro.

El transmisor de televisión en blanco y negro debe generar una señal de vídeo compuesta que contenga los componentes siguientes :

- La señal de vídeo
- Los pulsos de sincronía horizontal y vertical
- Los pulsos de borrado horizontal y vertical

Una señal adicional a transmitir es la información de sonido asociada con la imagen.

Sincronía y Borrado horizontal.

La figura 2 - 6 muestra la señal compuesta de video para tres líneas horizontales. La amplitud de esta señal de video determina el brillo.

La duración de una línea horizontal es de $63.5 \mu s$. El intervalo del pulso de borrado ocurre en cada línea y dura aproximadamente $10 \mu s$ por lo que la porción activa de video de una línea horizontal dura $53.5 \mu s$.

El pulso de sincronía horizontal viene montado sobre el pulso de borrado horizontal y tiene una duración aproximada de $0.08H$ que es la mitad de la anchura promedio del impulso de borrado. El pulso de sincronía horizontal no está colocado en el centro del pulso de borrado, sino corrido hacia el borde anterior del pulso de borrado. Los espacios en ambos lados del pulso de sincronía son llamados pedestal o pórtico anterior y pedestal o pórtico posterior. El pedestal anterior tiene una duración de $0.02H$ y el posterior más grande tiene una duración de $0.06H$. El intervalo del pedestal posterior es importante para la transmisión de T V a color, por que en el se coloca una ráfaga de ocho ciclos de 3.58 MHz .

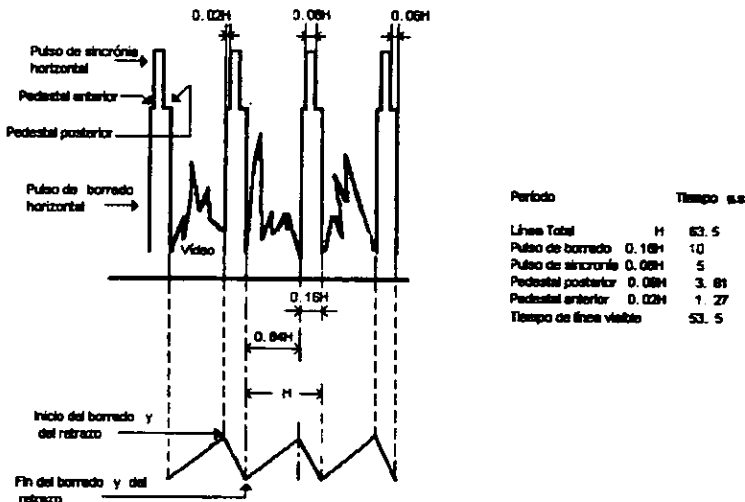


Fig. 2 - 6 Señal compuesta de video para líneas horizontales, comparada con tres dientes de sierra de deflexión horizontal.

Sincronía y Borrado vertical.

Un cuadro está dividido en dos campos : campos impares que contienen 262.5 líneas del cuadro y campos pares que incluyen las líneas pares de exploración con 262.5 líneas del cuadro.

Para explorar un campo de 262.5 líneas horizontales cada $1 / 60$ de seg. Debe proveerse un intervalo de borrado y retroceso vertical entre cada campo, para asegurar que las líneas de retrazo vertical se inicien en el momento correcto y para ocultar el efecto visual de retrazo. Para lograrlo, el transmisor genera pulsos complejos como los mostrados en la figura 2 - 7.

Las señales de la figura 2-7 están representando los intervalos de tiempo comprendidos entre el final de un campo y el comienzo del siguiente, e ilustra lo que ocurre durante el tiempo de borrado vertical.

El intervalo de borrado vertical debe durar un mínimo de 13 líneas y un máximo de 21 líneas horizontales . Cada línea horizontal tiene un tiempo de duración $H = 63.5 \mu s$

Hay tres tipos de pulsos montados en el pulso de borrado vertical. estos son los pulsos igualadores, pulsos de sincronía vertical y pulsos de sincronía horizontal.

Comenzando en el flanco delantero del pulso de borrado vertical, hay seis pulsos igualadores que ocupan el intervalo de tiempo de tres líneas horizontales, continúan seis pulsos de sincronía vertical que también ocupan un intervalo de tres líneas horizontales. Esto a su vez es seguido por otros seis pulsos igualadores que corresponden al cambio del campo par al campo impar o de cinco pulsos igualadores si el cambio es del campo impar al campo par. La parte restante del intervalo de borrado vertical tiene una duración de 4 a 12 líneas horizontales y está dedicado a la transmisión de pulsos de sincronía horizontal, cuyo propósito es mantener la sincronía horizontal durante el borrado vertical.

Las dos señales representadas una sobre otra son iguales excepto por un desplazamiento de media línea horizontal entre los campos sucesivos, necesario para el entrelazado de líneas pares e impares.

Los pulsos igualadores tienen un ancho de $0.04H$. Por tanto, dos pulsos igualadores pueden actuar como un pulso de sincronía horizontal. La función principal de los pulsos igualadores es evitar la pérdida del rastreo entrelazado. Esto podría ocurrir por la diferencia de media línea entre los intervalos de borrado vertical de líneas pares e impares. La pérdida del rastreo entrelazado significaría que los dos campos quedarían sobrepuestos.

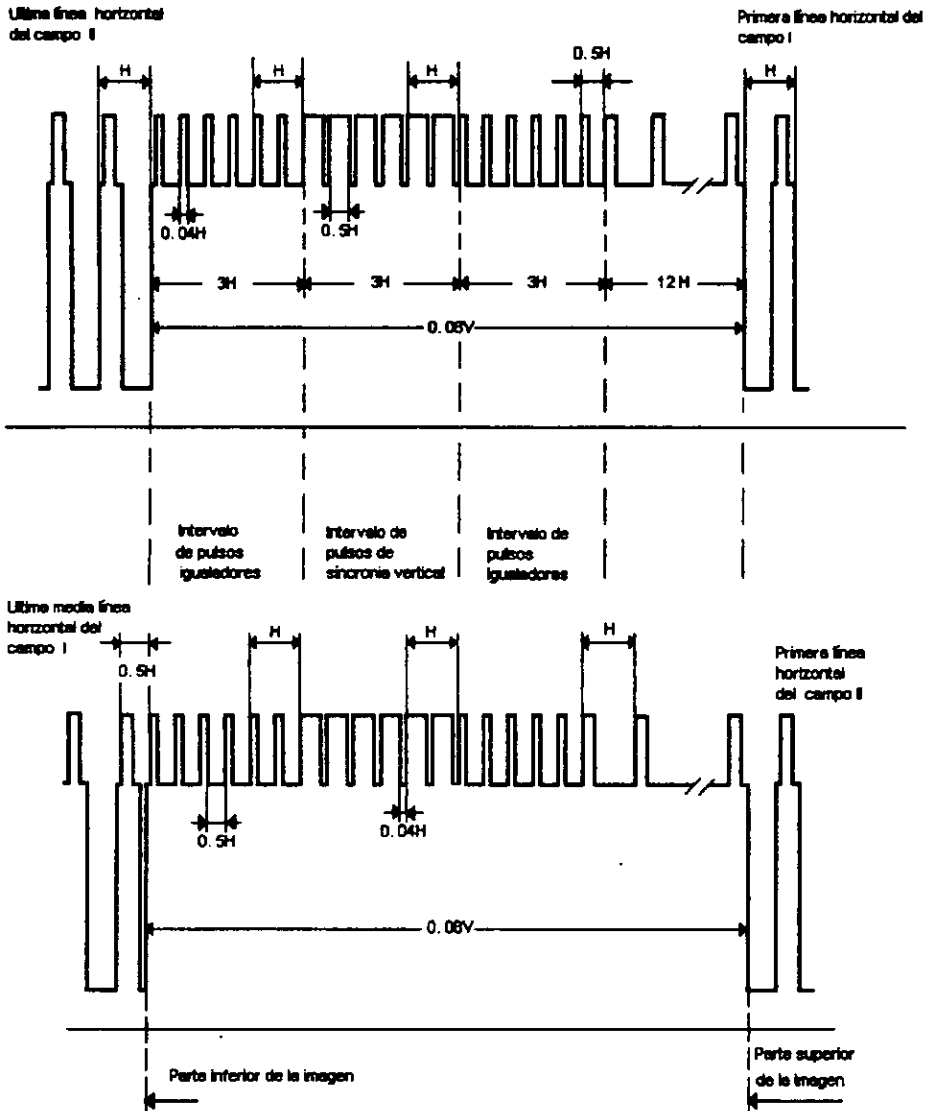


Fig. 2-7 Intervalos de sincronía vertical y borrado para un cuadro.

Los detalles de todos los impulsos en el intervalo de borrado vertical estan resumidos en la siguiente tabla.

Periodo	Tiempo (μ s)
Campo total V	16 666. 00
Pulso de borrado vertical 0. 08V	1 333. 00
Campo visible 0. 92V	15 333. 00
Línea Horizontal H	63. 50
Pulso de igualación 0. 04H	2. 50
Pulso de sincronía vertical 0. 5H	31. 75
Cada hendidura 0. 04H	2. 50

El retrazo vertical comienza aproximadamente 5 ó 6 líneas horizontales luego del inicio del borrado vertical. Y se activa durante la transmisión de los pulsos de sincronía vertical. el tiempo preciso de inicio del retrazo no puede definirse claramente, por lo que el intervalo de borrado debe ser lo suficientemente largo para ocultarlo.

2.2.9 Señal de vídeo compuesta a color.

El sistema para la televisión en color es el mismo que para la T.V. monocromática excepto que también se utiliza la información de color. Esto se realiza considerando la información de imágenes en términos de rojo, verde y azul. Cuando es explorada la imagen en el tubo de cámara, se producen señales de vídeo separadas para la información de rojo, verde y azul de la imagen. Filtros ópticos de color separan los colores para la cámara. Sin embargo, para el canal estándar de 6 MHz de televisión, las señales de vídeo de rojo, verde y azul son combinadas de modo que se forman dos señales equivalentes, una correspondiente al brillo y la otra para el color. Específicamente las dos señales transmitidas son las siguientes:

1. Señal de luminancia. Contiene sólo variaciones de brillo de la información de imagen, incluyendo los detalles finos, lo mismo que en una señal monocromática. La señal de luminancia se utiliza para reproducir las imágenes un blanco y negro, o monocroma. Esta señal se denomina generalmente *señal Y* (que no significa Yellow o amarillo).
2. Señal de crominancia. Contiene la información de color, y es transmitida como modulación en una subportadora que generalmente es considerada como de 3.58 MHz. Por tanto, La frecuencia para el color es de 3.58 MHz. Generalmente se denomina señal C para crominancia o croma.

En un receptor de televisión de color, la señal de color es combinada con la señal de luminancia para recuperar las señales vídeo originales de rojo, verde y azul, éstas son utilizadas para reproducir la imagen en color sobre la pantalla de un tubo de imagen de color. La pantalla de color tiene fósforos que producen rojo, verde y azul. Todos los colores pueden ser producidos como mezclas de rojo, verde y azul.

En los receptores monocromáticos, la señal *Y* reproduce la imagen en blanco y negro. La señal de color de 3.58 MHz no se utiliza.

Así se consigue que los sistemas de color y monocromáticos sean completamente compatibles. Cuando se televisa un programa en color, la imagen es reproducida en color por los receptores de color, mientras que los receptores monocromáticos presentan la imagen en blanco y negro. Por otra parte, los programas televisados en monocromía son reproducidos en blanco y negro por los receptores monocromáticos y por los de color. El tubo de imagen tricolor también puede reproducir el blanco combinando los colores rojo, verde y azul.

La información de color comienza con rojo, verde y azul en la cámara y finaliza con rojo, verde y azul en el tubo de imagen, a causa de que éstos son los colores primarios en televisión. Las otras señales de color corresponden a la información codificada utilizada por conveniencia en la transmisión.

En la siguiente tabla se mencionan las propiedades que tiene la imagen, después de lo escrito anteriormente.

Propiedades de la imagen.

CALIDAD	IMAGEN	SEÑAL
Contraste	Margen entre negro y blanco	Amplitud de la señal C.A. de video
Brillo	Iluminación de fondo	Polarización de c.c. en el tubo de imagen
Resolución	Precisión o agudeza de detalles	Respuesta de frecuencia de la señal video
Saturación de color	Intensidad o nivel de color	Amplitud de 3.58 MHz de la señal de croma
Matiz	Tinte del color	Ángulo de fase de 3.58 MHz de la señal de croma

Una imagen en color es realmente una imagen monocromática pero con la adición de colores para las partes principales de la escena. La información de color necesaria está en la señal de crominancia (C) de 3.58 MHz. En efecto, si se suprime la señal de color en un televisor mediante el control de color, la imagen que aparece en la pantalla es de blanco y negro. La imagen monocromática se produce por la señal de luminancia (Y). Con la señal C y la señal Y la imagen producida es de color natural.

Adición de color.

Se puede producir casi cualquier color añadiendo rojo, verde y azul en diferentes proporciones. El efecto aditivo se obtiene superponiendo los colores individuales. En un tubo de imagen tricolor, las informaciones de los colores rojo, verde y azul en la pantalla son integradas por el ojo humano para proveer la mezcla de color de la escena real. La persistencia de las imágenes proporciona el efecto de mezcla de color. Observar lamina I.

Colores primarios. Los colores primarios se combinan para formar diferentes mezclas. La única condición es que no se pueda volver a crear el primario mezclando los otros primarios. El rojo, el verde y el azul son los colores primarios utilizados en televisión a causa de que producen un amplio margen de mezclas de color cuando se les combina. Por tanto, rojo, verde y azul son primarios aditivos.

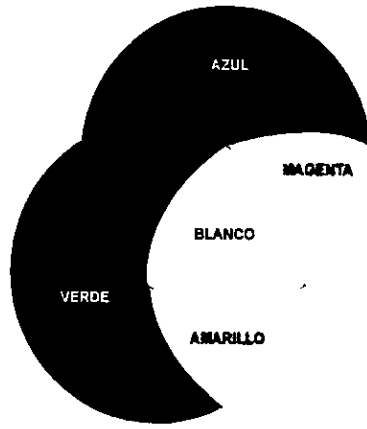


Lámina I ADICION DE COLORES PRIMARIOS

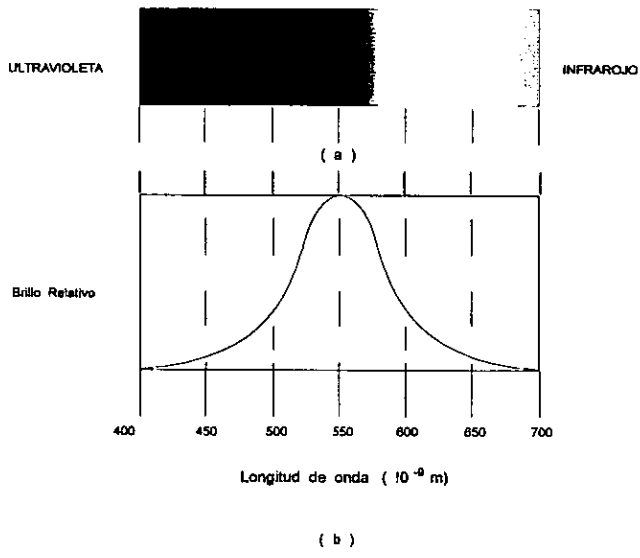


Lámina II Respuesta de brillo relativo o luminancia del ojo a diferentes colores.
 (a) Matices de diferentes longitudes de onda.
 (b) Valores relativos de luminancia.

Colores complementarios. El color que produce la luz blanca cuando es añadido a un primario es el complemento del primario. Por ejemplo, el amarillo, cuando se añade al azul, produce luz blanca. Por lo tanto, el amarillo es el complemento del primario azul.

Un primario y su complemento se pueden considerar como colores opuestos. La razón es que el complemento de cualquier primario contiene los otros dos primarios. Esta idea está ilustrada por el circuito de color de la figura 2 - 8, donde las líneas de trazos conectan cada primario y su color complementario opuesto.

En resumen, los primarios aditivos para la televisión en color y sus colores complementarios son:

COLOR PRIMARIO	COLOR COMPLEMENTARIO
Rojo	Ciano
Verde	Magenta
Azul	Amarillo

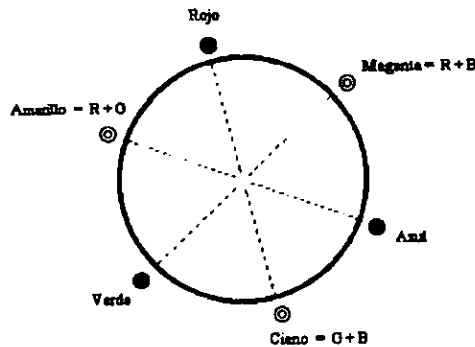


Fig. 2 - 8. Rueda de color mostrando los colores primarios rojo, verde y azul con sus colores opuestos, o complementarios, ciano, magenta y amarillo.

Por otra parte, los componentes de los colores complementarios son :

Ciano = azul + verde
Magenta = rojo + azul
Amarillo = rojo + verde

Definiciones de los términos de televisión en color.

Blanco. Realmente, la luz blanca debe ser considerada como una mezcla de los colores primarios rojo, verde y azul en las proporciones correctas. Un prisma de vidrio produce los colores del arco iris por descomposición de luz blanca. Para obtener el efecto opuesto, se pueden añadir rojo, verde y azul para producir el blanco.

Matiz. El color así mismo en su matiz, o tinte. Las hojas verdes tienen matiz verde; una manzana roja tiene un matiz rojo. El color de cualquier objeto se distingue principalmente por su matiz. Resultan diferentes matices cuando diferentes longitudes de onda de la luz producen la sensación visual en el ojo.

Saturación. Los colores saturados son vívidos, intensos, profundos o fuertes. Los colores pálidos o débiles tienen poca saturación. La saturación indica cómo está diluido el color por el blanco. Por ejemplo, el rojo vívido o intenso está completamente saturado. Cuando el rojo es diluido por el blanco, el resultado es el rosa, que realmente es un rojo desaturado. Obsérvese que un color complementario saturado no tiene blanco.

Crominancia. Este término se utiliza para combinar el matiz y la saturación. En la televisión en color, la señal de color de 3.58 MHz es específicamente la señal de crominancia. En resumen, la crominancia incluye toda la información de color sin el brillo. La crominancia y el brillo juntos especifican la información de imagen completamente. La crominancia se denomina también *croma*.

Podemos reservar el término *crominancia*, o *croma*, para la señal subportadora modulada de 3.58 MHz. Esta señal C contiene el matiz y la saturación para todos los colores. Su frecuencia es 3.58 MHz. Sin embargo, antes de la modulación y después de la demodulación, la información de color está en las señales video de color rojo, verde y azul. El margen de estas frecuencias de modulación, o banda base para el color, se puede considerar prácticamente que es de 0 a 0.5 MHz.

Resumamos estas diferencias importantes en los márgenes de frecuencia:

Señal C: Incluye las frecuencias o bandas laterales por encima y por debajo de la subportadora modulada de 3.58 MHz, principalmente de 3.08 a 4.08 MHz.

Señales video: R, V y A: Incluyendo las frecuencias de la banda base de 0 a 0.5 MHz.

Señales video R - Y, A - Y y V - Y: Incluyen también las frecuencias de la banda base de 0 a 0.5 Mhz. Sin embargo, estos símbolos significan mezclas de color a causa de que cada una tiene las componentes de color de la señal - Y.

Luminancia. La luminancia indica la cantidad de intensidad de luz que es percibida por el ojo como brillo. En una imagen en blanco y negro las partes más claras tienen más luminancia que las partes más oscuras.

Sin embargo, diferentes colores tienen también sombras de luminancia ya que algunos colores aparecen más brillantes que otros. Esta idea está ilustrada por la curva relativa de luminosidad en la lámina de color II a) y b). La curva muestra que los matices verde entre ciano y naranja tienen el máximo brillo.

En la televisión en color la información de luminancia está en la señal Y. La señal de luminancia sólo contiene variaciones de brillo para toda la información existente en la imagen. Esta Y no debe ser confundida con la abreviatura de yellow (amarillo en inglés).

Los componentes de la señal Y son 30 % de rojo, 59 % de verde y 11 % de azul. Estos porcentajes dan la sensación aproximada del brillo en la visión humana para los diferentes colores. En consecuencia, una imagen monocromática producida por la señal Y aparece como sombreados correctos de gris y blanco.

Multiplexado. La técnica que utiliza una onda portadora para dos señales separadas se llama *multiplexado*. En la televisión en color, la señal C de 3.58 MHz es multiplexada con la señal Y ya que ambas modulan la portadora principal de imagen. Otro ejemplo de multiplexado es la de difusión en estéreo de la banda de radiodifusión FM comercial, Para transmitir las señales de los canales izquierdo y derecho en una portadora de RF.

Codificación de la información de imagen.

Sección de matriz. Un circuito de matriz forma nuevas tensiones de salida partiendo de la entrada de señal. En el transmisor la matriz combina las tensiones R, V y A

en proporciones dadas para formar tres señales video que son las elegidas para la difusión. Una señal contiene la información de brillo. Las otras dos señales contienen el color.

Las dos señales de color de salida de la matriz deben ser mezclas de color, lo que significa que contienen R, V y A. Dos mezclas pueden tener toda la información del color original de los tres primarios. Las dos mezclas de color, más la luminancia Y, corresponden a la información real de imagen en las señales video R, V y A.

Ejemplos importantes de pares de dos mezclas de color para codificar la información de color R, V y A son

I y Q video

o bien

R - Y y A - Y video

Son utilizables a causa de que R - Y y A - Y tienen ángulos de fase de matiz separados 90° , lo mismo que las señales video I y Q. En efecto, Q significa fase en cuadratura con respecto a la señal I. La diferencia de fase de 90° proporciona una buena manera de distinguir entre dos señales separadas.

Las señales I y Q están especificadas por la FCC (*Federal Communications Commission*) para la modulación en el transmisor. Sin embargo, las señales R - Y y A - Y son más fáciles de utilizar en la mayoría de circuitos video. Contienen también verde en la componente Y. La señal - Y es la señal de luminancia en polaridad negativa. Realmente, I o Q se pueden convertir en R - Y o A - Y, respectivamente, o viceversa, cuando sea necesario para la codificación o la decodificación.

Para la codificación en la figura 2 - 9a, las tres señales de salida de la matriz son las siguientes:

1. *Señal de luminancia o Y.* Esta combinación de R, V y A contiene las variaciones de brillo correspondientes a una señal video monocromática. La señal Y se forma tomando 30 % de video R, 59 % de video V y 11 % de video A.
2. *Una mezcla de color designada señal I.* La polaridad positiva de la señal I es naranja; la polaridad negativa es ciano. En la presentación de pequeños detalles de color se eligen preferentemente estos colores para la señal I.
3. *Una mezcla de color designada señal Q.* La polaridad positiva de la señal Q es púrpura; la polaridad negativa es verde - amarillento.

Los signos negativos para la sustracción de las señales R, V o A indican que las tensiones video se añaden con polaridad negativa.

Razones para las señales I y Q. Aquí la letra Q significa cuadratura, ya que la señal Q modula a la señal subportadora de color de 3.58 MHz desfasada 90° con respecto a la modulación de la señal I.

Para la señal I se emplea más anchura de banda (1.3 MHz) en comparación con la de 0.5 MHz para la señal Q. La finalidad de este ancho de banda extra de la señal I es conseguir más detalles de color.

Experimentalmente se ha determinado que el naranja y el ciano de la señal I son mejores para la resolución de color de los detalles muy pequeños. Esta es la razón de por qué se especifica la mezcla de color I como $I = 0.60 R - 0.28 V - 0.32 A$. Entonces, automáticamente los colores de la señal Q son magenta y verde amarillento a causa de que este eje de color está separado 90° del eje de color I.

Desventajas de las señales I y Q. La mayor anchura de banda de la señal I provoca un problema en el receptor. En la modulación de cromancia de 3.58 MHz, las frecuencias de la banda lateral superior pueden interferir con la señal de sonido de 4.5 MHz. Además, las frecuencias de la banda lateral inferior de la señal I pueden invadir el margen de frecuencia de la señal video Y de luminancia. Para reducir la interferencia será necesario un filtrado extra. En consecuencia, los receptores utilizan pocas veces el ancho de banda adicional de la señal I. Los circuitos son mucho más sencillos cuando todas las señales video de color tienen el mismo ancho de banda de 0.5 MHz. En los receptores para proyección en pantalla grande, sin embargo, se debe utilizar la resolución extra de color de la señal I.

Sin ancho de banda adicional de la señal I puede ser detectada la información de color de la señal C modulada con diferentes ángulos de fase para diferentes matices.

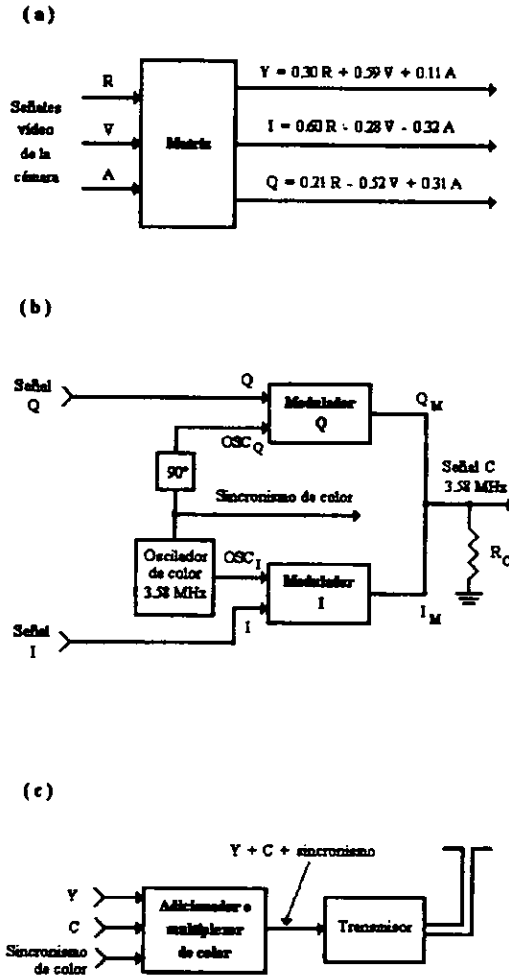


Fig. 2 - 9 Funciones para la codificación del color y la información de imagen monocromática en la difusión de televisión. (a) Matrizado para producir las señales video Y, I y Q. (b) Modulación de crominancia con I y Q para producir la señal C. (c) Multiplexado de las señales Y y C.

Modulación de crominancia.

Las señales I y Q son transmitidas como bandas laterales de modulación de la subportadora de color de 3.58 MHz, que a su vez modula a la onda portadora principal de imagen. Por ejemplo, la portadora de imagen de 67.25 MHz del canal 4 es modulada por la señal subportadora de color de videofrecuencia de 3.58 MHz. En el canal de transmisión de 66 a 72 MHz, la señal de crominancia es de $67.25 + 3.58 = 70.83$ MHz como frecuencia lateral de RF de la señal portadora de imagen modulada.

El valor de 3.58 MHz se elige como una frecuencia de video alta para separar la señal de crominancia con respecto a las videofrecuencias más bajas de la señal de luminancia. Además, la alta frecuencia da por resultado una baja visibilidad de cualquier interferencia de croma en la señal de luminancia. En el extremo opuesto, la frecuencia de señal C no puede estar demasiado cerca de 4.5 MHz, con el fin de evitar las interferencias con la señal de sonido.

Con referencia a la figura 2 - 9b, la salida del oscilador de la subportadora de color de 3.58 MHz es acoplada a los moduladores de I y Q, que también tienen entradas de señales de video I y Q procedentes de la matriz. Cada circuito produce modulación de amplitud de la señal subportadora de 3.58 MHz. Obsérvese las entradas separadas para I y Q, pero la salida común combina las modulaciones de I y Q.

Obsérvese las siguientes denominaciones para las diferentes señales de entrada y salida de los moduladores que producen la señal C en la figura 2 - 9b:

- I = señal video I sin modulación
- OSC_I = salida del oscilador, en concordancia de fase, en 3.58 MHz
- I_M = modulación de amplitud en la señal subportadora de 3.58 MHz
- Q = señal video Q sin modulación
- OSC_Q = salida del oscilador en cuadratura desfasada 90°
- Q_M = modulación de amplitud, Q, en la señal subportadora de 3.58 MHz

Supresión de la señal subportadora. El uso de sólo las bandas laterales de modulación, sin la propia señal portadora, es lo que se llama *transmisión con portadora suprimida*. La finalidad de suprimir la señal subportadora es reducir la interferencia en 3.58 MHz, que puede producir puntos finos en la pantalla.

Burst de sincronismo de color. Con transmisión de portadora suprimida, el receptor debe tener un circuito oscilador de 3.58 MHz que genere la señal subportadora, con el fin de detectar la señal de crominancia. Además, es transmitida una muestra de la señal

subportadora de 3.58 MHz con la señal C como referencia de fase para el oscilador de color en el receptor. En la televisión en color, el ángulo de fase es el matiz.

La sincronización del color para que los matices sean correctos en la imagen se obtiene por un "burst" (tren de ráfaga) de 8 a 11 ciclos de la señal subportadora de 3.58 MHz en el umbral posterior de cada impulso de borrado horizontal. Este burst de sincronismo de color controla la frecuencia y la fase del oscilador de 3.58 MHz del receptor.

Señal video total colorplexada. La señal C con la información de color y la señal de luminancia Y son ambas acopladas a la sección del sumador o colorplexor. Esta etapa combina la señal Y con la señal C de 3.58 MHz para formar la señal video total colorplexada (figura 2 - 9c).

Esta señal es transmitida al receptor por modulación de amplitud de la onda portadora de imagen en el canal de 6 MHz asignado a la estación. La modulación es una señal video de color compuesta, incluyendo los impulsos de sincronismo de la deflexión y de borrado.

La señal video colorplexada está ilustrada en la figura 2 - 10. Las áreas sombreadas son la señal C de 3.58 MHz, correspondientes a las barras de color. La amplitud pico a pico (p-p) de la señal C depende de la saturación o intensidad de color. Los ángulos de fase de la señal C para diferentes matices no se pueden ver a causa de que no están indicados los ciclos individuales.

Nivel de luminancia. Además de las amplitudes p-p para las barras de color, se observa que el nivel medio es diferente para cada barra. La distancia desde el nivel de borrado hasta el nivel medio de la señal C es una medida de lo oscura o luminosa que es la información.

Matiz y saturación en la señal C. La modulación bifásica de la señal subportadora de color de 3.58 MHz tiene el efecto de concentrar toda la información de color en una señal de crominancia. Consideremos el ejemplo de una señal intensa I, con una señal Q pequeña. La señal resultante C tiene un ángulo de fase casi igual al matiz naranja de la señal I. En el caso opuesto, con señal Q intensa y una pequeña señal I, la señal C modulada tiene un ángulo de fase casi igual al de matiz de púrpura de la señal Q.

Con iguales amplitudes de las tensiones de modulación de I y Q, la fase de la señal C es intermedia entre los ángulos de fase de I y Q, correspondientes a un matiz también intermedio entre el naranja y el púrpura. Entonces, el resultado es que el ángulo de fase instantáneo de la señal C, de 3.58 MHz indica el matiz de la información de color.

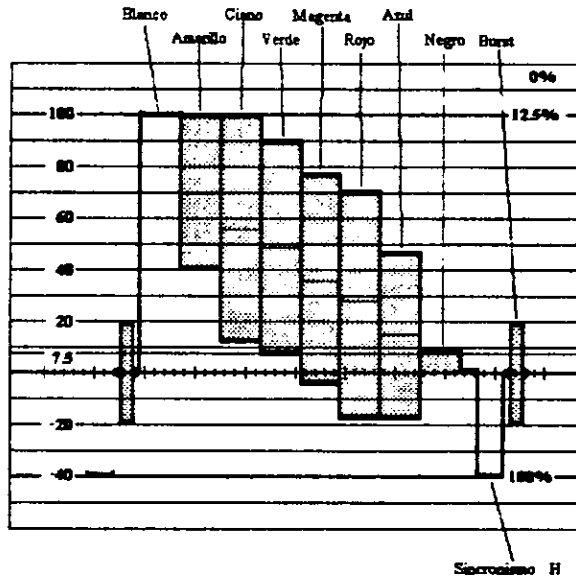


Figura 2 - 10 Oscilograma de la señal video compuesta complexada para la carta de ajuste de barras de color. Están incluidos la señal C, el burst de sincronismo de color, la señal Y y la señal de sincronismo H. Las líneas de trazos blancas a través de las barras de la señal de 3 58 MHz indican nivel de luminancia de la señal Y.

Por otra parte, las variaciones de amplitud de la señal modulada C indican la fuerza o intensidad de la información de color. Esta variación corresponde a cómo está saturado el color. En consecuencia:

Matiz es el ángulo de fase de la señal C.

Saturación es la amplitud de la señal C.

Decodificación de la información de imagen.

Partiendo de la antena de receptor, la señal portadora de imagen modulada del canal seleccionado es amplificada en las etapas RF y de frecuencia intermedia (FI). Después es rectificadada esta señal de imagen AM en el detector de video. La salida del detector de video es la señal de video colorplexada total, que incluye las componentes Y y C. Después del

detector de video, los circuitos se bifurcan, como muestra la figura 2 - 11. Uno de los caminos es para la señal de luminancia Y y el otro para la señal C de 3.58 MHz.

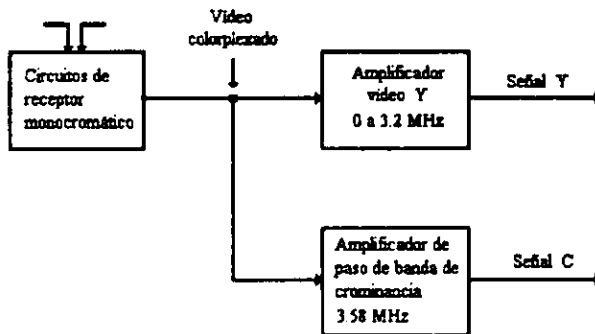


Fig. 2 - 11 Separación de la señal de luminancia Y y la señal de crominancia de 3.58 MHz en la salida del detector video del receptor.

Demodulación sincrónica.

Cuando es transmitida una señal modulada sin su portadora o subportadora, debe ser reinsertada en el receptor la onda portadora original para detectar la modulación. No sólo vuelve a ser generada la portadora, sino que también debe ser sincronizada su fase con la fase de la portadora de la modulación original. Demodulación sincrónica significa el proceso de detección de una señal modulada cuando está suprimida la señal portadora.

Tal como se muestra en la figura 2 - 12, el oscilador de color de 3.58 MHz suministra la señal subportadora, que es acoplada a los demoduladores para obtener la señal C. Cada demodulador es un detector sincrónico.

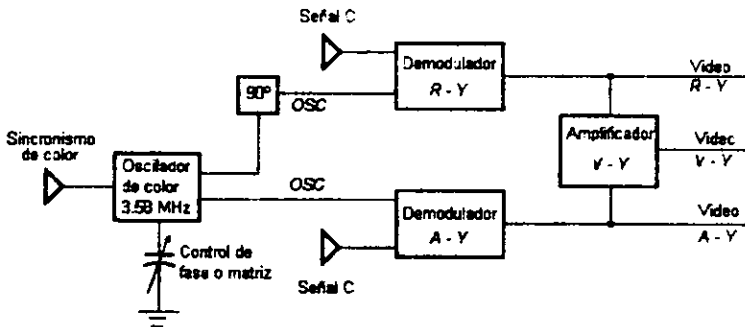


Fig. 2 - 12. Detección de la señal C de 3.58 MHz modulada con dos demoduladores sincros defasados 90° para recuperar las señales video de color en cuadratura R - Y y A - Y. Estas dos señales son combinadas para obtener la señal V - Y.

Este tipo de detector tiene la máxima salida en la fase de la señal modulada, que es igual a la entrada del oscilador. El circuito es un demodulador sincro porque detecta la información de modulación que es sincra con la portadora reinsertada. Por otra parte, prácticamente no hay salida de señal en cuadratura con la tensión reinsertada del oscilador. Por esta razón, son necesarios dos demoduladores sincros para detectar dos señales video de color diferentes.

Demoduladores A - Y y R - Y.

Muchos receptores decodifican la señal de croma de 3.58 MHz en señales video de A - Y y R - Y, en lugar de I y Q.

El ancho de banda del amplificador de paso de banda de croma está limitado generalmente a 3.58 ± 0.5 MHz. Entonces no se utiliza en modo alguno el ancho de banda adicional de la señal I.

La señal de video A - Y es una mezcla de color próxima al azul. El ángulo de fase para el matiz de A - Y se defasa 180° del burst de sincronismo de color. En consecuencia, es relativamente sencillo enganchar el oscilador de color de 3.58 MHz en fase de A - Y.

La señal video R - Y es una mezcla de color próxima al rojo. El ángulo de fase del matiz R - Y está defasado 90° del de A - Y. Estos ángulos de fase de los diferentes matices se ilustran en la figura 2 - 14.

Por otra parte, la señal A - Y y la señal R - Y se puede combinar para obtener la señal video V - Y, ya que la señal Y contiene verde. Las señales de video A - Y , R - Y y V - Y se denominan señales diferencia de color. Todas estas señales de video de color estan ubicadas de 0 a 0.5 MHz.

En la figura 2 - 12, los demoduladores producen las señales de video A - Y y R - Y. Para la detección de la señal C de 3.58 MHz es demodulada con dos demoduladores sincronos defasados 90° para recuperar las señales video de color en cuadratura R - Y y A - Y. Estas dos señales son combinadas para obtener la señal V - Y.

Luego pueden ser acopladas las tres señales video de color A - Y, R - Y y V - Y, con suficiente amplificación al tubo de imagen tricolor.

Señal de luminancia (Y).

Ahora podemos considerar con más detalle la señal de luminancia, que contiene las variaciones de brillo de la información de imagen.

La señal Y está formada por la suma del rojo, verde y azul de las señales video primarias en las proporciones :

$$Y = 0.30R + 0.59V + 0.11A$$

La lamina III ilustra como se forma la tensión de la señal Y (lamina III d) con las proporciones especificas de las tensiones R, V, y A para la carta de ajustes de las barras de color. Estas barras incluyen los colores primarios R, V y A, sus mezclas complementarias, el blanco y el negro.

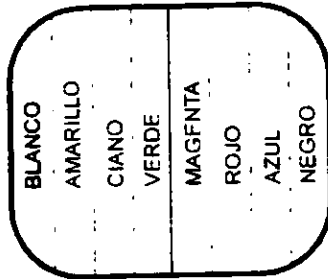
La señal Y tiene su máxima amplitud relativa de 1 o 100% para el blanco, a causa de que incluye R, V y A. Este valor para el blanco se calcula por :

$$Y = 0.30(1) + 0.59(1) + 0.11(1) = 1$$

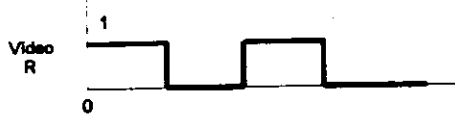
En otro ejemplo, la barra de color ciano incluye V y A pero no R. Así el valor de Y para el ciano se calcula por :

$$Y = 0.30(0) + 0.59(1) + 0.11(1) = 0.70$$

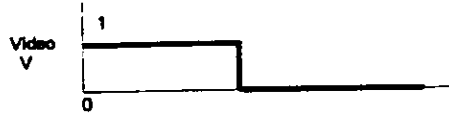
Todos los valores de tensión de la señal Y se calculan de esta manera. Las tensiones resultantes son los valores relativos de luminancia correspondientes a cada una de las barras de color.



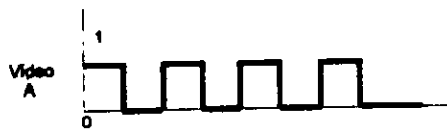
(a)



(b)



(c)



(d)

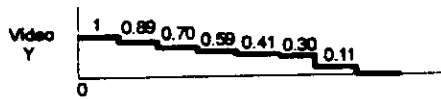


Lámina III Formas de onda de las señales video rojo, verde y azul combinadas para formar la señal de luminancia (Y).

Tipos de señales video de color.

Los principales tipos de señales video de color deben incluir los colores primarios, ya que el sistema comienza con las tensiones R , V y A del tubo de cámara y termina con estas tensiones en el tubo de imagen.

Sin embargo, se utilizan mezclas de color para la codificación y la decodificación. La razón es que dos señales de mezcla de color pueden contener toda la información de los tres colores primarios, lo que permite que la tercera señal sea la señal de luminancia (Y).

Señal I . Esta tensión video de color se produce en la matriz del transmisor con la siguiente combinación de rojo, verde y azul :

$$I = 0.60 R - 0.28V - 0.32A$$

El signo menos indica la adición de la tensión de video de polaridad negativa. Obsérvese que las componentes negativas de - 0.28V y - 0.32A dan un total de - 0.60 , lo cual es igual al valor positivo de 0.60R. Estos valores se eligen para que la amplitud de la señal de video I sea cero en el blanco.

Con la polaridad + I , la señal incluye rojo y menos azul , o sea amarillo. Se suman para producir naranja. Para la señal - I , la polaridad está invertida en todas las componentes primarias. Así la combinaciones incluye verde y azul , con menos rojo (ciano), que da ciano. Estos matices están en la lámina IV de color, que muestra las principales tensiones video para el color.

Señal Q . Las tensiones de los colores primarios se combinan en la matriz del transmisor en las siguientes proporciones para la señal Q :

$$Q = 0.21R - 0.52V + 0.31A$$

Con la polaridad + Q esta señal incluye menos verde o magenta con rojo y azul. Se combinan para formar los matices púrpura.

Para la señal - Q , esta polaridad incluye principalmente verde con menos azul o amarillo. La combinación es verde-amarillento . Véase la lámina IV de color.

Las componentes positivas de 0.21R y 0.31A en total 0.52 , son iguales a la componente negativa de - 0.52V . Se eligen estos valores para que la amplitud de la señal Q sea cero para el blanco.

Ambas señales Q e I son cero para el blanco, ya que no hay información de crominancia en él. La información de luminancia para las sombras de blanco está contenida en la señal Y.

Señal A - Y. El matiz de esta señal es principalmente azul, pero es una mezcla de color a causa de la componente - Y. Cuando combinamos el 100% del azul con las componentes primarias de la señal Y, obtenemos :

$$\begin{aligned} A - Y &= 1.0A - (0.30R + 0.59V + 0.11A) \\ &= -0.30R - 0.59V + 0.89A \end{aligned}$$

Señal R - Y. El matiz R - Y es un rojo púrpura. Combinando rojo con las componentes primarias de la señal Y se obtiene :

$$\begin{aligned} R - Y &= 1.0R - (0.30R + 0.59V + 0.11A) \\ &= 0.70R - 0.59V - 0.11A \end{aligned}$$

La polaridad opuesta de la señal R - Y da el matiz del ciano-azul.

Señal V - Y. Combinando la señal - Y y el 100% de V resulta :

$$\begin{aligned} V - Y &= 1.0V - (0.30R + 0.59V + 0.11A) \\ &= -0.30R + 0.41V - 0.11A \end{aligned}$$

El matiz de la señal V - Y es un verde azulado. En el receptor se obtiene la señal video V - Y mediante la combinación de R - Y y A - Y en las siguientes proporciones:

$$\begin{aligned} V - Y &= -0.51(R - Y) - 0.19(A - Y) \\ &= -0.51(0.70R - 0.59V - 0.11A) - 0.19(-0.30R - 0.59V + 0.89A) \\ &= (-0.357 + 0.057)R + (0.3 + 0.112)V + (0.056 - 0.169)A \\ &= -0.30R + 0.412V - 0.113A \end{aligned}$$

Esta combinación se forma en la etapa amplificadora de V - Y.

Las tensiones de mezcla de color están todas relacionadas entre sí, puesto que cada una es una combinación de R, V, y A. También pueden ser especificadas las señales I y Q en términos de señales diferencia de color como sigue:

$$\begin{aligned}
 I &= 0.74 (R - Y) - 0.27 (A - Y) \\
 &= 0.74 (0.70R - 0.59V - 0.11A) - 0.27 (-0.30R - 0.59V + 0.89A) \\
 &= +0.599R - 0.277V - 0.321A \\
 Q &= 0.48 (R - Y) + 0.41 (A - Y) \\
 &= 0.48 (0.70R - 0.59V - 0.11A) + 0.41 (-0.30R - 0.59V + 0.89A) \\
 &= +0.213R - 0.525V + 0.312A
 \end{aligned}$$

Todas estas señales video combinan el rojo (R), verde (V) y azul (A) de modo que dos mezclas puedan contener toda la información de color de los tres primarios. Las señales video de color y sus principales características están resumidas en la tabla 2-2.

TABLA 2 - 2

Tipos de señales video de color

NOMBRE	MATIZ	ANCHO DE BANDA, MHz	NOTAS
A - Y	Azul	0 - 0.5	Fase opuesta a la de sincronismo de color
R - Y	Rojo	0 - 0.5	En cuadratura con A - Y
V - Y	Verde	0 - 0.5	Combina A - Y y R - Y
I	Naranja	0 - 1.3	Máximo ancho de banda de color
Q	Púrpura	0 - 0.5	En cuadratura con I

Burst de sincronismo de color.

La figura 2 - 13 muestra los detalles del burst de sincronismo de color de 3.58 MHz transmitido como parte de la señal vídeo compuesta total. El burst de color sincroniza la fase del oscilador de color de 3.58 MHz en el receptor.

Luego es reinsertada la señal subportadora de color de 3.58 MHz en los demoduladores síncronos para detectar la señal de crominancia.

La fase de la tensión del oscilador reinsertada determina los matices en la salida del detector. Por tanto es, necesario el sincronismo de color para establecer los matices correctos de los demoduladores.

El burst tiene de 8 a 11 ciclos de la subportadora de 3.58 MHz, transmitidos en el umbral posterior de cada impulso de borrado horizontal. el valor de pico del burst es la mitad de la amplitud del impulso de sincronismo. La amplitud pico a pico del burst es igual a la del sincronismo. Sin embargo, el valor medio del burst coincide con el nivel de borrado. Este valor corresponde a cero para el sincronismo de deflexión. En consecuencia, el burst de color no interfiere con la sincronización de los osciladores de deflexión.

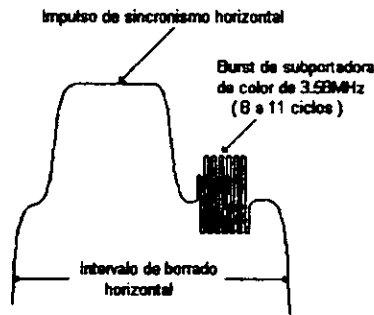


Fig 2 - 13. Burst de sincronismo de color en el umbral posterior de cada impulso de sincronismo H.

La presencia o ausencia del burst determina si un programa es de color o monocromático.

Ángulos de fase del matiz.

La figura 2 - 14 ilustra cómo están determinados los matices de la señal C modulada por la variación de su ángulo de fase con respecto al ángulo de fase constante del burst de sincronismo de color. El matiz del burst de sincronismo corresponde al verde-amarillento. Cuando la información de imagen de este matiz está siendo explorada en el transmisor, el ángulo de fase de la señal de crominancia tiene la misma fase que la del burst. Para otros matices, la señal C tiene diferentes ángulos de fase. La diferencia del ángulo de fase con respecto a la fase del burst de sincronismo determina la diferencia de matiz con respecto al verde-amarillento.

En la figura 2 - 14, el ángulo de fase de la señal C indica el matiz de rojo púrpura entre los ángulos correspondientes al azul y al rojo. En este ejemplo, dicho ángulo de fase es resultado de iguales cantidades de modulación de las señales I y Q.

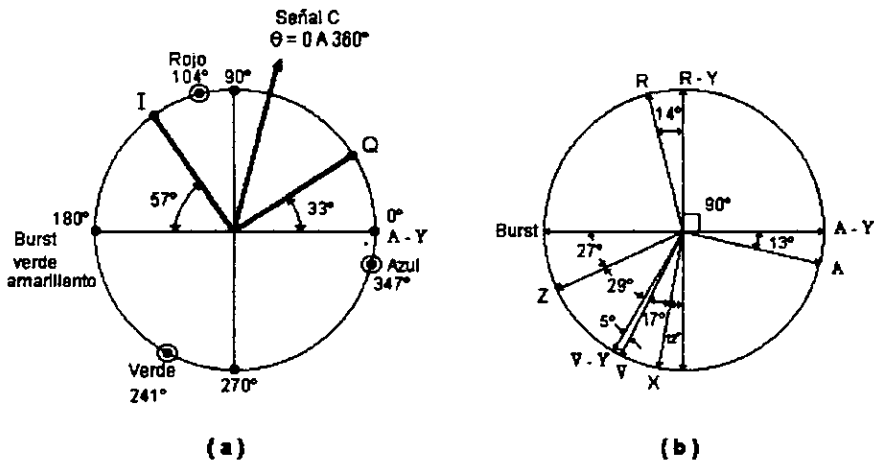


Fig 2 - 14. Ángulos de fase de diferentes matices. Las amplitudes relativas no están representadas a escala. (a) Ángulos de fase de I y Q comparados con los otros matices. (b) Los ejes de color se suelen utilizar para demodulación sincrónica en el receptor.

En la lámina IV se pueden ver todos los matices y sus ángulos de fase. Los matices opuestos 180° están en una línea recta llamada eje de color.

Los ángulos de fase de matiz están indicados de maneras diferentes. La medida normalizada para los ángulos se cuenta en sentido positivo desde cero, tal como en la figura 2 - 14a. Entonces A - Y está en 0° , y el burst de sincronismo de color está en 180° . Sin embargo, puesto que la fase del burst es la referencia, a menudo se cuentan los ángulos de fase de matiz desde el burst. Entonces los ángulos de fase A - Y están en 180° . Para los ejes de demodulación del receptor los ángulos están indicados en la figura 2 - 14b.

Ejes I y Q. Se utilizan estas señales vídeo de color para modular la subportadora de 3.58 MHz en difusión de televisión. Como muestra la figura 2 - 14a, el eje I está defasado 57° del burst de sincronismo de color. El eje de Q está en cuadratura.

Ejes A - Y y R - Y. El receptor puede recuperar estos matices en la demodulación de la señal C mediante la reinserción de la señal subportadora de color de 3.58 MHz. Como muestra la figura 2 - 14b, la señal A - Y está defasada 180° exactamente con respecto al burst y la señal R - Y está en cuadratura de fase con ella. Son añadidas señales vídeo R - Y y A - Y para formar la señal vídeo V - Y.

Contando desde el burst (en el sentido de las agujas del reloj), el ángulo de fase es de 90° para R - Y, 180° para A - Y y 304° para V - Y.

Ejes X y Z. Como muestra la figura 2 - 14b, el eje X está cerca de $-(R - Y)$ y el eje Z está próximo a $-(A - Y)$. Contando desde el burst, el eje X está en 282° y el eje Z en 333° . Están separados 51° aproximadamente. Se pueden utilizar los ejes X y Z en los demoduladores del receptor. La ventaja es que se pueden formar R - Y, V - Y y A - Y en tres etapas amplificadoras equilibradas para reducir la posibilidad de deslizamiento del color.

Señal vídeo compuesta colorplexada.

En la lámina V está ilustrada la formación de la señal de vídeo que combina la luminancia y la crominancia en etapas sucesivas. Comenzando con los colores primarios, las tensiones vídeo R, V y A están completamente saturados, sin blanco. Así el valor relativo de tensión de R, V y A es de 100% o 1 (lámina V a, b y c). Además, los colores complementarios saturados amarillo, ciano y magenta tienen sólo dos colores primarios, ya que no hay añadido el tercer primario que produzca el blanco.

Amplitudes de la señal Y. La señal de luminancia de la lámina V d) muestra la componente de brillo de cada barra y los valores relativos de Y, que están calculados por la ecuación :

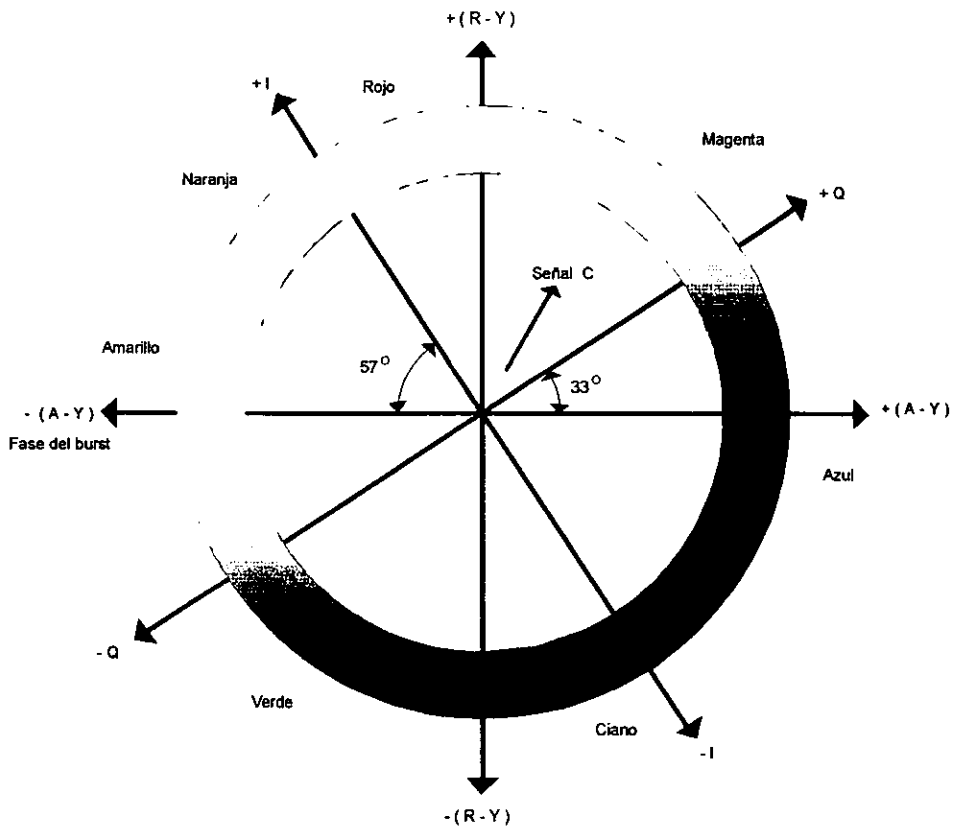


Lámina IV Círculo de colores mostrando los matices correspondientes a diferentes ángulos de fase de la señal de prominencia (C) .

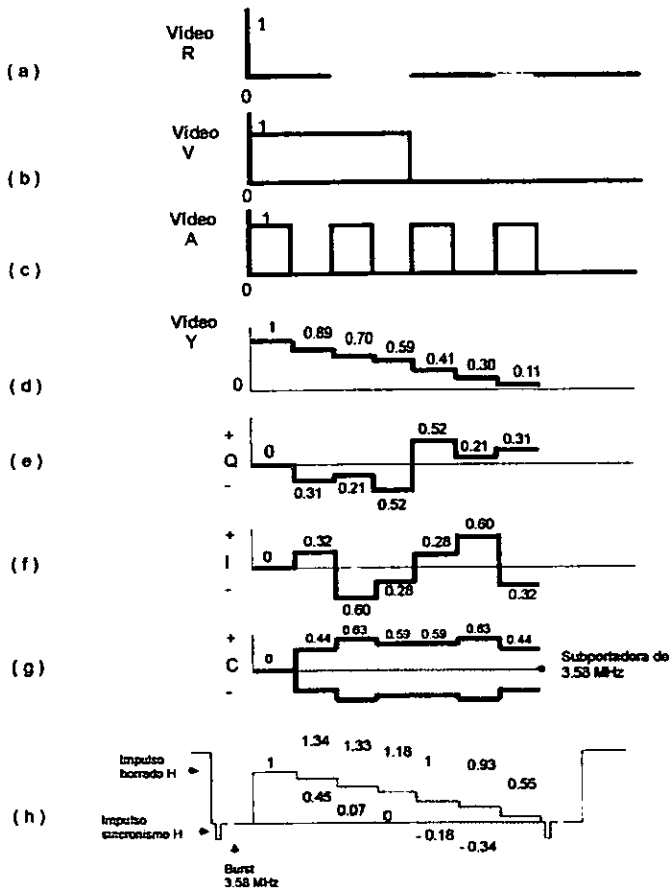
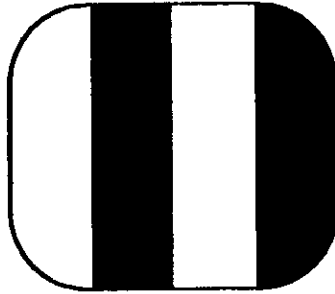


Lámina V SEÑAL VIDEO COMUESTA COLORPLEXADA

$$Y = 0.30R + 0.59V + 0.11A$$

Por ejemplo, para el magenta se combina el rojo y el azul sin verde :

$$Y = 0.30(1) + 0 + 0.11(1) = 0.41$$

Amplitudes de la señales I y Q. Las formas de onda I y Q de la lámina V e y f tienen las tensiones relativas indicadas de acuerdo con sus proporciones de los colores primarios. Estos valores

están calculados por las ecuaciones :

$$I = 0.60R - 0.28V - 0.32A$$

$$Q = 0.21R - 0.52V + 0.31A$$

Por ejemplo, para el amarillo con rojo y verde pero sin azul :

$$I = 0.60(1) - 0.28(1) - 0 = 0.32$$

$$Q = 0.21(1) - 0.52(1) + 0 = -0.31$$

Adición fasorial para la señal C.

La lámina V g muestra la señal subportadora de color de 3.58 MHz modulada por las señales I y Q en cuadratura. La modulación de amplitud de las dos fases da por resultado las variaciones de las amplitudes y de los ángulos de fase de la señal C. No se pueden representar los ángulos de fase, pero se pueden calcular las variaciones de las amplitudes por el método de adición de fasores que se expresa por :

$$C = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

Por ejemplo, para el amarillo con valores de 0.32 para I y -0.31 para Q

$$C = \sqrt{0.32^2 + (-0.31)^2}$$

$$C = \sqrt{0.1024 + 0.0961}$$

$$C = \sqrt{0.1985} = 0.45$$

No hay polaridad de la señal C a causa de que es una onda portadora con ambos semiciclos positivo y negativo. Obsérvese que la amplitud de pico de 0.45 de una señal C de azul o de amarillo significa que varía 0.45 unidades por encima y por debajo del eje cero de esta forma de onda de C.A. modulada. Las señales de amarillo y azul tienen la misma amplitud, pero ángulos de fase opuestos a causa de que son colores complementarios.

Ángulos de fase de la señal C.

Si deseamos conocer el ángulo de fase θ para el matiz, la tangente de este ángulo es igual a Q/I. Por ejemplo, para rojo :

$$\theta = \tan^{-1} (0.21 / 0.60) = \tan^{-1} (0.35)$$

$$\theta = 19^\circ$$

Este ángulo es de 19° desde I hasta Q.

Adición de la señal Y y C.

Para la forma de onda de la señal video total en la lámina V h, las amplitudes de Y para la luminancia están combinadas con la señal C. El resultado es que las variaciones de la señal C están desplazadas hasta el eje del nivel de luminancia Y.

Por ejemplo, el azul tiene el nivel de 0.11 en la señal Y y la amplitud de pico de 0.45 en la señal C. Cuando se combinan estas señales Y y C, el resultado es la señal video colorplexada para el azul es que el pico positivo sube hasta $0.45 + 0.11 = 0.56$ y el pico negativo desciende hasta $-0.45 + 0.11 = -0.34$.

Estos valores máximos y mínimos de C son todavía ± 0.45 , pero con respecto al eje medio de 0.11, para la señal Y en lugar del eje cero.

Por consiguiente, en los receptores monocromáticos se filtran los 3.58 MHz para suprimir la información de color, pero la señal Y se mantiene para proveer las variaciones de luminancia.

Resolución y ancho de banda del color.

La señal Y es transmitida con toda la anchura de banda de la frecuencia video de 4 MHz para el máximo detalle horizontal de monocromía. Sin embargo, este ancho de banda no es necesario en la señal video de color, a causa de que en detalles muy pequeños

el ojo sólo puede percibir el brillo. Por consiguiente, la información de color se puede transmitir con un ancho de banda restringido.

Esta característica permite multiplexar la señal de crominancia de banda estrecha con la señal de luminancia de banda ancha en el canal estándar de difusión de 6 MHz .

Todas las señales vídeo de color tienen un ancho de banda de 0 a 0.5 MHz , excepto la señal I , que tiene un ancho de banda de 0 a 1.3 MHz .

El ancho de banda de la señal I debe ser considerado en dos partes. Las frecuencias de 0 a 0.5 MHz de la señal I son transmitidas con bandas laterales dobles, utilizando las frecuencias laterales superiores e inferiores producidas por modulación. Pero para las frecuencias comprendidas entre 0.5 y 1.3 MHz, sólo son transmitidas las bandas laterales inferiores. Este método de transmisión de banda lateral residual en la subportadora de color de 3.58 MHz se utiliza para proveer el máximo ancho de banda para la señal I sin invadir las frecuencias de la señal de portadora de sonido de 4.5 MHz desde la señal portadora de imagen.

El ancho de banda extra de la señal I no se utiliza generalmente en los receptores de color. La razón es que los circuitos de color son mucho más sencillos cuando las señales vídeo de color tienen el mismo ancho de banda de 0.5 MHz , que es prácticamente la banda base para el color.

La frecuencia vídeo de 0.5 MHz es una octava parte de 4 MHz. Este valor de 4 MHz representa 400 detalles horizontales aproximadamente. Por tanto 0.5 MHz puede representar una octava parte de 400 detalles horizontales. Así : $1 / 8 \times 400 = 50$ detalles.

Cada uno de los 50 detalles corresponde a $1 / 50$ del ancho de la pantalla. Por tanto, en una pantalla de 20 pulgadas la anchura de cada detalle es :

$$1 / 50 \times 20 \text{ pulgadas} = 0.4 \text{ pulgadas}$$

Todos los detalles horizontales cuya anchura sea mayor que 0.4 pulgadas corresponde a una frecuencia de vídeo menor de 0.5 MHz , y pueden ser reproducidos en color. Todos los detalles cuya anchura sea menor de 0.4 pulgadas corresponden a frecuencias vídeo más altas de 0.5 MHz. Esta información no está en banda base del vídeo de color y, por tanto, no aparecerá en color. En consecuencia, podemos considerar en la práctica un ancho de banda de 0 a 0.5 MHz para la señal vídeo de color.

Frecuencia subportadora de color.

Ésta es una frecuencia comprendida entre 2 y 4 MHz aproximadamente. Si la frecuencia de la señal subportadora de color es demasiado baja, puede producir excesiva interferencia con la señal de luminancia. En el extremo opuesto, la señal de crominancia puede interferir con la señal de 4.5 MHz de los receptores de sonido de interportadora.

La elección de aproximadamente 3.58 MHz para la señal subportadora de color es una solución de compromiso que permite utilizar para la información de crominancia bandas laterales de 0.5 MHz inferiores y superiores a la frecuencia subportadora de la señal.

Para minimizar estos efectos interferentes, se toma la frecuencia subportadora de color en exactamente 3.579545 MHz . Esta frecuencia está determinada por las relaciones armónicas para la señal subportadora de color, la frecuencia de exploración de línea horizontal y la interportadora de 4.5 MHz .

Si la frecuencia de exploración de línea horizontal es exactamente 15 734.26 Hz para televisión en color, se puede determinar ahora la frecuencia de la subportadora de color. Este valor es igual al del 455 armónico de la frecuencia horizontal entre dos.

$$F_c = 455 \times 15\,734.27 / 2 = 3.579545 \text{ MHz .}$$

Para obtener esta frecuencia exacta, el oscilador de color está controlado por un cristal de cuarzo.

2.2.10 Cámaras de televisión.

La señal video de la imagen tiene su origen en la cámara. La imagen óptica es enfocada sobre una placa sensible a la luz, llamada de blanco o de imagen contenida en el tubo de cámara. Por medio del efecto fotoeléctrico, las variaciones de luz son convertidas en sus correspondientes señales eléctricas. Generalmente se utiliza el vidicon.

La conversión del área total de imagen en señal de video se efectúa por el proceso de exploración. El haz electrónico explora en el tubo de cámara cada elemento de imagen de izquierda a derecha en cada línea horizontal, línea por línea arriba abajo. Cuando la exploración continúa en este orden secuencial, son convertidos los valores de iluminación de cada punto de la imagen en la salida de la señal. El sistema es básicamente el mismo para la T.V. en color y la monocromática. Para el color, no obstante, son producidas señales separadas para el rojo, el verde y el azul para la información de imagen.

Al tubo de cámara se le llama tubo de captación.

El diagrama de bloques de la figura 2 - 15 muestra más detalles de la forma de onda de la señal video. Primero son añadidos los impulsos de borrado a la señal de cámara. Éstos hacen que la amplitud de la señal se sitúe al nivel de negro para que las retrazas de la exploración no son visibles. Luego son insertados los impulsos de sincronización (sincronismo). Es necesaria la sincronización de los impulsos de exploración horizontal y vertical.

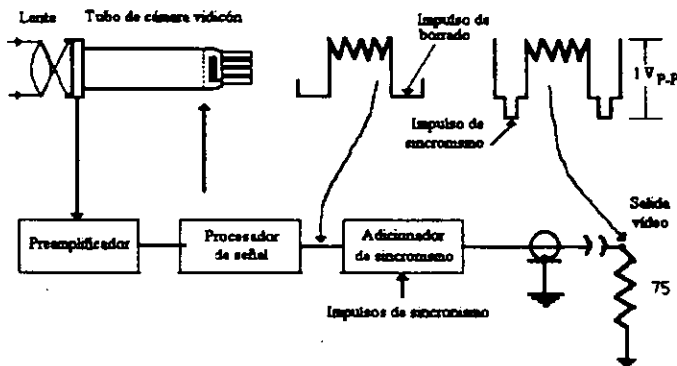


Fig. 2 - 15 Diagrama de bloques que muestra cómo la cámara de TV suministra la salida de señal de video compuesta.

La señal de cámara con los impulsos de borrado y de sincronismo es lo que se llama señal de vídeo compuesta. Algunas veces se utiliza el término de señal de vídeo no compuesta para designar la señal de cámara con borrado, pero sin sincronismo. El nivel normal de la salida de la señal vídeo compuesta de la cámara es 1 V pico a pico (p-p), con los impulsos de sincronismo en la posición baja para polaridad negativa.

Imagen óptica. En la figura 2 - 15 se utiliza un tubo de cámara vidicón. La imagen óptica es enfocada a la placa frontal de vidrio. Como el vidrio es transparente, la luz incide en la superficie interior de la placa de imagen fotoeléctrica. La lente óptica produce una imagen invertida de la escena en el área rectangular explorada por el haz electrónico. La imagen está invertida de derecha a izquierda y de abajo arriba. Toda lente convergente produce una imagen invertida. De esta manera, la lente funciona exactamente como una cámara fotográfica, excepto que el plano focal es la placa frontal del vidicón en lugar de una superficie de película.

Además de la formación de la imagen óptica, la lente regula la luz por un diafragma mecánico incorporado en la armadura de la lente. El diafragma ajusta la abertura, o apertura, para regular la cantidad de iluminación que pasa a través de la lente. Lo mismo que en una cámara fotográfica, la abertura del diafragma esta calibrada en *puntos del diafragma (f)*. En cámaras de poco precio para uso individual o aplicaciones industriales, la abertura del diafragma se ajusta manualmente. La iluminación puede ser ajustada automáticamente en cámaras más avanzadas.

Conversión fotoeléctrica. Dentro del tubo de cámara, la imagen óptica es convertida en una figura de carga eléctrica. La cantidad de carga de cada elemento de imagen varía de modo directamente proporcional a la cantidad de luz. Esta figura de carga es explorada sucesivamente o secuencialmente en el tiempo por el haz electrónico que barre toda la placa de imagen. Aquí la exploración se efectúa *de derecha a izquierda y de abajo arriba*. *Recuérdese que la imagen en el tubo de cámara está invertida por la lente.*

La función del haz electrónico de exploración es descargar cada punto de la figura de carga de la imagen. Esta descarga produce la corriente de señal desde el electrodo de salida del tubo de cámara. Cuando es explorada toda la figura de carga, se produce la corriente de señal para la imagen.

Procesador de señal. La corriente de señal del tubo de cámara es extremadamente pequeña, de algunas décimas de microamperio. Por tanto, la primera etapa en la figura 2 - 15 representa un preamplificador para la señal de cámara del nivel bajo. Esta etapa representa un amplificador de alta ganancia y poco ruido, completamente blindado para impedir la captación de interferencias eléctricas. El preamplificador está situado lo más cerca posible de la terminal de salida del tubo de cámara.

El haz electrónico explorador es suprimido durante los intervalos de retrasa de las líneas horizontales y de las retrazas verticales. Esta supresión durante la retraza es necesaria para que el haz pueda retornar a su posición de partida sin que sea visible. La retraza, también llamada *retorno*, es mucho más rápida que la traza. El nivel de borrado o supresión del haz establece una referencia para el nivel de negro.

En la figura 2 - 15 después del preamplificador está el procesador de señal y el adicionador de sincronismo. El procesador de señal corrige las sombras indeseables en la imagen y provee la relación de contraste deseada. El sombreado se produce porque las características de la placa de imagen fotosensible no son perfectamente uniformes en toda su superficie.

El procesador final incluye la fijación del nivel de las partes borradas de la señal de vídeo con respecto a algún nivel de tensión, seguida por la inserción de los impulsos de sincronización. En efecto, el nivel de borrado es un nivel de pedestal en el cual se añade el sincronismo.

El resultado final es la señal de vídeo compuesta, que incluye las variaciones de la señal de cámara, los impulsos de borrado y los impulsos de sincronismo. El nivel normalizado de salida es 1 V p-p a través de 75Ω , como muestra la figura 2 - 15. Los circuitos de salida de cámara están diseñados para excitar un cable coaxial de 75Ω .

Control del haz. En la cámara están incluidos los medios para controlar la intensidad de la corriente del haz, el enfoque y la deflexión en el tubo de cámara. El enfoque del haz es crítico porque el tamaño del punto móvil determina la resolución total, o agudeza, de la imagen resultante.

Hay que tener en cuenta que la cámara de T.V. tiene dos ajustes de enfoque. El enfoque óptico enfoca con precisión la imagen luminosa en la superficie del tubo captador. El enfoque eléctrico hace que el haz electrónico incida con precisión en un minúsculo punto o mancha de la superficie fotosensible explorada. De lo contrario, se pierden los detalles cuando el haz barre los elementos de imagen.

El haz electrónico es deflectado o desviado por bobinas situadas en un yugo externo que rodea al tubo de cámara. La corriente de exploración lineal para la deflexión uniforme está provista por generadores de rampa o diente de sierra de corriente para las exploraciones *H* y *V*. Estos son activados por una fuente principal de temporización llamada *generador de sincronismo*. En las cámaras del estudio, los generadores de diente de sierra son alimentados con las señales de *excitación H* y de *excitación V* de un generador principal que provee la misma excitación para todas las demás cámaras del sistema. De esta manera todas las cámaras exploran sincrónicamente. La señal normalizada de excitación es un impulso negativo de 4 V, cuyo flanco anterior o de ataque es coincidente con el principio del borrado, para las exploraciones *H* y *V*. Sin embargo, en las cámaras

pequeñas portátiles, los circuitos de deflexión están excitados por un generador interno de sincronismo.

Tipos de tubos de cámara.

Los dispositivos de captación de la cámara han progresado mucho desde los primeros días de la exploración mecánica con el *disco de Nipkow*. En este sistema se empleaba un disco giratorio que tenía una espiral de orificios perforados desde el borde hasta el centro para explorar los elementos de imagen. Los primeros dispositivos de captación completamente eléctricos fueron el *disector de imagen* y el *iconoscopio*, que después han sido perfeccionados por el iconoscopio de imagen y el orticón. El nombre de orticón indica una relación lineal entre la entrada de luz y la salida de señal. Estos primeros tubos de cámara se utilizaron en televisión desde aproximadamente 1932 hasta 1945. Otro dispositivo de captación que se utilizó fue el *explorador de punto móvil*. En este método el punto o mancha de luz se utiliza en la pantalla de un TRC como fuente de luz para explorar una diapositiva.

El tubo de cámara orticón de imagen (IO) creado en 1945 ha llegado a ser la pieza principal de televisión durante muchos años a causa de su alta sensibilidad, comparada con la de los tipos más antiguos. Sin embargo, este tubo de cámara es relativamente grande y costoso debido a su compleja estructura. Actualmente se emplea el vidicón prácticamente en todas las aplicaciones de T.V., incluyendo la de difusión, cámaras portátiles, cámaras de vigilancia y usos industriales. Estos son los principales:

Vidicón. En este tubo de cámara la placa de blanco fotosensible, o placa de imagen, es de trisulfuro de antimonio. Se muestra en la figura 2 - 16.

Plumbicón. Este nombre es una marca de fábrica de N.V. Philips. El tubo de cámara es similar al vidicón básico, pero la placa de imagen del Plumbicón es de óxido de plomo (Pbo). Su sensibilidad es mejor para la luz azul que para el rojo.

Sarticón. Este nombre es una marca de fábrica de Hitachi Ltd. La placa de imagen es de selenio, arsénico y telurio.

Vidicón de silicio. Para la placa de blanco se utiliza una unión de semiconductor de silicio. La ventaja es su extremadamente alta sensibilidad para las aplicaciones en que la iluminación es escasa.

Chalnicón. Este nombre es una marca de Toshiba Electric Co. Ltd. La placa de blanco tiene una complicada disposición de varias capas de óxido de estaño, seleniuro de cadmio y trisulfuro de arsénico. Este tubo de cámara tiene muy alta sensibilidad.

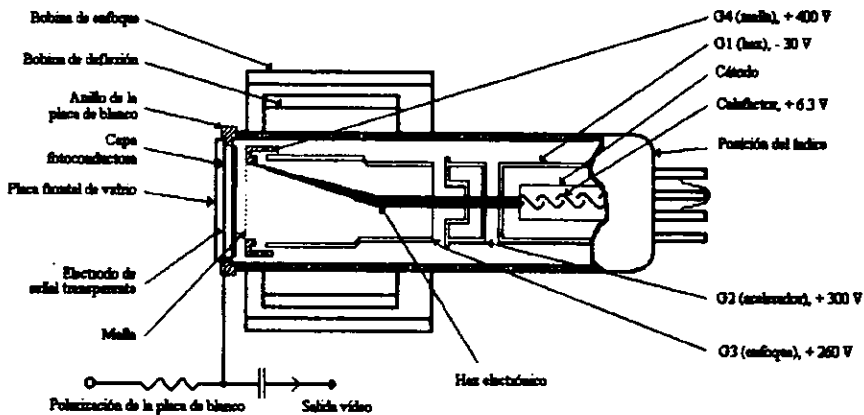


Fig. 2 - 16 Construcción interna de una cámara vidicon.

Valores de luz para la cámara.

La cantidad de luz reflejada a la cámara desde un sujeto es un factor importante para la consecución de bajo ruido en imágenes exentas de "nieve" y el mejor uso de la profundidad de campo. Aunque la luz trabaja con *luz reflejada*, en las operaciones de T.V. ha llegado a ser tradicional el uso de *luz incidente*, en que la iluminación cae sobre el sujeto. Hay instrumentos que miden la iluminación.

La medición de los valores de luz comienza en la fuente. La referencia estándar de la intensidad de luz, aunque está algo obsoleta, ha sido la bujía. La *candela* (cd) es una unidad más reciente basada en los dispositivos eléctricamente reproducidos o repetibles y es prácticamente igual a la bujía. Para una comparación práctica, la lámpara piloto del número 51 está especificada en aproximadamente una candlepower.

El flujo luminoso que cae sobre una superficie es directamente proporcional a la candlepower e inversamente proporcional al cuadro de la distancia. El flujo luminoso sobre la superficie es su iluminación. Una *footcandle* (fc), es el flujo luminoso interceptado por una superficie de un pie cuadrado que está a una distancia de un pie desde una fuente de una candlepower. Para calcular la iluminación en footcandle, se divide la candlepower de la fuente por el cuadrado de la distancia. Por ejemplo, una fuente de 400 candlepower que está situada a 10 pies de una superficie da esta iluminación:

$$L = 400 / 10^2 = 400 / 100 = 4 \text{ fc}$$

La unidad que se emplea en el sistema métrico para la iluminación es la candela-metro, llamada *lux* (lx). Si se utilizan los mismos números pero se convierten los pies a metros, la solución se da en unidades de lux. Por ejemplo, como 3 pies son aproximadamente 1 metro,

$$L = 400 / 3^2 = 400 / 9 = 44.4 \text{ lux}$$

El footcandle y el lux son las dos unidades de flujo luminoso, o de iluminación. Las unidades footcandle y lux difieren aproximadamente en un factor 10. Esta relación es importante porque las especificaciones de las cámaras fabricadas en países que no sean los E.U., suelen estar dadas en lux. Para convertir lux a footcandle se divide por 10 (más aproximadamente, 10.87). En estos ejemplos, 4 fc y 44 lux son aproximadamente iguales. La footcandle es la unidad mayor.

Las cámaras están especificadas en la mínima iluminación necesaria para obtener una imagen útil. Generalmente se da también la iluminación necesaria para satisfacer ciertas verificaciones de la prestación. Por ejemplo, una cámara representativa 3- Sarticón ENG especifica la iluminación mínima en 250 lux, o 23 fc en los tubos de cámara. Se dan asimismo las especificaciones para la relación señal / ruido, resolución y otros factores de la prestación para una iluminación del sujeto de 2500 lux o 230 fc. Como comparación práctica del flujo luminoso, la iluminación deseable para la lectura es aproximadamente 10 fc.

2.2.11 Tubos de imagen.

El tubo de imagen o cinescopio es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía luminosa. Consiste de un tubo de rayos catódicos (TRC) con un cañón electrónico y una pantalla de fósforo dentro de la envolvente de vidrio al vacío.

En el cuello estrecho del tubo, el cañón electrónico produce un haz de electrones. Los electrones del haz son acelerados hasta la pantalla por la tensión anódica positiva. La cara anterior de la placa frontal de vidrio está recubierta por un material luminiscente que produce luz cuando es excitado o bombardeado por los electrones del haz. Esta salida luminosa es directamente proporcional a la cantidad de alto voltaje en el ánodo y al número de electrones que golpean la pantalla.

La deflexión del haz electrónico puede obtenerse con medios electrostáticos o magnéticos. Con la deflexión magnética se utilizan bobinas externas que rodean al cuello del tubo, las cuales hacen que el haz electrónico explore toda el área de la imagen. Los tubos de imagen se utilizan en los receptores y monitores de T.V.

Un tubo monocromático de imagen tiene un cañón electrónico y un revestimiento continuo de fósforo que emite luz blanca. En los tubos de imagen en color, la pantalla está formada con triadas de puntos o tiras verticales de fósforo rojo, verde y azul. Hay tres cañones electrónicos, uno para cada color del fósforo.

El tamaño de un tubo de imagen.

La Federal Trade Commission (FTC) exige que todos los tamaños de pantalla sean anunciados o declarados como longitud de la diagonal del área visible de pantalla. Con una relación de aspecto de 4 : 3 la diagonal es aproximadamente 25 % mayor que la anchura.

Los tamaños más comunes de pantalla son 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 21, 23 y 25 pulgadas. Para mayores tamaños de imagen se utilizan sistemas de proyección ópticos. La distancia de la diagonal en la pantalla determina el tamaño del tubo de imagen.

Funcionamiento instantáneo.

Cuando se hizo la conversión al estado sólido de los receptores, el único tubo de vacío que quedó en ellos fue el tubo de imagen, por lo que éste fue el principal causante de la espera durante el periodo de calentamiento para la aparición de la imagen.

Luego se ideó un sistema para mantener al calefactor o filamento del tubo de imagen a una temperatura próxima a la de emisión con una tensión reducida de calefactor cuando el televisor quedaba enchufado a la red, pero con el interruptor en la posición de desconexión. Cuando se volvía a encender el televisor, se le aplicaba al filamento toda la tensión y la imagen aparecía dentro de una fracción de segundo. Esto es lo que se denominó sistema de funcionamiento instantáneo.

La tensión de filamento es generalmente 6.3 V. Las especificaciones de corriente son 450 a 600 mA para los tubos monocromáticos y 800 a 1800 mA para los tubos de color. Los pequeños tubos de imagen monocromáticos especiales para televisores que funcionan con baterías pueden utilizar una tensión de calefactor o filamento más baja, de 2 a 4 V.

Sin embargo, para economizar la energía eléctrica, hoy día ya no se utiliza el circuito de funcionamiento instantáneo, ya que casi todos los tubos de imagen tienen cátodos de calentamiento rápido. Se utilizan materiales especiales que proporcionan buena conducción térmica desde el filamento al cátodo, pero que ofrecen el aislamiento eléctrico necesario.

Placa Frontal.

La pantalla de visión está constituida por la placa frontal de vidrio cuya superficie interior está recubierta de fósforo.

Debido a que en el interior de la envolvente se ha extraído al aire (hay un alto grado de vacío), existe un riesgo de violento estallido y rotura hacia el interior, llamada implosión, que esparce los fragmentos de vidrio peligrosamente. Para minimizar el peligro de implosión se utilizan dos sistemas : en uno de ellos la cara frontal de vidrio es realmente un grueso laminado de densas capas de vidrio. Entre las capas hay montado un panel resinoso transparente a modo de los cristales de seguridad del automóvil. En el segundo método hay montada una banda de acero pretensado alrededor de la placa frontal. En el caso de rotura o perforación de la envolvente de vidrio, la banda de acero mantiene intacta a la placa frontal.

Alta tensión anódica.

En un ánodo del cañón electrónico se tiene aplicada una alta tensión positiva. Necesaria para acelerar los electrones hasta la pantalla con el fin de obtener el brillo deseado. El término general utilizado para todos los electrodos que tienen la máxima tensión de aceleración es *ultor*. Los valores típicos son los siguientes:

3 kV	para tubo de imagen monocromático de	1 pulgada.
10 kV	para tubo de imagen monocromático de	12 pulgadas.
20 kV	para tubo de imagen en color de	19 pulgadas.
30 kV	para tubo de imagen en color de	25 pulgadas.

Estas tensiones son demasiado elevadas, por lo que la conexión del cátodo, o de ánodo, se hace en una cavidad de la envolvente de vidrio. Esta conexión se denomina a veces botón de ánodo.

La conexión del ánodo se establece a través de la envolvente de vidrio haciendo contacto con un revestimiento conductor que hay dentro de ella y que llega hasta el centro del tubo. El revestimiento es un material de grafito. De esta manera se aplica la alta tensión dentro del tubo. toda la superficie interior del tubo que hay delante del cañón electrónico, incluyendo el revestimiento de fósforo, está al potencial de la alta tensión aplicada. Como el potencial positivo rodea completamente al haz electrónico, los electrones no son atraídos hacia las paredes laterales del tubo.

Revestimiento conductor externo.

La superficie exterior de la campana de vidrio también está recubierta con grafito. Este revestimiento está conectado a la tierra del chasis por abrazaderas de resorte. Alrededor de la conexión del ánodo hay una pequeña corona circular sin revestimiento externo.

El revestimiento exterior conectado a tierra en el tubo de imagen minimiza la radiación de interferencias eléctricas en las frecuencias de exploración vertical y horizontal. Por ejemplo, un circuito abierto de tierra puede causar aquí un sonido de zumbido a causa de que es captada la salida de la exploración por los circuitos de audio.

Capacitancia anódica.

La envolvente de vidrio actúa como condensador, formado por las capas interior y exterior con el vidrio como dieléctrico. La capacitancia del ánodo es muy alta, con un valor típico de 2 000 pF en un tubo de 25 pulgadas, a causa de la gran área superficial. Además, el espesor del vidrio produce una tensión de ruptura muy elevada. Esta capacitancia anódica actúa como condensador de filtro de la fuente de alimentación de alta tensión.

El condensador del ánodo con el vidrio como dieléctrico tiene una fuga extremadamente baja. Puede retener una carga durante un largo tiempo, posiblemente durante algunos meses. Siempre que se maneje un tubo de imagen habrá que tener la

precaución de descargar previamente el capacitor anódico. Esto se realiza cortocircuitando el revestimiento conductor exterior con el botón del ánodo.

Fósforos de pantalla.

Fósforos de pantalla comunes de los tubos de rayos catódicos :

Número del Fósforo	Color	Persistencia	Uso
P 1	Verde	Media	Osciloscopio
P 4	Blanco	Media-Corta	Tubo de imagen monocromático
P 22	Rojo, Verde Azul	Media	Tubo de imagen tricolor
P 31	Verde	Media-Corta	Osciloscopio

Los componentes químicos de los fósforos son generalmente metales ligeros tales como zinc y cadmio en forma de compuestos de sulfuro, sulfato y fosfato.

Para el fósforo verde P 1 se utiliza generalmente una forma de silicato de zinc llamada willemita. Ordinariamente el fósforo blanco P 4 es una combinación de sulfuro de zinc, sulfuro de cadmio o silicato de zinc. El fósforo P 22 incluye sulfuro de zinc para el azul, silicato de zinc para el verde y elementos de tierras raras tales como el europio e itrio para el rojo.

El material del fósforo es convenientemente procesado para producir partículas muy finas que son aplicadas a la cara interior de la placa frontal de vidrio. Este revestimiento muy delgado que forma la pantalla es una capa uniforme para los tubos monocromáticos. En los tubos de color el fósforo está depositado en puntos o líneas verticales para cada color.

El haz de electrones generado por el cañon electrónico es acelerado por el alto voltaje (1.5 a 30 kV) del ánodo hasta alcanzar una velocidad considerable, y que luego es detenido bruscamente por el recubrimiento de fósforo en la cara interna del tubo. La energía liberada por este impacto fuerza a los electrones de los átomos del fósforo a moverse hasta un nivel de energía más alto. Cuando cambian de nivel esos electrones, es radiada energía luminosa que es proporcional a la cantidad de alto voltaje en el ánodo y al número de electrones que golpean la pantalla fosfórica.

La radiación de luz desde la pantalla cuando ésta es excitada por el haz electrónico es lo que se llama luminiscencia. Asimismo, fosforescencia es la emisión continuada de luz inmediatamente después de la excitación de la pantalla.

Persistencia de la pantalla.

El tiempo transcurrido desde que la luz es emitida por la pantalla hasta que su valor disminuye hasta el 1 % de su valor máximo es lo que se llama persistencia de la pantalla. Es conveniente una persistencia media por que así aumenta el brillo medio y se reduce el parpadeo. Sin embargo, la persistencia debe ser menor que $1 / 30$ seg. para los tubos de imagen con el fin de que cada cuadro no persista en el siguiente produciendo una confusión en el movimiento.

El tiempo de decaimiento de los tubos de imagen es aproximadamente 5 ms, que es una persistencia media-corta.

Pantalla Aluminizada.

Los tubos de imagen tienen una capa muy delgada de aluminio en la superficie interior de la pantalla de fósforo, enfrentada con el cañon electrónico. Esto ofrece varias ventajas. Primera, el revestimiento de aluminio es transparente al haz de electrones, pero puede reflejar la luz de la pantalla; la luz emitida por el fósforo no es dirigida inversamente hacia el cañon sino es reflejada hacia adelante hasta el telespectador.

La segunda ventaja es que la capa aluminizada actúa como una trampa para bloquear las cargas de iones pesados que son un subproducto inevitable de la emisión de electrones en el cátodo. Estos iones pesados no son desviados como lo son los electrones y, por lo tanto, los iones tienden a concentrarse en el centro de la pantalla. Este efecto puede crear una mancha marrón llamada mancha iónica.

La tercera razón es que el revestimiento de aluminio captura los electrones secundarios emitidos desde la pantalla de fósforo cuando es excitado por el haz.

La aluminización se realiza por evaporación. Después de la aluminización se completa la placa frontal y se le une herméticamente a la campana del tubo con un material cerámico.

Cañon Electrónico.

La figura 2 - 17 es un diagrama simplificado de un cañon electrónico. El cátodo es un pequeño disco de óxido metálico colocado en el centro de un tubo estrecho que cubre al filamento. Aunque el cátodo es calentado para producir la emisión termoiónica, está eléctricamente aislado del filamento.

Después, a lo largo del eje del tubo está situado el cilindro de la rejilla de control, designada G1. La rejilla cubre casi completamente al cilindro del cátodo, pero una pequeña abertura de G1 permite el paso de los electrones. La tensión de polarización negativa en la rejilla de control con respecto al cátodo permite que G1 controle la carga espacial de los electrones emitidos por el cátodo.

En virtud de esto se puede variar la corriente del haz y el brillo es modulado por la tensión de la señal de video que es aplicada entre G1 y el cátodo.

La rejilla pantalla G2 se considera también como primer ánodo. Acelera los electrones del haz debido a su tensión positiva. El cilindro G2 contiene desviadores o baffles internos para restringir el haz confinándolo en un camino estrecho. A continuación de G2 está el cilindro de enfoque G3, que forma una lente electrostática con G2 y que obliga a los electrones a seguir su trayectoria hasta un punto de la pantalla de fósforo.

Todos los cilindros son de níquel o de una aleación de níquel. Están soportados por varillas aislantes de vidrio o de cerámica. Las conexiones con los elementos se establecen en las patillas de la base, excepto las de G4, que forman parte del ánodo de máxima tensión.

Así los electrones del haz emitidos por el cañón avanzan en línea recta hasta la pantalla.

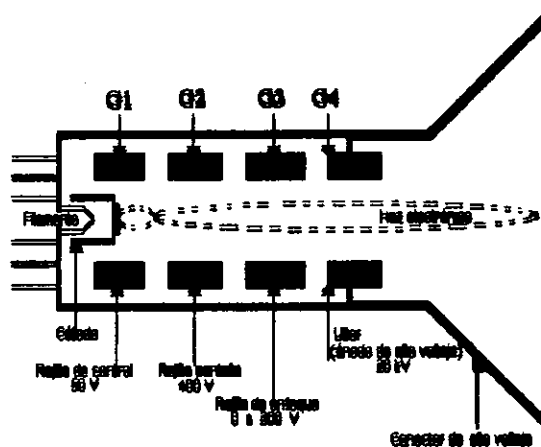


Fig. 2-17 Estructura básica de un cañón electrónico que utiliza enfoque electrostático.

Deflexión magnética.

Para producir la exploración, el haz electrónico debe ser movido y ésta deflexión del haz se obtiene con medios magnéticos en todos los tubos de imagen, ya sean en color o monocromáticos.

La deflexión magnética es producida por dos juegos de bobinas llamadas yugo, colocadas en ángulo recto entre sí alrededor del cuello del tubo o de imagen.

La bobina colocada horizontalmente produce la exploración vertical, y la colocada verticalmente produce la exploración horizontal.

La figura 2 - 18 muestra una representación esquemática de los bobinados del yugo alrededor del cuello del cinescopio.

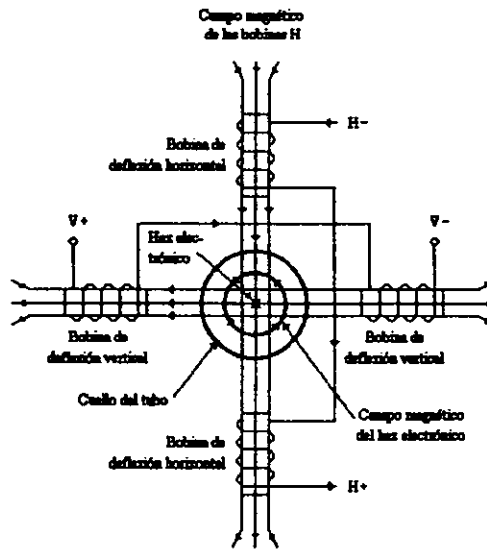


Fig. 2 - 18 Posiciones relativas de los bobinados de deflexión vertical y horizontal de un yugo.

Cuando circula una corriente a través de las bobinas del yugo un campo magnético uniforme se produce dentro del cuello del tubo.

La dirección de este campo está determinada por la dirección del flujo de corriente a través del bobinado del yugo. Si la dirección del flujo de corriente se invierte, el campo magnético también invierte su dirección.

El haz electrónico que pasa a través del yugo genera un campo magnético propio, ya que es una corriente eléctrica.

La interacción entre los campos magnéticos del yugo y del haz producen la deflexión del haz. La cantidad de deflexión es directamente proporcional a la intensidad resultante de los campos magnéticos en el yugo.

Como el haz electrónico debe moverse de un lado a otro de la pantalla y luego regresar, la onda de corriente de deflexión a través del yugo debe permitir un período de tiempo más largo para la exploración y un período de tiempo más corto para el regreso. Además la velocidad de exploración debe ser uniforme para proporcionar una salida constante.

Una onda de corriente de deflexión que puede proporcionar estas condiciones es el diente de sierra.

La deflexión es mucho más fácil con exploración magnética, especialmente con la muy alta tensión de ánodo utilizada para los tubos de imagen. En la exploración electrostática, el ángulo de deflexión es inversamente proporcional al valor de la alta tensión. Por ejemplo, aumentando nueve veces la tensión anódica se reduce el ángulo de deflexión a la novena parte. Sin embargo, con exploración magnética el ángulo de deflexión es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la alta tensión. Así, aumentando la tensión anódica nueve veces se reduce el ángulo de deflexión sólo una tercera parte.

La conclusión es, pues, que un tubo de imagen con deflexión electrostática tendrá un ángulo de deflexión demasiado pequeño y el tubo tendrá que ser demasiado largo.

Ángulo de deflexión.

El máximo ángulo que se puede desviar el haz electrónico sin incidir en las paredes laterales es lo que se llama ángulo de deflexión. Son valores típicos 70, 90, 110, y 114 grados. El ángulo de deflexión es el ángulo total. Por ejemplo, un tubo con un ángulo de deflexión de 110 grados tiene una máxima deflexión de 55 grados a cada lado del eje central.

Una tendencia hacia mayores ángulos de deflexión ha reducido la profundidad de la caja de los receptores de T.V. , por que un tubo con mayor ángulo de deflexión tiene menor longitud para el mismo tamaño de pantalla.

Pero esta tendencia a mayores ángulos de deflexión se ha invertido a causa de la necesidad de conservar la energía. Para un ángulo muy grande es necesaria más potencia de deflexión. Esta es la razón de que el ángulo de deflexión se haya mantenido pequeño para conseguir mayor rendimiento de funcionamiento.

La mayoría de tubos de imagen tienen actualmente un ángulo de deflexión de 90 grados. En los receptores de T.V. portátiles se tienen ángulos pequeños de deflexión con tubos largos para que la corriente que absorban sea pequeña.

Tubos de imagen en color.

La pantalla tiene fósforo rojo, verde y azul y se utilizan tres haces electrónicos, uno para cada color primario. Hay esencialmente tres tubos de imagen en una sola envolvente. Un cañón controla los electrones que inciden sólo en el fósforo rojo, el segundo es para el fósforo verde y el tercero para el fósforo azul. Los fósforos de color forman triadas de puntos.

La separación de los colores se mantiene por el principio de la máscara de sombra o reguladora.

La máscara es una hoja de acero perforada, montada en el dorso de la pantalla, con orificios o ranuras respectivamente para los puntos o para las líneas de fósforo. Solamente los electrones que convergen en el ángulo correcto pueden incidir en la pantalla de fósforo para producir el color correcto. Los otros electrones son bloqueados por la máscara.

Se utiliza realmente del 20 al 30 % de la corriente del haz para excitar los fósforos de la pantalla. Por esta razón, los tubos de imagen en color necesitan una tensión de ánodo mucho más alta y la intensidad de la corriente del haz es mucho mayor en comparación con los tubos monocromáticos. La figura 2 - 19 muestra los componentes de un tubo de imagen en color .

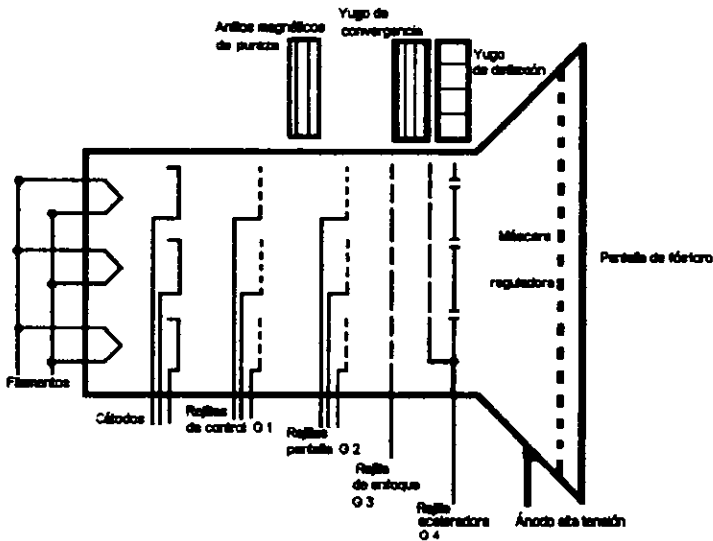


Fig. 2 - 19 Diagrama de un tubo de imagen en color.

En la anterior figura también se muestran los componentes externos montados en el cuello del tubo de imagen.

1. Yugo de deflexión. Las bobinas de exploración vertical y horizontal desvían los tres haces para formar la traza de exploración.
2. Yugo de convergencia. Este yugo magnético tiene ajustes individuales de cada color para que los haces converjan a través de los orificios de la máscara de sombra.
3. Anillos magnéticos de pureza de color. Estos anillos permiten un ajuste fino para que el haz incida en la pantalla.

Métodos de inclusión de tres cañones electrónicos.

Cañones en delta.

Los primeros tubos con máscara reguladora producidos por RCA, utilizaron la disposición de cañones en delta, en la figura 2 - 20 a. Los tres cañones electrónicos están montados en los vértices de un triángulo equilátero. Este sistema permite adoptar el máximo diámetro para el electrodo de enfoque en los cañones individuales, dentro del cuello del tubo, y ofrece la mejor relación entre los diámetros del cañon y del cuello del tubo. Sin embargo, la facultad para mantener los registros de los tres haces en todos los puntos de la pantalla se complica por el hecho de que ninguna combinación de los cañones puede estar en el mismo plano vertical ni el horizontal.

Cañones en línea.

Las mejoras en el diseño del cañon han conducido a un sistema alineado que generalmente es el utilizado hoy día. Los tres cañones están en un plano horizontal sobre un diámetro del cuello del tubo. Como se muestra en la figura 2 - 20 b. Generalmente el cañon de verde está en el centro. Aunque es necesario hacer algún sacrificio en el diámetro del cañon, el diseño hace posible mantener un excelente enfoque para obtener una alta resolución en la imagen. La convergencia de color es mucho más fácil con los cañones en línea a causa de que uno de ellos está en el centro y los otros dos están en el mismo plano horizontal.

Cañon Sony Trinitron.

Este sistema, representado en la figura 2 - 20 c, tiene un sistema peculiar de enfoque. Todos los electrones salen de un solo cañon electrónico, pero con tres cátodos. G1 y las rejillas aceleradoras tienen tres orificios que acomodan los tres haces. Estos emergen de G1 hacia el punto de cruce. Luego los haces pasan a través de un sistema que enfoca a los tres con un campo eléctrico común por enfoque electrostático de baja tensión.

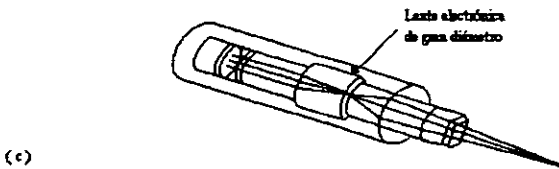
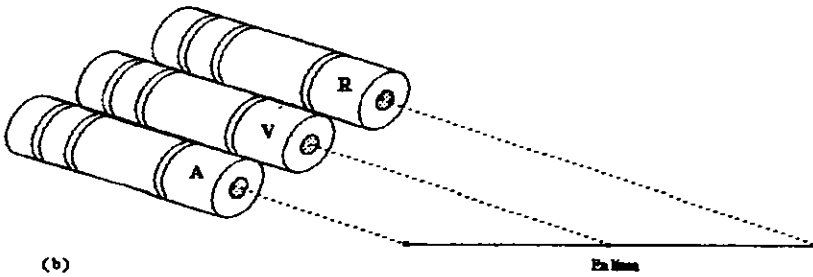
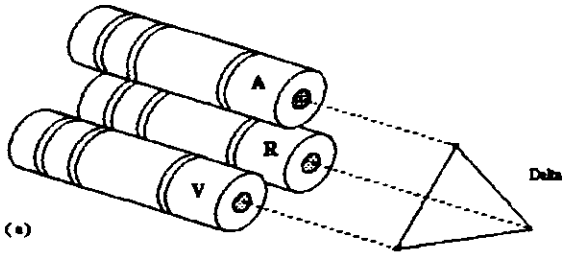


Fig. 2 - 20 . Distribución de tres cañones electrónicos en un tubo de imagen. (a) Cañones en delta . (b) Cañones en línea. (c) Cañón trinitron con tres cátodos en línea en un conjunto de un solo cañón.

2.2.12 Sistemas de televisión en color NTSC, SECAM y PAL.

Las normas descritas son las del National Television System Committee (NTSC). Este grupo formado por la Electronic Industries Association, también preparó las normas para la televisión monocromática en Estados Unidos. La FCC aprobó las normas monocromáticas en 1941. El sistema de televisión en color NTSC fue adoptado en 1954.

Históricamente, la difusión de televisión en color comenzó experimentalmente en 1949 aproximadamente con dos sistemas competitivos de RCA y CBS. El sistema CBS utilizó una rueda mecánica de color de filtros de rojo, verde y azul en campos sucesivos o secuenciales. Este método utilizó frecuencias de exploración que no eran compatibles con la difusión monocromática. El sistema RCA utilizó normas de exploración compatibles. El sistema CBS fue adoptado durante corto tiempo en 1951 pero se usó muy poco. Luego NTSC preparó nuevas normas basadas en el sistema RCA. Después de algunos ensayos fue adoptado por la FCC el sistema NTSC de televisión en color. Este sistema es el normalizado en los Estados Unidos, Canada y Japón y muchos países del hemisferio oeste.

En Europa los principales sistemas de televisión en color son el PAL y el SECAM. El sistema PAL es similar al sistema NTSC, pero en cada línea sucesiva es invertida la polaridad de una componente de la señal de crominancia. La finalidad es promediar los errores de la fase de matiz. Este sistema se utiliza en España y muchos países europeos, SECAM es un sistema francés de técnica secuencial y almacenamiento en memoria. En este método, se transmiten dos señales de crominancia, una cada vez, en líneas sucesivas.

Otros países pueden tener normas de exploración y anchuras de canal diferentes de las normalizadas en E. U. Además, la frecuencia subportadora de color de 3.58 Mhz en el sistema NTSC es esencialmente para un canal de 6 Mhz de anchura.

Estos sistemas están reseñados en la tabla 2 - 3 acompañados de sus propias normas de la FCC. La frecuencia de campo de 50 Hz se emplea para exploración vertical allí donde la frecuencia de la línea de distribución de energía de c.a. es de 50 Hz en lugar de 60 Hz. La combinación de 625 líneas por cuadro y 25 cuadros por segundo que se emplea en Europa Occidental, da por resultado una frecuencia de exploración de líneas de 15,625 Hz, que se aproxima mucho a la de 15,750 Hz de las normas americanas. Las frecuencias de exploración para televisión en color no están reseñadas, pero son casi iguales a las de las normas de blanco y negro, por razones de compatibilidad. En todos los casos, se utiliza una exploración entrelazada de líneas impares con dos campos por cuadro, una relación de aspecto de 4 : 3 y modulación de amplitud para la portadora de imagen con multiplexado de la subportadora de color.

Sistema NTSC.

En 1953 la totalidad de las empresas norteamericanas del ramo quedaron agrupadas en el seno de la NTSC (*National Television System Committee*) (*Comité del Sistema Nacional de Televisión*), y se establecieron las primeras normas, enumerando las características ideales para un sistema de televisión en color. El sistema NTSC es pues el primer sistema realmente viable de llegar a una televisión en color que pudiera ser difundida al igual que lo hacía la televisión en blanco y negro. Además, el sistema NTSC es la base de todos los sistemas de televisión en color utilizados o propuestos a los organismos internacionales, por lo que dada su importancia hacemos una detallada descripción del mismo.

Para empezar diremos que las normas básicas enumeradas por la NTSC para un sistema de televisión en color, fueron las siguientes:

1. Un sistema eficiente de televisión en color debe permitir la transmisión de la luminancia Y , limitándose al mismo espectro de frecuencias que se emplean en la televisión en blanco y negro.
2. Además de la luminancia Y , es necesario transmitir también dos informaciones que representan a la crominancia.

Veamos pues a continuación, y con algún detalle, las características técnicas de este sistema de televisión en color.

Señal de luminancia.

Hasta la aparición del sistema NTSC se había transmitido separadamente las tres vías (R), (V) y (A). Con el sistema NTSC se transmite claramente la información de luminancia Y , es decir la recibida por los televisores en blanco y negro, con lo cual se aseguraba su compatibilidad.

En el sistema NTSC se transmite simultáneamente las dos componentes de la crominancia C_1 y C_2 por medio de un ingenioso proceso de modulación. En la figura 2 - 21 hemos dibujado el esquema de principio de este sistema, el cual consiste en combinar las dos señales de crominancia ($R - Y$) y ($A - Y$) en un modulador equilibrado, de forma que se obtenga una señal única con la subportadora suprimida.

Efectivamente, cada una de las dos señales C_1 y C_2 modulan a una frecuencia de igual magnitud (3.58 MHz) pero defasada 90° (figura 2 - 21). Una vez moduladas, estas dos frecuencias se suman geoméricamente, ya que están defasadas 90° , dando lugar a la verdadera portadora de forma que su magnitud y ángulo dependen de las magnitudes de las

señales de crominancia. Esto podemos representarlo gráficamente como la suma de dos senoides (figura 2 - 22).

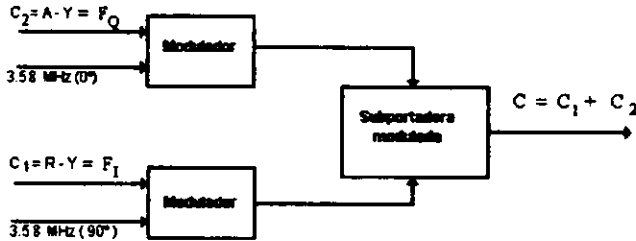


Fig. 2 - 21 Modulación de las señales de crominancia.

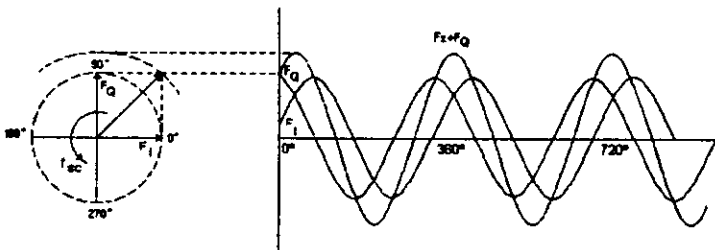


Fig. 2 - 22 Representación gráfica de la suma senoidal de las dos señales de subportadoras de 3.5 MHz defasadas 90° y moduladas por las señales de crominancia, dando lugar a una señal con la subportadora suprimida.

Sustitución de las señales (R - Y) y (A - Y) por los vectores I y Q.

En la figura 2 - 23 puede ver la dependencia existente entre la fase de la subportadora modulada y el matiz. De ella puede deducirse que cualquier fase accidental de la subportadora se traduce en una variación del matiz. Como consecuencia de ello en el sistema NTSC se sustituyen las informaciones de crominancia (R - Y) y (A - Y) por los dos vectores I y Q defasados 33° con respecto a las señales anteriores y, además, formando ángulo recto, tal y como se aprecia en la figura 2 - 23.

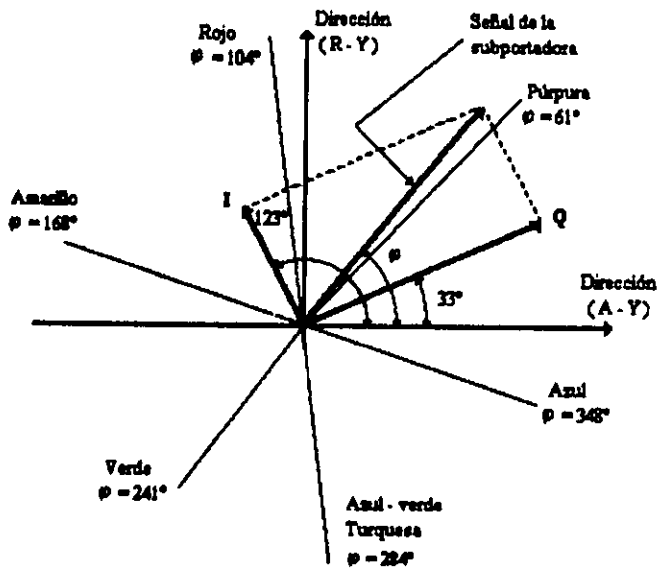


Fig. 2 - 23 Diagrama vectorial de las señales I y Q y ángulos de matiz de color.

Banda de paso necesaria para la crominancia.

Existen dos formas de transmitir la crominancia en el sistema NTSC. La primera de ellas se denomina de bandas iguales (figura 2 - 24) y en ella las bandas laterales de las informaciones (R - Y) y (A - Y) son iguales.

La segunda se denomina de bandas desiguales, y en ella la información Q se transmite con bandas laterales iguales y la información I con las bandas laterales desiguales (figura 2 - 25).

De los dos métodos de transmisión el segundo tiene la ventaja de permitir transmitir información de crominancia más detalladas. Tiene el inconveniente de necesitar circuitos más complejos.

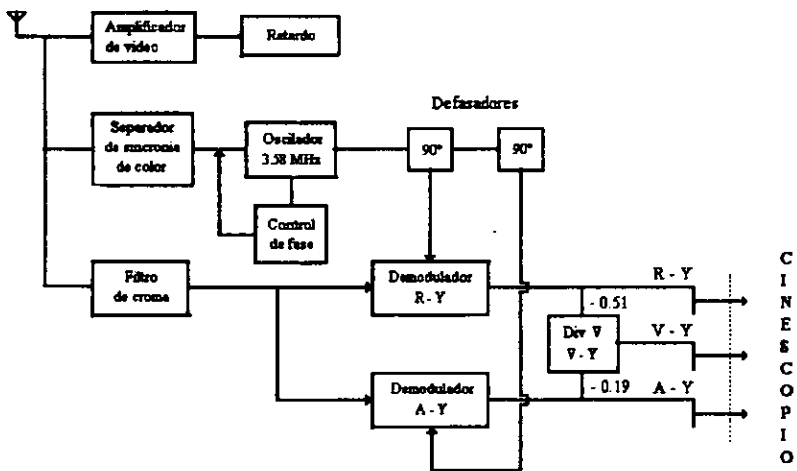
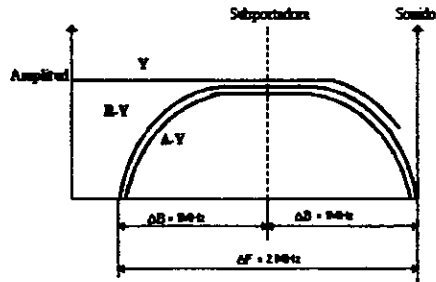


Fig. 2 - 24 Bandas de paso de crominancia iguales (Televisión de Banda Angosta).

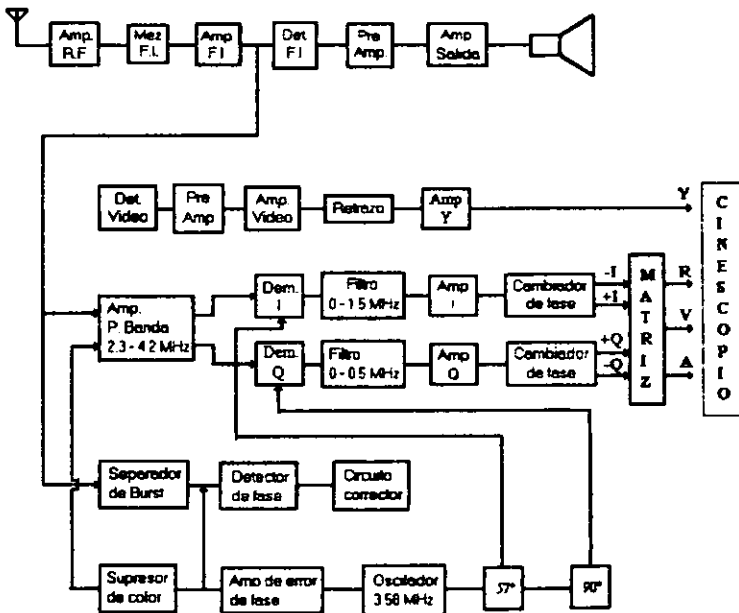
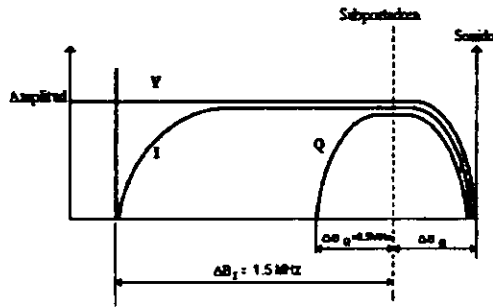


Fig. 2 - 25 Bandas de paso de crominancia desiguales (Televisión de Banda Ancha).

Sistema SECAM.

El sistema francés SECAM está basado en la propuesta de Henry de France, la cual consiste en la transmisión secuencial de las informaciones de crominancia para remediar las dificultades halladas en la aplicación del sistema norteamericano NTSC descrito anteriormente. Estas dificultades se deben a la transmisión simultánea de las dos informaciones de crominancia sobre una misma subportadora eliminada que es preciso reconstruir en fase y en frecuencia en el receptor.

La denominación SECAM (*SEC*uencial *A* *Memoire*) (*Memoria Secuencial*) proviene del hecho de que, a diferencia del sistema NTSC, en el SECAM no se transmite las informaciones de crominancia simultáneamente, sino en forma secuencial y utiliza una memoria para la síntesis de la imagen en color.

En el sistema SECAM, al igual que en el NTSC, la información de crominancia es complementaria de la de luminancia y se transmite con la ayuda de una subportadora situada en la zona de las frecuencias más altas del espectro de luminancia.

También en este sistema se consigue pues la compatibilidad y retrocompatibilidad entre emisiones y recepciones de señales de televisión en blanco y negro y a color.

Henry de France sostenía que cada información de crominancia podía ser utilizada dos veces para dos puntos consecutivos, lo cual conduce a una reducción de la definición cromática vertical, reducción que ya se había admitido en el sentido horizontal por los diseñadores del sistema NTSC.

Efectivamente, dado que la agudeza visual del ojo humano es aproximadamente igual en los dos sentidos (vertical y horizontal), la reducción de definición cromática propuesta en el sentido vertical armoniza con la ya propuesta por el sistema NTSC en el sentido horizontal.

Existen cuatro sistemas SECAM, todos ellos basados en los mismos principios de la transmisión secuencial de las informaciones de crominancia, pero que presentan algunas diferencias fruto del proceso de desarrollo y perfeccionamiento del mismo. A continuación y por el interés que puede despertar en el lector, describiremos resumidamente cada uno de ellos.

SECAM I

En el sistema SECAM I, durante el análisis de una línea, se toma una sola de las señales de crominancia (azul o roja), mientras que la luminancia Y se transmite en todas las líneas.

Así pues, las dos señales necesarias para la información de crominancia no se emiten simultáneamente como en el sistema NTSC, sino secuencialmente en líneas alternas, es decir, por ejemplo, primero una línea roja, después una azul, en seguida otra roja, etc., etc.

La señal de luminancia Y es la misma que en el sistema NTSC, expresándose pues por la relación

$$Y = 0.59 V + 0.30 R + 0.11 A$$

En lo que respecta a las señales (R) o (A), son seleccionadas alternativamente mediante un conmutador electrónico, el cual, después de filtrarlas, deja pasar las zonas de baja frecuencia del espectro de estas señales.

De todo lo expuesto se deduce que en cada instante la subportadora de color está modulada por una componente única, ya sea (R) ó (A), para una línea n dada.

Esta subportadora de color, modulada secuencialmente en amplitud, está siempre asociada a la luminancia Y y su amplitud de pico es, aproximadamente, el 20% de la luminancia total máxima. Como consecuencia de ello en la recepción de señales en color SECAM por receptores de televisión en blanco y negro la imagen presentará un punteado, el cual sin embargo es prácticamente imperceptible.

Para la recepción de señales codificadas según el sistema SECAM I, es necesario que en el receptor se encuentren simultáneamente las dos señales de crominancia. Para ello es preciso una línea de retardo, cuyo retardo es el de una línea de imagen, es decir 64 μ s para las normas CCIR de 625 líneas. Esta línea de retardo memoriza las señales y las restituye en el momento preciso.

Veamos pues que la transmisión secuencial de las dos señales de crominancia (R) y (A) y la intervención de la línea de retardo o memoria son los elementos característicos del sistema SECAM.

SECAM II.

Estudios posteriores del sistema SECAM I pusieron de manifiesto las ventajas que ofrece la utilización de las señales de diferencia de color (R - Y) y (A - Y) en vez de las dos señales (R) y (A), así como el empleo de la modulación de frecuencia en vez de la modulación de amplitud.

En este sistema se conserva la reducción de la definición cromática horizontal, pero en la decodificación y debido a la modulación secuencial, se dispone sólo de los parámetros (Y) y (R - Y) para una línea n y (Y) y (A - Y) en la línea siguiente n+1

Para definir el color es pues preciso los tres parámetros (Y), (R - Y) y (A - Y) es decir para definir la luminosidad, el matiz y la saturación.

Para reconstruir la señal (V - Y) se utiliza la memoria del sistema SECAM I y una matriz.

En el decodificador SECAM, a la salida de la memoria, se obtienen pues las dos informaciones de crominancia, una de ellas modulada por la señal emitida en ese instante y la otra por la señal de la línea anterior.

Un conmutador electrónico, controlado por el barrido de línea del receptor, conmuta alternativamente las entradas de los circuitos de detección de (R - Y) y de (A - Y) a la salida de la línea de retardo y a la salida directa.

La señal (V - Y) se obtiene de la ecuación

$$(V - Y) = -0.51 (R - Y) - 0.19 (A - Y)$$

y de los tres valores (V - Y), (R - Y) y (A - Y) se deducen las tres señales primarias (R), (V) y (A).

También en el sistema de SECAM II, al igual que en el SECAM I, la recepción de señales de color en receptores en blanco y negro se presenta con la visibilidad en pantalla de la subportadora, en forma de suave y casi imperceptible punteado, los cuales se hacen más patentes cuando se trata de reproducir matices muy saturados o blanco puro. Este inconveniente no se presenta en el sistema NTSC, ya que la subportadora es eliminada, mientras que en el SECAM la subportadora, modulada en frecuencia, se transmite permanentemente con una amplitud constante que viene a ser del orden del 16% de la amplitud de la señal de luminancia. Por lo tanto, los sistemas SECAM I y SECAM II no son lo suficientemente satisfactorios en lo que respecta a la compatibilidad.

SECAM III

El sistema SECAM III es una variante del SECAM II y mediante el cual se pretende mejorar la compatibilidad del sistema conservando la principal ventaja del mismo, es decir que el color esté siempre definido por parámetros insensibles a las perturbaciones de la transmisión.

Para reducir el punteado que la subportadora de color provoca en los receptores en blanco y negro, en el sistema SECAM III se disminuye la amplitud de dicha subportadora de color. Esto trae sin embargo otro problema, puesto que al reducir dicha amplitud se reduce al mismo tiempo la relación señal/ruido, la cual resulta ahora ser algo inferior a la relación señal/ruido del sistema NTSC.

Para mejorar la relación señal/ruido, el sistema SECAM III recurre a una preacentuación de la señal de vídeo de crominancia y una modulación complementaria en amplitud de la subportadora. Mediante estos medios la compatibilidad obtenida ya es prácticamente igual a la del sistema NTSC.

La preacentuación de la señal de vídeo de crominancia consiste en aumentar el porcentaje de modulación relativa de las frecuencias elevadas de la señal/ruido para dichas frecuencias.

La puesta en forma de la subportadora de color modulada consiste en un filtro que aumenta la amplitud relativa de las altas frecuencias del sistema de modulación, conservando una buena compatibilidad.

La consecuencia de ello es una predistorsión de amplitud del espectro, la cual se compensará en receptor antes de la demodulación mediante un filtro de característica inversa. En la fig. 2 - 26 a puede ver la curva característica de la puesta en forma de la subportadora de color y en la fig. 2 - 26 b la curva característica inversa del filtro en el receptor, y de las cuales se deduce que la característica resultante es uniforme.

El sistema SECAM III es prácticamente insensible a las variaciones de fase y ganancia diferenciales y además no precisa incluir en el receptor un control de matiz, lo cual es una de sus ventajas, ya que lo más lógico es que el usuario no ajuste bien el matiz por carecer de un matiz fijo de referencia.

Otras ventajas del SECAM III son su inmunidad a las perturbaciones de la transmisión, tanto en emisión normal como por satélite, y las grabaciones de vídeo mediante aparatos domésticos son satisfactorias.

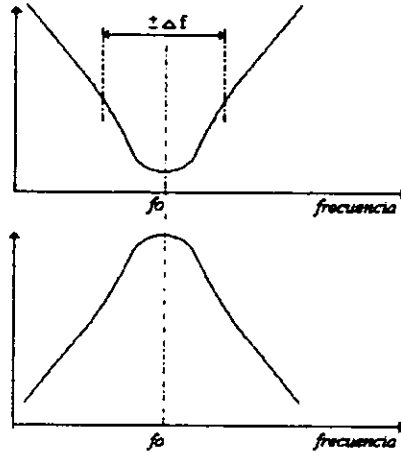


Fig. 2 - 26 a) Curva característica de puesta en forma de la subportadora de color en el sistema SECAM III. b) curva característica inversa del filtro en el receptor.

SECAM IV

En el SECAM IV la crominancia se transmite en secuencia de líneas y con modulación de amplitud.

Una línea es del tipo NTSC y comprende una mezcla de dos informaciones crominancia transportada por los valores I y Q o bien $(R - Y)$ y $(A - Y)$, cuya composición forma el vector de modulación m .

En la línea siguiente se transmite una señal r cuya amplitud es igual a la del vector m , pero cuya fase es la de la subportadora de color. Esta señal r recibe el nombre de *señal de referencia*.

En el receptor de televisión, y por el medio de un sistema de retardo, se dispone permanentemente de las señales m y r , transmitidas secuencialmente, por lo que no es necesario reconstruir la subportadora de color.

Efectivamente las señales m y r pueden autodecodificarse, ya que la fase del vector de modulación m respecto a la del vector de referencia r se pondrá de manifiesto por la presencia simultánea de ambas señales.

Para la decodificación se puede utilizar *decodificadores de producto*, en el cual es necesario una tensión de conmutación de unas diez veces la tensión que ha de decodificarse.

Para reproducir en el receptor las informaciones de crominancia I y Q ($R - Y$) y ($R - Y$), habrá de proyectarse el vector de modulación sobre cada uno de los ejes de referencia defasados 90° (fig 2 - 27). Por lo tanto, en este sistema es necesario utilizar dos dispositivos de modulación: uno para la señal de referencia r y otro para la señal defasada 90° .

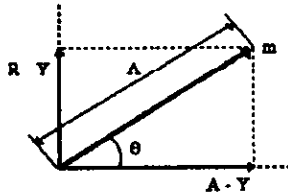


Fig. 2 - 27 El vector de modulación m está formado por la suma vectorial de ($R - Y$) y ($A - Y$) en el sistema SECAM IV.

Sistema PAL

El sistema alemán PAL (*Phase Alternance Line*) (*Alternación de fase por línea*), es el adoptado por la mayoría de países europeos, entre los que se encuentra España.

El sistema de televisión en color PAL fue el resultado de numerosas investigaciones y fue desarrollado en 1963 por Bruch, de la firma alemana TELEFUNKEN.

El sistema PAL parte de los mismos principios básicos que el sistema norteamericano NTSC, pero modificándolo para corregir ciertos defectos de éste.

Como ya se sabe por el estudio que hemos hecho del sistema NTSC, la información de crominancia se transmite por una subportadora, modulada en cuadratura por las dos magnitudes I y Q . Las relaciones entre I y Q y las señales de diferencia de colores son lineales, o sea que no interviene ningún ángulo.

También se ha visto que la resultante de la modulación en el sistema NTSC de un ángulo o fase medido con relación al eje de referencia representa una medida del matiz y color y que la amplitud de este resultante corresponde a la saturación de imagen en un momento dado.

En el sistema PAL, al igual que en el sistema NTSC, durante una línea se transmiten las informaciones de crominancia, es decir mediante una señal obtenida por la composición de dos señales en cuadratura I y Q o $(R - Y)$ y $(A - Y)$.

En la siguiente línea se transmite otra señal, obtenida mediante la composición de una señal en fase con la señal Q o $(A - Y)$ utilizada en la línea anterior y de otra señal cuya fase está desplazada 180° en relación con la de referencia I utilizada en la línea anterior.

En la práctica este método resulta conveniente hasta unos 25° , puesto que para valores superiores aparece una línea de color junto con un molesto parpadeo en los contornos que se desplazan horizontalmente.

En la fig 2 - 28 se muestra de una forma gráfica cómo el sistema PAL corrige los errores de fase que el sistema NTSC son la causa de un cambio de matiz. Efectivamente supóngase que se transmite una línea, mediante el sistema NTSC, que corresponde al rojo (del sistema NTSC de la fig. 2 - 28 a), Debido a variaciones indeseables en la fase del vector de crominancia, como consecuencia del proceso que sufre la señal desde el centro emisor al receptor, el matiz pasa a ser naranja, es decir sufre un desfase de 30° , lo cual es

exagerado pero que hemos supuesto para claridad de exposición de la fig. 2 - 28b. Como consecuencia en la pantalla del receptor se obtendrá una línea de color naranja en lugar de roja (fig 2 - 28c).

Veamos ahora en la propia figura 23 cómo se corrige el error de desfase en el sistema PAL. Para ello supongamos que también se transmite una línea roja (fig 2 - 28d) la cual es afectada por un error de desfase de 30° (fig 2 - 28e) Dicha línea se ha recibido en la posición de -15° debido al error de desfase y se retiene en una línea de retardo por todo el tiempo de duración de una línea ($64 \mu s$). Al recuperar dicha línea se recibe la línea siguiente, con la particularidad de que en el transmisor se ha invertido el sentido de rotación del círculo de color, es decir mediante abatimiento del vector Y , produciendo así una reflexión de la fig alrededor del eje Q . El rojo corresponderá ahora a un ángulo de 45° , sin embargo el vector de crominancia ocupa el ángulo de 75° debido al error de la transmisión (fig. 2 - 28b). Después de una inversión por reflexión en torno al eje Q de la línea retenida en el receptor, el ángulo de error de está pasa aun valor positivo de 15° (fig. 2 - 28f). A continuación se suma este vector con el recibido, dando lugar a un valor medio:

$$\frac{75^\circ + 15^\circ}{2} = 45^\circ$$

es decir, el correspondiente al color rojo original (fig. 2 - 28g).

Aunque en nuestro ejemplo hemos supuesto un ángulo de error de 30° , en la práctica, y tal como se ha dicho anteriormente el sistema PAL es efectivo hasta unos 25° , sin embargo este valor es más que suficiente ya no suelen producirse ángulos de error tan elevados.

En el receptor simplificado (*Volkspal* = PAL popular), se suprime la memoria y la compensación de los errores de fase se consigue gracias a la persistencia de las imágenes en la retina.

En la actualidad la TV a revolucionado a tal grado que se tiene una televisión de alta definición la cual utiliza 1125 líneas y un ancho de banda de 30 MHz, para mayor información ver el *apéndice 11*.

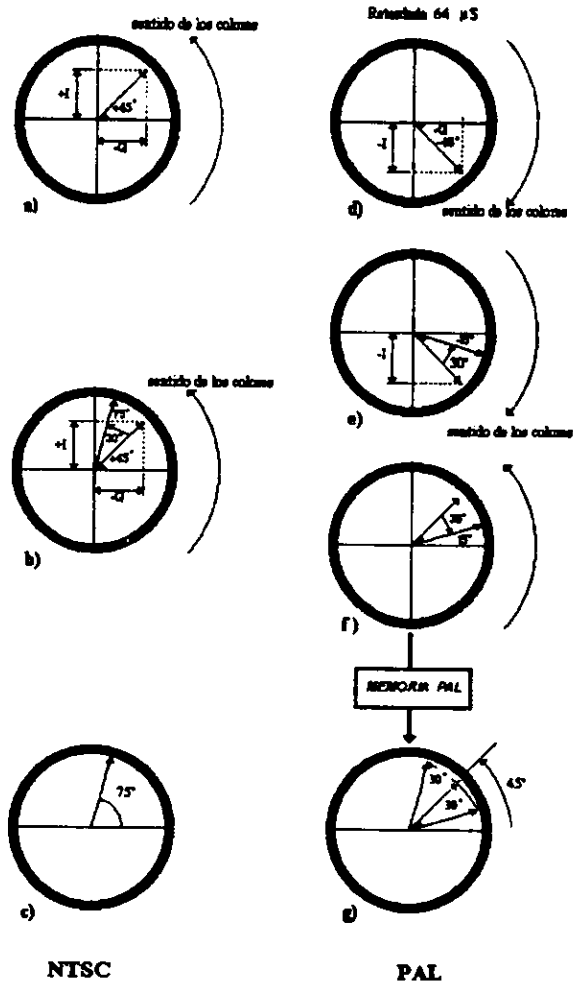


Fig. 2 - 28 Principio de la eliminación de los errores de matiz en el sistema PAL en comparación con el matiz deficiente del sistema NTSC.

TABLA 2-3 SISTEMAS PRINCIPALES DE TELEVISIÓN

		AMERICA DEL NORTE Y DEL SUR; INCLUYE E.U., CANADA, MEXICO Y JAPON	EUROPA OCCIDENTAL INCLUYE ALEMANIA, ITALIA Y ESPAÑA	* INGLATERRA	+ FRANCIA	U.R.S.S.
Líneas cuadro	por	525	625	625	625	625
Cuadros segundo	por	30	25	25	25	25
Frecuencia campo, Hz	de	60	50	50	50	50
Frecuencia línea, Hz	de	15,750	15,625	15,625	15,625	15,625
Ancho de banda video, MHz		4.2	5 o 6	5.5	6	6
Ancho de canal, MHz		6	7 u 8	8	8	8
Modulación video		Negativa	Negativa	Negativa	Positiva	Negativa
Señal de sonido		FM	FM	FM	AM	FM
Sistema color	de	NTSC	PAL	PAL	SECAM	SECAM
Subportadora de color, MHz		3.58	4.43	4.43	4.43	4.43

* En Inglaterra se utiliza también el sistema de 405 líneas en el canal de 5 MHz

+ En Francia también utiliza el sistema de 819 líneas en el canal de 14 MHz

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN DE LAS SEÑALES DE T.V.

3.1 PARÁMETROS, TÉCNICAS DE MEDICIÓN DE DISTORSIÓN Y RUIDO EN T. V.

A continuación se describen parámetros de transmisión, técnicas de medición y objetivos de comportamiento aplicables a todas las instalaciones de transmisión de video. Debe hacerse notar que, excepto cuando las señales de prueba de campo completo son esenciales para la medición de un parámetro de transmisión en particular, como, por ejemplo, la distorsión de la forma de onda en tiempo de campo, la técnica de medición y los objetivos de comportamiento asociados, especificados para cada parámetro de transmisión. Se aplican de igual manera a señales de prueba de intervalo vertical (VITS) como a señales de prueba de campo completo. Además, los objetivos de comportamiento se aplican sin considerar el nivel de imagen promedio (APL) dentro del rango APL de 10% a 90% . Este es un punto importante que debe recordarse al hacer mediciones de VITS, especialmente durante períodos de transmisión de programas, donde no pueda ejercerse control sobre el APL de la señal de imagen. Muchos de los parámetros de transmisión pueden ser notablemente afectados por variaciones del APL y, por consiguiente, el operador debe darse el tiempo suficiente al hacer mediciones de VITS, para asegurar que se explora una buena porción del rango del APL por medio de la señal de imagen antes de registrar la medición de la señal de prueba.

En cada caso, debe registrarse la mayor medición de distorsión observada durante este período y compararse con el objetivo de comportamiento, para determinar si la instalación se encuentra dentro del objetivo mencionado.

Todas las técnicas de medición de formas de onda descritas en este informe están basadas en las unidades de la escala IRE (ver fig. 3-1). La tecnología de formas de onda utilizada a lo largo de este informe es acorde a las definiciones que muestra la fig. 3-2, donde se define la " señal compuesta estándar de video a color ".

Las dos señales de prueba principales que se requieren para efectuar las diferentes mediciones descritas en este informe son:

1. La señal de prueba compuesta (fig. 3-3), que consiste en una barra (línea), un pulso 2T, un pulso de prominancia y una señal de escalera de cinco niveles.
2. La señal de prueba de combinación (fig. 3-4), que consta de una bandera blanca, un multiburst y una señal de prominancia de tres niveles.

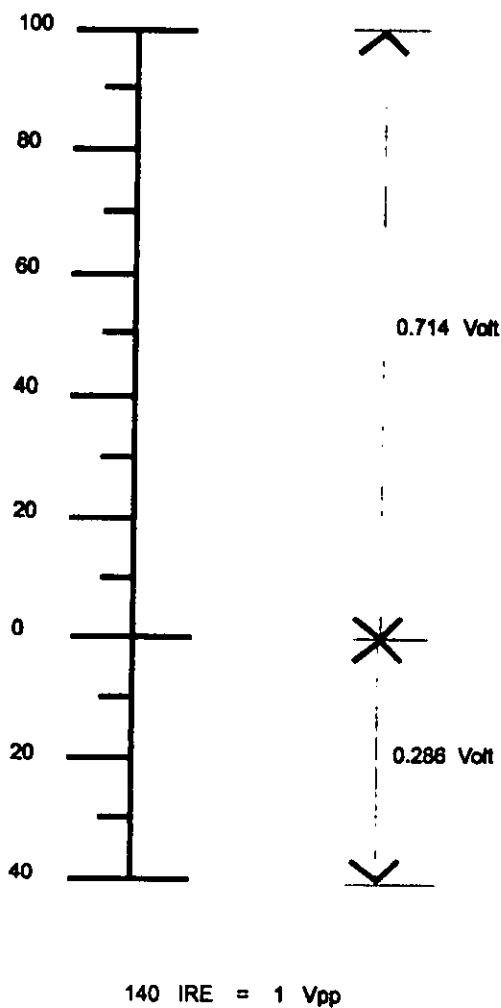
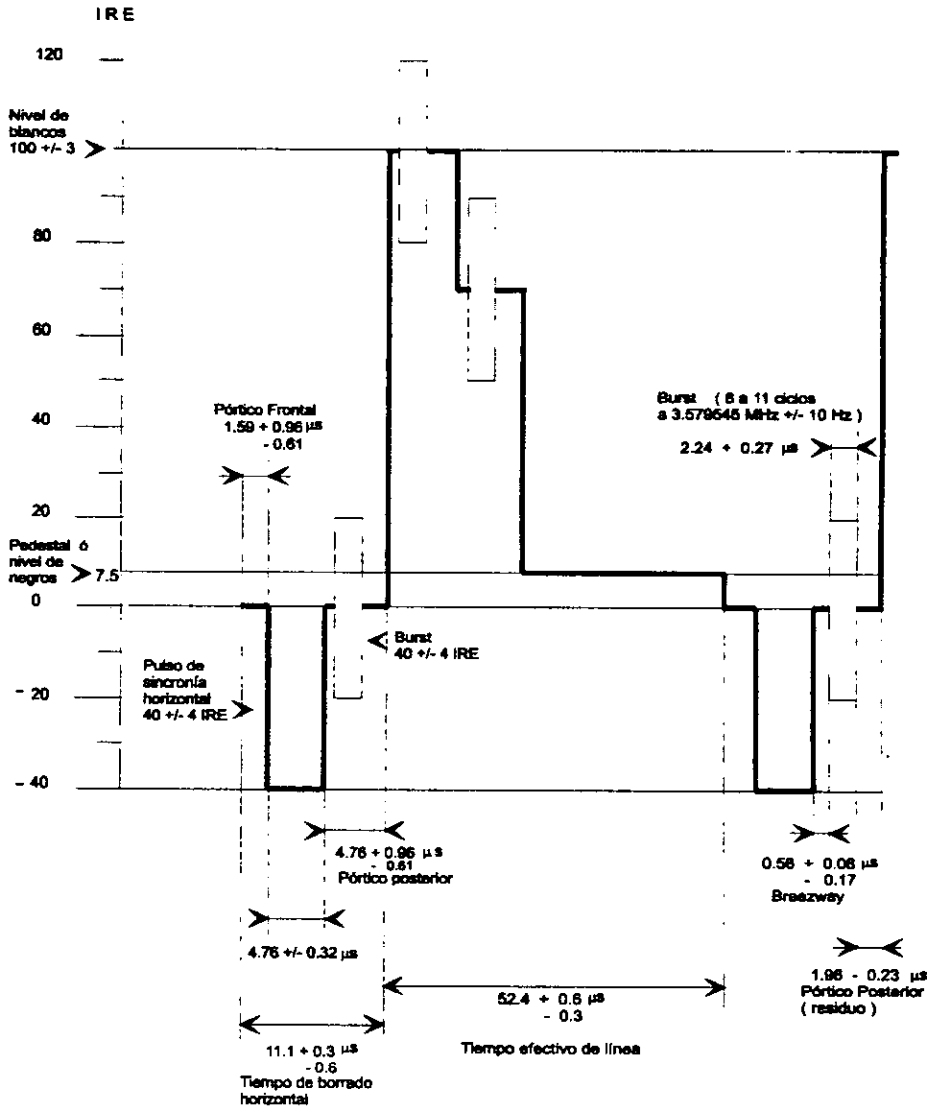


Fig. 3-1 Las unidades de la escala IRE

IRE (Instituto de Ingeniería en Radio).



Puerto Frontal (Front Porch): protege la sincronización de cualquier invasión de video.
 Puerto Posterior (Back Porch): protege al video del burst.
 Breezway (Breezway): protege la sincronización del burst.
 Ráfaga (Burst): muestra de señal de 3.58 MHz que sincroniza el receptor para demodular el color.

Fig. 3-2 Tiempos y amplitudes de la señal compuesta estándar de video a color.

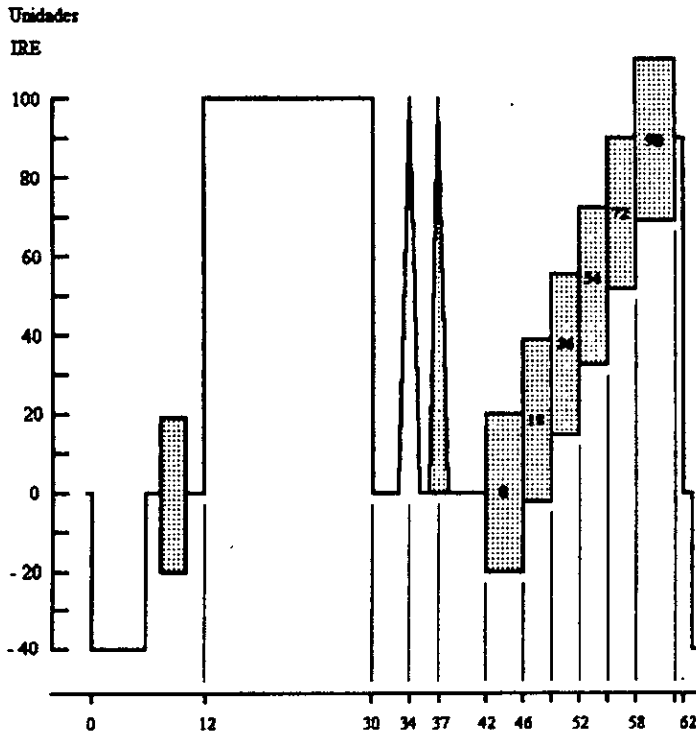


Fig. 3-3 Señal de prueba compuesta.

VITS (VERTICAL INTERVAL TEST SIGNAL). Son espacios insertados en las líneas $X_1 - X_2$ campo I y $Y_1 - Y_2$ campo II.

Quando se llevan a cabo mediciones de VITS en funcionamiento. La señal de prueba compuesta se insertará en la línea 17, campo I y la señal de prueba de combinación se insertará en la línea 17, campo II.

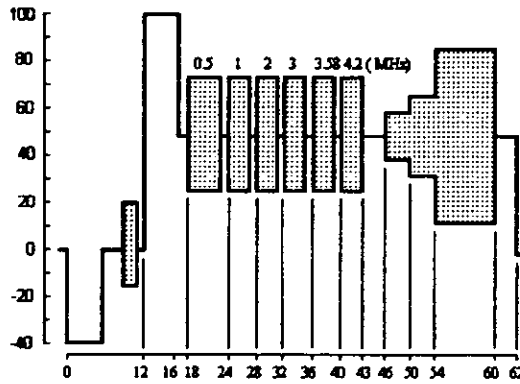
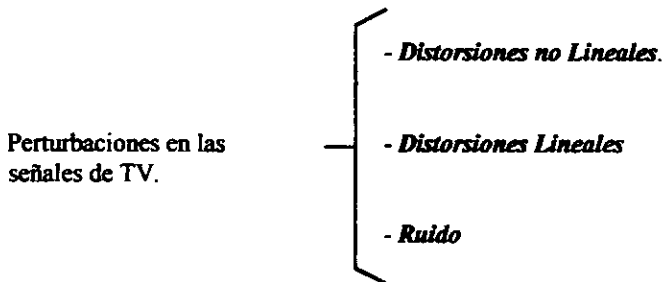


Fig. 3-4 Señal de prueba de combinación.

Los principales perturbaciones que presentan las señales de televisión son las que se mencionan a continuación:

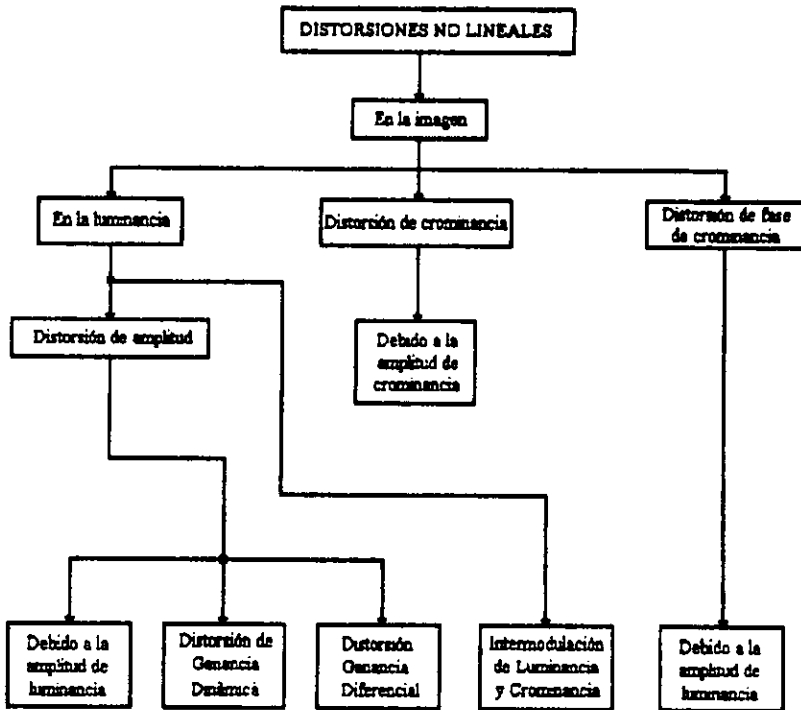


Distorsiones no lineales. Se presentan cuando su salida NO es proporcional a la entrada.

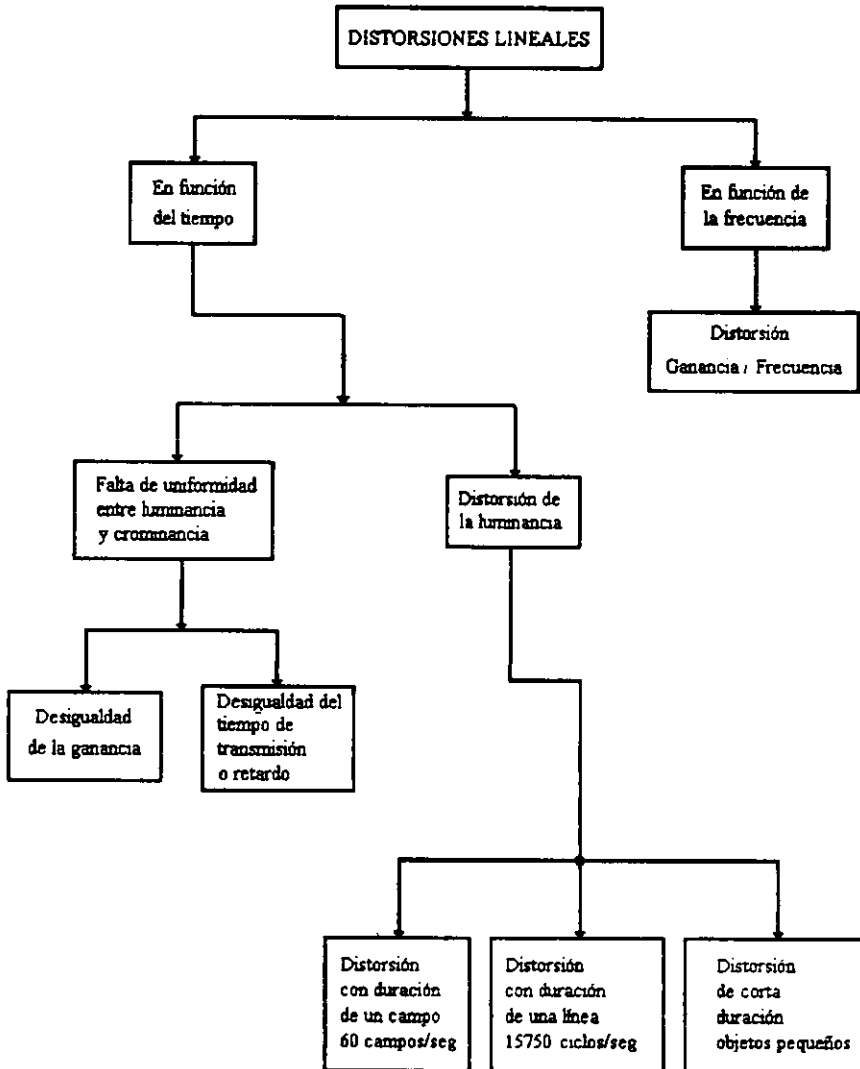
Distorsiones lineales. Se presentan cuando su salida es proporcional a la entrada.

Ruido. Se presentan de forma aleatoria y es una señal no deseable en cualquier señal de comunicaciones.

Distorsiones no lineales en la señal de TV.



Distorsiones lineales de señales de TV.



3.1.1 Distorsiones no lineales.

Distorsión no-lineal de luminancia

Definición

Para un valor particular de un nivel promedio de imagen (APL), la distorsión no-lineal de la señal de luminancia se define como la desviación de la proporcionalidad entre la amplitud de un pequeño escalón unitario en la terminal emisora de televisión y la amplitud correspondiente a la terminal receptora, en tanto que el nivel del escalón es cambiado de blanking al nivel blanco.

Medición.

La porción de la escalera modulada de cinco escalones de la señal de prueba compuesta, mostrada en la fig. 3-5, es usada para medir la distorsión no-lineal de luminancia.

La amplitud de las señales de prueba de cada nivel de escalón deberá ser ajustada correctamente en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora deberá ser calibrado apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, la señal de prueba es pasada a través de un circuito diferenciador, con la salida del circuito conectada al monitor de forma de onda utilizado para medir.

La función del circuito es transformar la señal de prueba en un tren de cinco pulsos de igual amplitud, bajo condiciones de cero distorsión. La ganancia del monitor de forma de onda deberá incrementarse al punto donde la mayor amplitud del pulso sea de 100 unidades IRE, y así medir y registrar la amplitud del pulso menor. Esta es la distorsión no-lineal de luminancia a 50% APL. La medición debe repetirse utilizando la misma señal de prueba transmitida cada cinco líneas de televisión, con las líneas intermedias con nivel de blanking para 10% de APL y luego a nivel blanco pico para 90% de APL.

En la figura 3-6 se muestra un ejemplo de la distorsión no-lineal de luminancia.

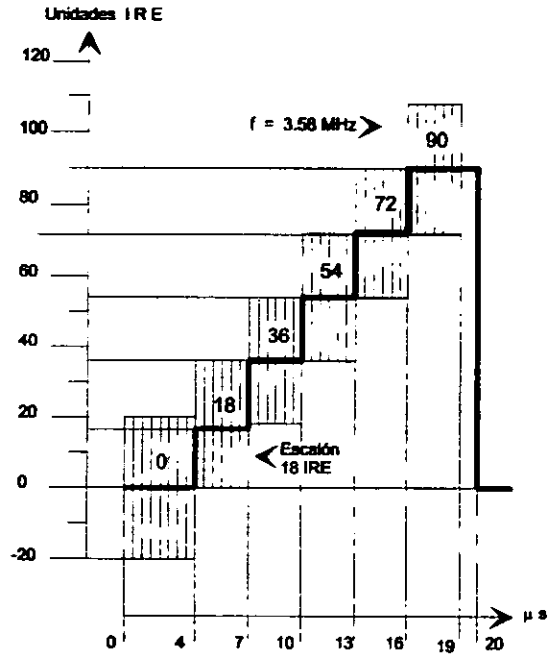


Fig. 3-5 Escalera modulada de cinco escalones, para las especificaciones de la crominancia.

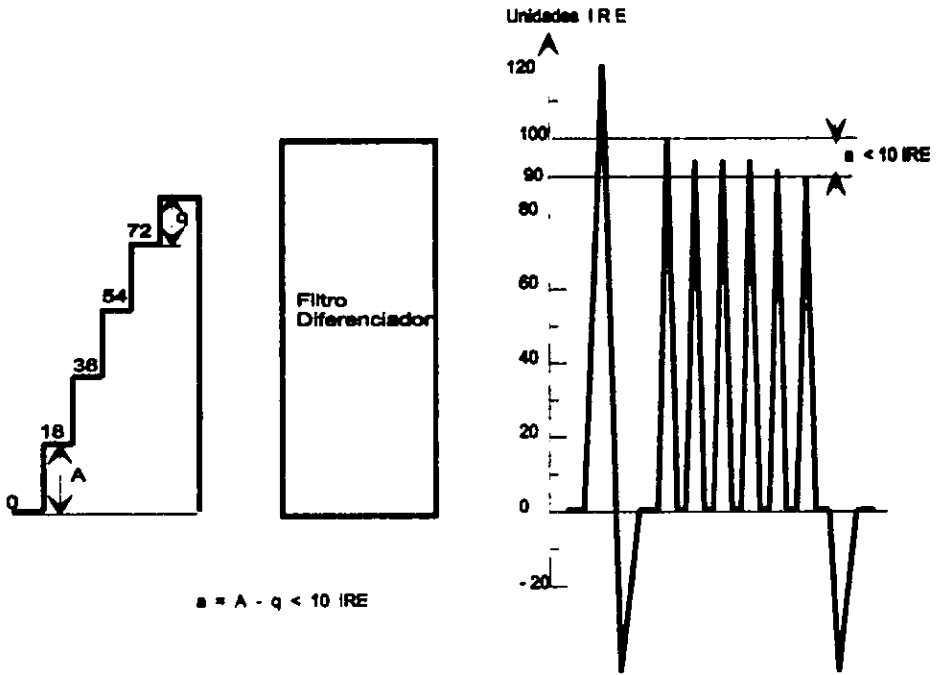


Fig. 3-8 Un ejemplo de distorsión no lineal de luminancia

Distorsión no-lineal de ganancia de la crominancia.

Definición.

Para valores fijos de nivel de la luminancia y nivel promedio de imagen, la distorsión no-lineal de ganancia de la señal de crominancia se define como la desviación de la proporcionalidad entre la amplitud del sub-carrier de crominancia en la terminal emisora de televisión, y la amplitud correspondiente en la terminal receptora, en tanto que la amplitud del sub-carrier hace variar de un valor mínimo especificado a un valor máximo especificado.

Medición.

La porción de crominancia de tres niveles de la señal de prueba de combinación, mostrada en la fig. 3 - 7, es usada para medir la distorsión no-lineal de ganancia de la crominancia. La amplitud de la señal de prueba de cada nivel de crominancia deberá ser ajustada correctamente en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda de la terminal receptora deberá ser calibrado apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, la señal de prueba pasa a través de un filtro de pasaltos y la salida de éste es conectada al monitor de forma de onda utilizado para la medición.

La ganancia del monitor de forma de onda es ajustada al punto donde la amplitud del nivel intermedio sea exactamente 40 unidades IRE, a fin de que puedan ser medidas y registradas las amplitudes de los otros dos niveles.

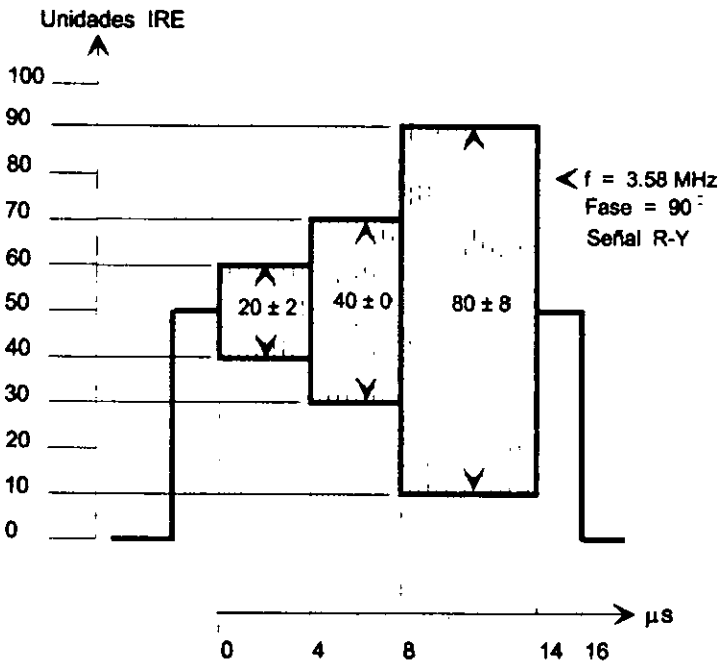


Fig. 3 - 7 La señal de crominancia de tres niveles ó Escala de rosas

Con la amplitud del subcarrier medio ajustado a 40 unidades IRE, la amplitud de los otros dos niveles de subcarrier deberá ser:

- a) La amplitud del subcarrier menor deberá ser de 20 ± 2 unidades IRE.
- b) La amplitud del subcarrier mayor deberá ser de 80 ± 8 unidades IRE.

Distorsión no-lineal de fase de la crominancia.

Definición.

Para valores fijos de nivel de señal de luminancia y nivel promedio de imagen, la distorsión no-lineal de fase de la señal de crominancia se define como la variación en fase de subcarrier de crominancia en la terminal receptora de la instalación de televisión, en tanto que la amplitud del subcarrier se hace variar de un valor mínimo especificado a un valor máximo especificado.

Medición.

La porción de crominancia de tres niveles de la señal de prueba de combinación es mostrada en la fig. 3 - 7, y se usa para medir la distorsión no-lineal de fase en crominancia.

La amplitud y fase de la señal de prueba para cada nivel de crominancia deberán ser ajustados correctamente en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda y el comparador de fase (vectorscopio), en la terminal receptora, deberán ser calibrados apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, La señal de prueba deberá ser pasada, a través de un filtro de pasa-altos, al comparador de fase (o directamente al vectorscopio). Bajo condiciones de cero distorsión, la fase en cada nivel de la señal de prueba de crominancia de tres niveles deberá ser -90° relativo a la fase del burst de color.

Las fases de los tres niveles de la señal de prueba deberán ser medidas en relación a la fase del burst de color y luego registradas.

La variación pico a pico de la fase de la señal de prueba de crominancia de tres niveles es la diferencia entre las lecturas mayor y menor.

Se debe tomar en cuenta que los amplificadores de proceso pueden cambiar la fase de la información de la señal de prueba con relación a la fase del burst de color. Por tanto, debe cuidarse de que tales amplificadores no estén conectados al hacer la prueba. En la fig. 3 - 8 se muestra la forma en que se debe medir la distorsión no-lineal de fase de la crominancia.

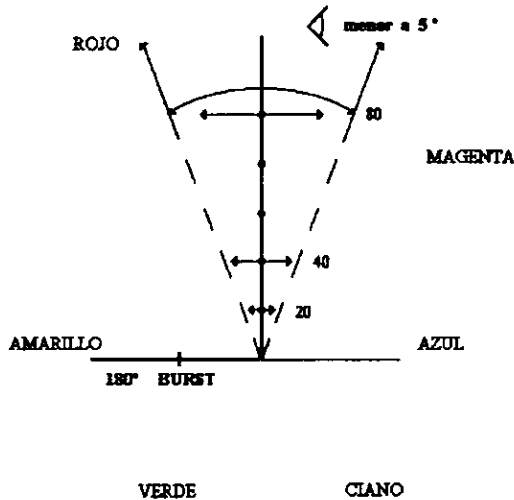


Fig. 3 - 8 Distorsión no-lineal de fase de crominancia.

La variación de fase pico a pico de la señal de prueba de crominancia de tres niveles no deberá exceder de 5°.

Si se corre la fase, los colores cambian de color o tonalidad y eso varía en cada nivel de saturación 20, 40 y 80 IRE.

Distorsión de ganancia dinámica.

Definición.

Si en la terminal emisora de una instalación de televisión el APL de una señal de video se cambia bruscamente de un valor bajo a uno alto, o viceversa, el punto de operación dentro de las características de transferencia del circuito puede quedar afectado e introducir ciertas distorsiones en la terminal receptora.

Para un APL de 10% o 90%, la ganancia dinámica (imagen) no debe exceder de ± 3 unidades IRE, la ganancia dinámica (sincronía) no debe exceder de ± 2 unidades IRE con referencia a las amplitudes con un APL de 50% como se muestra en la figura 3 - 9.

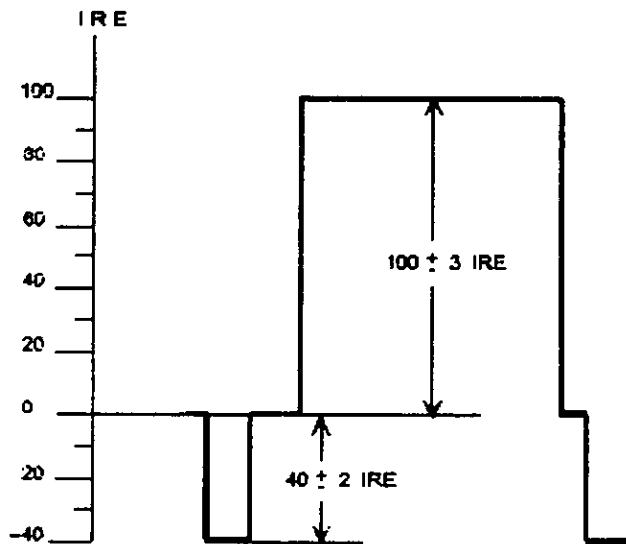


Fig. 3 - 9 La ganancia dinámica (imagen) no debe exceder de ± 3 unidades IRE
la ganancia dinámica (sincronía) no debe exceder de ± 2 unidades IRE .

Ganancia diferencial.

Definición.

Si una pequeña amplitud constante de subcarrier de crominancia, superpuesta a una señal de luminancia, se aplica a la terminal emisora de televisión, la ganancia diferencial se define como el cambio en la amplitud del subcarrier en la terminal receptora, en tanto que la luminancia varía del nivel blanking al nivel blanco, con el nivel promedio de imagen mantenido a un valor determinado.

Medición.

La porción de " escalera modulada de cinco escalones " de la señal de prueba compuesta, es usada para medir la ganancia diferencial. La amplitud de la señal de prueba de cada nivel de escalón deberá ser ajustada correctamente en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora deberá ser calibrado apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, la señal de prueba deberá ser pasada a través de un filtro paso- altos y la salida de éste conectada al monitor de forma de onda, usado para la medición.

La ganancia del monitor de forma de onda es ajustada hasta que la amplitud pico a pico más grande de subcarrier sea exactamente 100 IRE. Entonces se mide la amplitud más pequeña pico a pico de subcarrier. La diferencia entre la amplitud más grande de subcarrier y la más baja, es la distorsión de ganancia diferencial a 50% APL. El procedimiento de medición mencionado anteriormente deberá repetirse usando la misma señal de prueba transmitida en cada quinta línea de televisión con líneas intermedias, con nivel de blanking para un valor de 10%, y después a nivel blanco pico para un valor 90%. La medición de distorsión máxima de ganancia diferencial deberá ser registrada. En la fig. 3 - 10 se muestra un ejemplo de distorsión de ganancia diferencial.

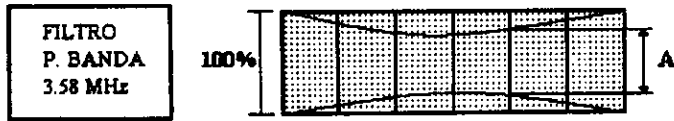
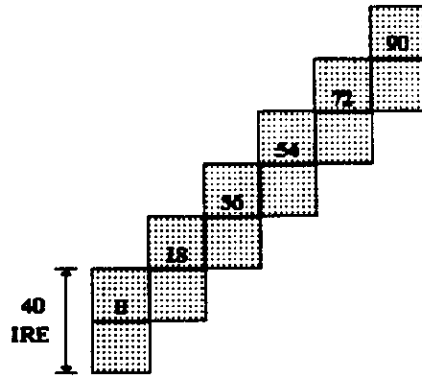


Fig. 3 - 10 Señal de prueba de la escalera de 5 escalones, y la forma en que se mide la distorsión después de pasar por un filtro.

$$\text{Distorsión} = 100 - A < 10\%$$

$$\text{Distorsión} = 100 - 96 < 10\%$$

$$\text{Distorsión} = 4\% < 10\%$$

A un 10%, 50% y 90% de APL, la ganancia diferencial no deberá exceder de 10 unidades IRE.

Fase diferencial.

Definición.

Si una amplitud constante del subcarrier de crominancia (sin modulación de fase), superpuesta a una señal de luminancia, se aplica a la terminal emisora de televisión, la fase diferencial se define como el cambio en la fase del subcarrier en la terminal receptora, en tanto que la luminancia varía del nivel blanking al nivel blanco. Para esto, el nivel promedio de imagen se mantiene a un valor determinado.

Medición.

La porción de “ escalera modulada de cinco escalones “ de la señal de prueba compuesta “, es usada para medir la fase diferencial. La amplitud de la señal de prueba, así como la fase de subcarrier de cada escalón, deberán ser ajustados correctamente en la terminal emisora, antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda y el comparador de fase (vectorscopio) en la terminal receptora, deberán ser calibrados apropiadamente.

La señal de prueba deberá ser pasada a través de un filtro de pasa- altos al comparador de fase (o directamente al vectorscopio).

La distorsión de fase diferencial es el cambio pico a pico medido en la fase de subcarrier, a 50% APL. El procedimiento de medición deberá repetirse usando la misma señal de prueba transmitida en cada quinta línea de televisión con líneas intermedias con nivel blanking para un valor de 10% APL, y después a nivel blanco pico, para un valor de 90% APL. Deberá registrarse la distorsión máxima de fase diferencial. En la fig. 3 - 11 se muestra un ejemplo de distorsión de fase diferencial.

Para un APL de 10%, 50% y 90%, la fase diferencial no deberá exceder de 5°.

Intermodulación de luminancia y crominancia

Definición.

Si una señal de luminancia de amplitud constante se aplica a la terminal emisora de televisión, la intermodulación se define como la variación de la amplitud de la señal de luminancia en la terminal receptora, como resultado de la superposición, en dicha señal de luminancia, de una señal de crominancia de amplitud específica.

Medición.

La porción de " crominancia de tres niveles " de la señal de prueba de combinación es usada para medir dicha distorsión. La amplitud de la señal de prueba de cada nivel de crominancia deberá ser ajustada correctamente y la luminancia también deberá ser ajustada en 50 unidades IRE.

De acuerdo con lo anterior la señal de prueba deberá ser pasada a través de un filtro de paso-bajos cuya salida es el valor de luminancia.

La intermodulación de crominancia y luminancia no deberá desplazar la componente de luminancia más de tres unidades IRE, de las 50 unidades del nivel de referencia, como se muestra en la figura 3 - 12.

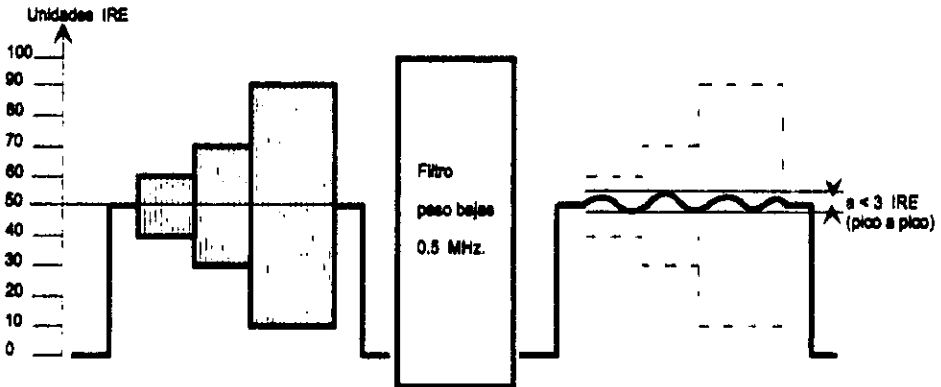


Fig. 3 - 12 Modificación de la luminancia por las variaciones de la crominancia.

La afectación de la luminancia por las variaciones de la crominancia se manifiesta como una malla, interferencia, rayas blancas en una barra que nos diría que intensidad de saturación de colores presenta.

Nota: Para las distorsiones antes descritas se cuenta con equipo de corrección para entregar un mejor servicio.

3.1.2 Distorsiones lineales.

Distorsión de forma de onda en tiempo de campo.

Definición.

Cuando una señal de prueba de televisión de un período que se aproxima a un campo de televisión y de amplitud igual a la referencia blanca se aplica a la terminal emisora de televisión, la distorsión de forma de onda en tiempo de campo se define como el cambio en la forma de la parte superior de la señal de prueba en la terminal receptora.

Medición.

La señal de prueba de barra (campo) es utilizada al medir la distorsión de forma de onda en tiempo de campo. La amplitud de la señal de prueba debe ajustarse con precisión en la terminal emisora antes de comenzar la prueba.

De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora, debe ser calibrado con exactitud.

De acuerdo con lo anterior, la magnitud de la distorsión se obtiene midiendo, en unidades IRE, la desviación pico a pico de la amplitud de la parte superior de la barra con respecto a la amplitud en el centro de la barra, con esta última ajustada a 100 unidades IRE.

Las excursiones pico a pico de la parte superior de la barra, no deberán exceder de cuatro unidades IRE, como se observa en la figura 3 - 13.

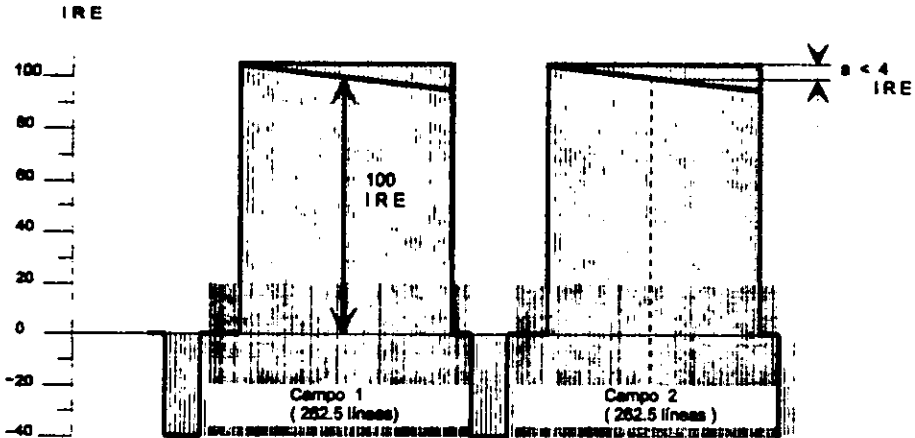


Fig. 3-13 La distorsión de amplitud en un campo debe ser menor a 4 IRE

Distorsión de forma de onda en tiempo de línea.

Definición.

Cuando una señal de prueba de televisión, de un período que se aproxima a una línea de televisión y de amplitud igual a la referencia blanca, se aplica a la terminal emisora de televisión, la distorsión de forma de onda en tiempo de línea se define como el cambio en la forma de la parte superior de la señal de prueba en la terminal receptora. El principio y el fin de la señal de prueba, equivalente a unos cuantos elementos de imagen, se excluyen de la medición.

Medición.

La porción de prueba de la barra (línea) de la señal compuesta de prueba es utilizada para medir la distorsión de forma de onda en tiempo de línea. La amplitud de la señal de prueba debe ajustarse con precisión en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora, debe estar calibrado con exactitud.

De acuerdo con lo anterior, la amplitud de la distorsión se obtiene midiendo, en unidades IRE, la desviación pico a pico de la amplitud de la parte superior de la barra, con respecto a la amplitud en el centro de la barra, esta última ajustada a 100 unidades IRE.

El primero y el último microsegundo se ignora en esta medición.

Las excursiones pico a pico de la parte superior de la barra no deberán exceder de cuatro unidades IRE, como lo muestra la figura 3 - 14..

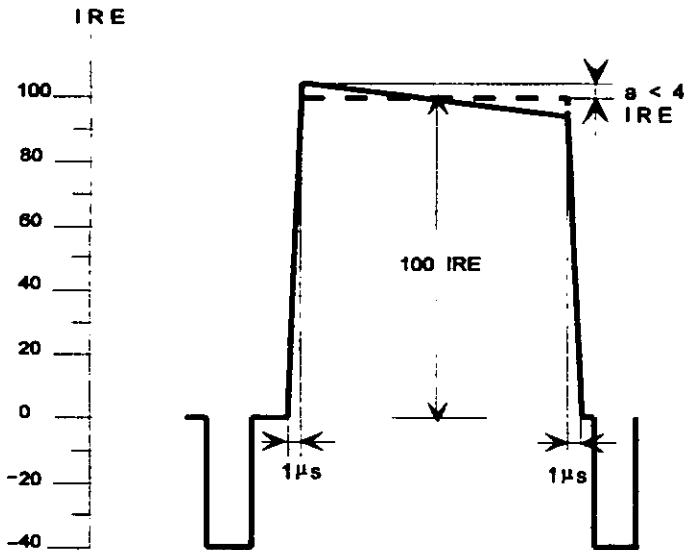


Fig. 3 - 14 En la figura se muestra un ejemplo de distorsión de forma de onda en tiempo de línea.

Distorsión de forma de onda en tiempo corto.

Definición.

Si un pulso corto (o una función de cambio rápido, escalón), de amplitud igual a la referencia blanca y forma definida se aplica a la terminal emisora de televisión, la distorsión de forma de onda en tiempo corto se define como la desviación del pulso de salida de su forma original. La duración de dicho pulso corto, a media amplitud (o el tiempo de ascenso del escalón), se determina por medio de la frecuencia de corte nominal de la instalación de televisión.

Medición.

La porción de barra (línea) de la señal de prueba compuesta y la señal de pulso 2T son utilizadas para medir la distorsión de forma de onda de tiempo corto. Las amplitudes de las señales de prueba deben ajustarse con precisión en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora debe estar calibrado con exactitud. De acuerdo con lo anterior, la amplitud de la señal de prueba del pulso 2T se mide, en unidades IRE, habiendo ajustado previamente la amplitud de la señal de prueba de barra (línea) a 100 unidades IRE, exactamente.

Las variaciones pico a pico dentro del primer intervalo de un microsegundo, a ambos extremos de la barra, antes y después de las transiciones ascendentes y descendentes, se mide, pues, con la amplitud de la señal de prueba de línea de barra ajustada a 100 unidades IRE, tomando como referencia el blanking y un punto alejado aproximadamente dos microsegundos de la esquina de la barra.

- La amplitud del pulso 2T será: 100 ± 6 unidades IRE.
- Las variaciones en la amplitud pico a pico, antes o después de las transiciones de la barra de línea, no deberá exceder de 10 unidades IRE, como se muestra en la figura 3 - 15.

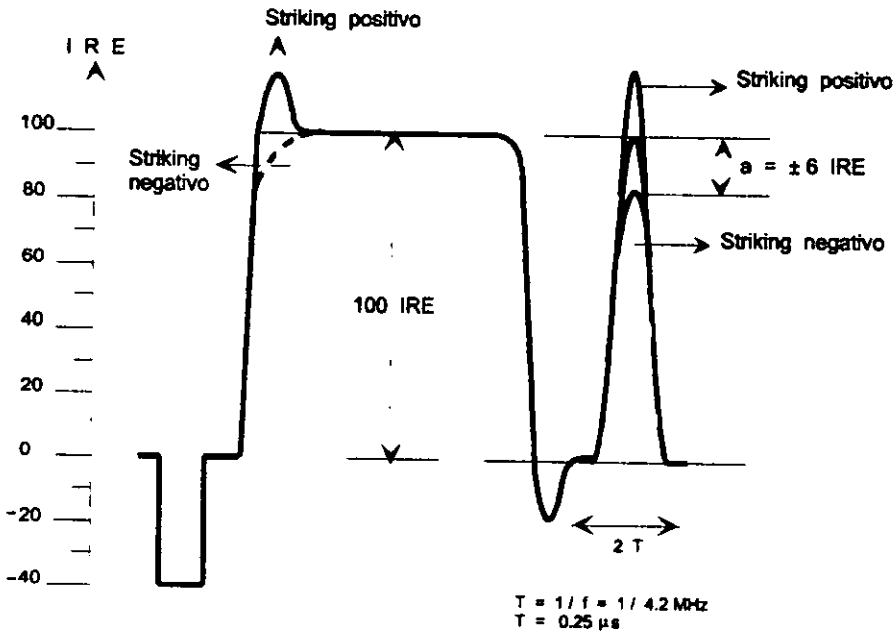


Fig. 3-15 Distorsión en tiempo corto.

Desigualdad de ganancia entre crominancia y luminancia.

Definición.

Cuando una señal de prueba, teniendo componentes de luminancia y crominancia definidas, se aplica a la terminal emisora de televisión, la desigualdad de ganancia entre crominancia y luminancia se define como el cambio en la amplitud de la componente de color de la señal de prueba relativo a la componente de luminancia, medida en la terminal receptora.

Medición.

La porción de pulso de la crominancia de la señal de prueba compuesta, es usada para medir la desigualdad de ganancia entre crominancia y luminancia. La amplitud de la señal de prueba deberá ser ajustada correctamente en la terminal emisora antes de iniciar la

prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora deberá ser calibrado apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, la amplitud de la señal de prueba de crominancia se mide en unidades IRE, previo ajuste de la barra a 100 unidades IRE, exactamente. Este método es exacto dentro de un 2%, con una presencia de retardo crominancia-luminancia hasta de 300 nanosegundos.

La amplitud del pulso de crominancia deberá ser 100 ± 3 unidades IRE, como se muestra en la figura 3-16.

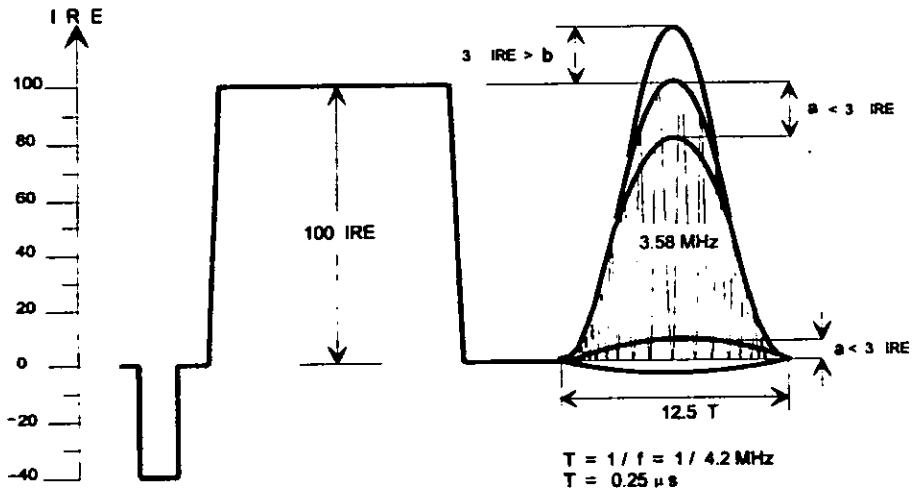


Fig. 3-16 Desigualdad de ganancia entre crominancia y luminancia.

Duración amplitud $t = 1562.5 \pm 50$ nanosegundos.

Crominancia-luminancia inherente:

- Desigualdad de ganancia (RCL) Menor que ± 0.5 unidades IRE ($\pm 1\%$).
- Desigualdad de retardo (RCT) Menor que 5 nanosegundos (adelanto o atraso).

Desigualdad de retardo entre crominancia y luminancia

Definición.

Cuando una señal de prueba , teniendo componentes de luminancia y crominancia definidas, se aplica a la terminal emisora de televisión, la desigualdad de retardo entre crominancia y luminancia se define como el cambio en tiempo relativo de la componente de la crominancia de la señal de prueba relativo a la componente de luminancia, medido en la terminal receptora.

Medición.

La porción del pulso de la crominancia de la señal de prueba compuesta, es usada al medir la desigualdad de retardo entre crominancia y luminancia. La amplitud de la señal de prueba deberá ser ajustada correctamente en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal deberá ser calibrado apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, la amplitud del pulso de crominancia de la señal de prueba deberá ser ajustada a 100 unidades IRE, exactamente. Si la componente de crominancia de la señal de prueba empieza con una incursión positiva, entonces la desigualdad de retardo entre crominancia y luminancia deberá registrarse como croma retrasada. La desigualdad de retardo también se puede calcular por la fórmula:

$$RCT = 20\sqrt{Y_1 X Y_2} \quad (\text{en nanosegundos})$$

RCT se denomina " tiempo relativo de croma "

La desigualdad no deberá ser mayor de 75 nanosegundos, con la croma retrasada o adelantada, como se muestra en la figura 3 - 17.

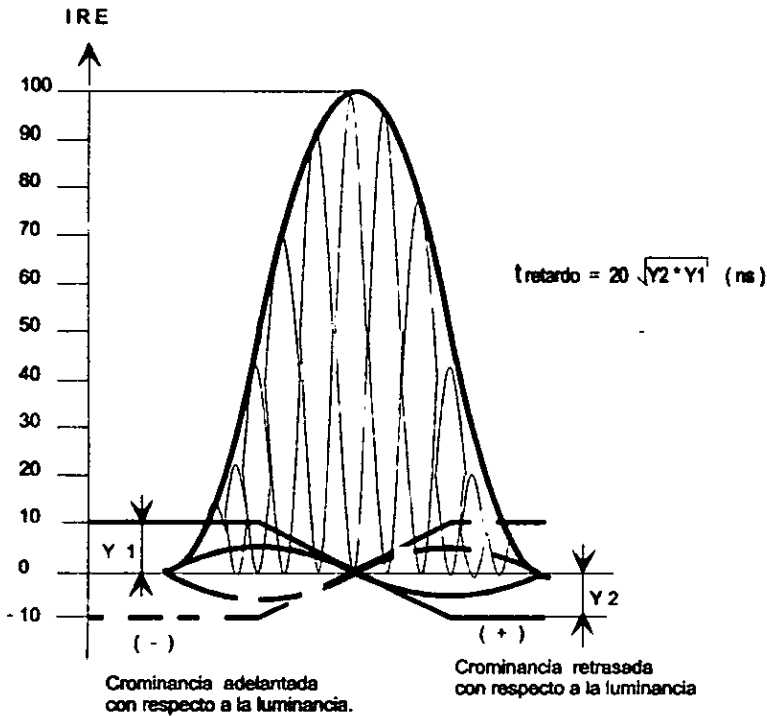


Fig. 3-17 Desigualdad de retardo entre crominancia y luminancia

Distorsión de la respuesta ganancia-frecuencia

Definición.

La distorsión de la respuesta ganancia-frecuencia de la instalación de televisión se define como la variación de la ganancia en la banda que se extiende desde la frecuencia de repetición del campo de televisión hasta la frecuencia de corte nominal de la instalación, relativa a la ganancia de una frecuencia de referencia adecuada.

Medición.

La porción del multiburst de la señal de prueba de combinación, es usada para medir la distorsión de la respuesta de 500 KHz a 4.2 MHz.

La amplitud de la señal de prueba deberá ser ajustada correctamente en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora deberá ser ajustada apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, la amplitud de la bandera blanca deberá ser ajustada a 100 unidades IRE, exactamente, y entonces la amplitud pico a pico de cada frecuencia de Burst deberá ser medida y registrada, como se muestra en la figura 3 - 18.

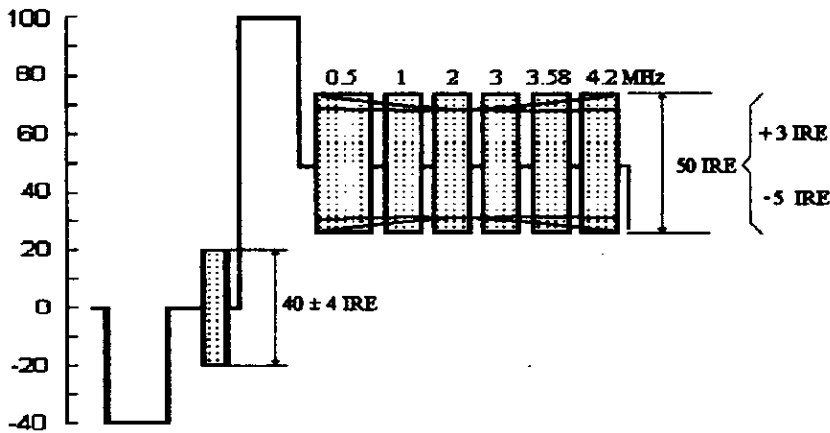


Fig. 3 - 18 Ejemplo de distorsión de respuesta Ganancia - Frecuencia.

- Todas las amplitudes de frecuencia de Burst deberán ser de $50 + 3$ y $50 - 5$ unidades IRE
- La amplitud de Burst de color deberá ser de 40 ± 4 unidades IRE.

Nota: Para las distorsiones antes descritas se cuenta con equipo de corrección para entregar un mejor servicio.

3.1.3 Ruido.

3.1.3.1 Ruido en T.V.

Ruido : Se presenta como una señal no deseada en la señal de T.V. cuyo origen es variable.

La relación de señal a ruido (compensada) en una instalación de televisión, se define como la relación expresada en decibeles, de la amplitud nominal de la señal de luminancia (100 unidades IRE), con respecto a la amplitud RMS del ruido medido en la terminal receptora, después de limitar la banda y efectuar compensaciones mediante un circuito específico.

Medición.

En general, la medición del ruido casual debería realizarse con un voltmetro RMS, con el video desconectado, y la entrada a la instalación terminada en su impedancia característica. Sin embargo, hay otra forma de medir, ya sea con señal de prueba " flat field", o usando una línea específica en el intervalo de blanking vertical (el cual es dejado sin imagen), siempre y cuando el aparato medidor integre el ruido medido con exactitud, sobre el periodo del campo completo.

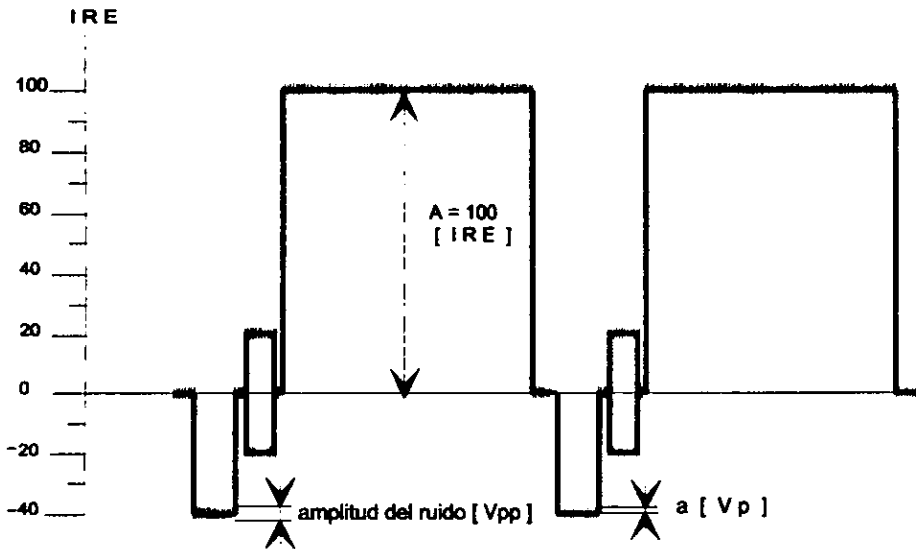
Para todas las mediciones anteriores, los circuitos limitadores de banda y compensadores deben ser conectados a la terminal receptora de la instalación de televisión, antes del medidor de ruido.

Se puede calcular la relación de señal a ruido (compensado) usando la fórmula siguiente:

$$\text{Señal a ruido compensada (dB)} = 20 \log_{10} \frac{\text{amplitud pico a pico de la señal}}{\text{ruido compensado RMS}}$$

En la figura 3 - 19 se muestra un ejemplo de ruido.

La relación de señal a ruido casual (compensado) deberá ser mayor o igual a 53 dB.



$$\begin{aligned}
 \text{Señal a ruido en T.V. [dB]} &= 20 \log_{10} \frac{\text{Amplitud pico a pico de la señal}}{\text{Amplitud RMS del ruido}} \\
 &= 20 \log_{10} \frac{A}{\frac{a}{\sqrt{2}}} \geq 53 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Fig. 3 - 19 Ruido en TV ("Weighted" o medición compensada).

Ruido Impulsivo.

Este ruido es ocasionado por :

- Descargas atmosféricas.
- Relevadores.
- Apagadores.

Este ruido se conoce como Glitches..

Definición.

La relación de señal a ruido impulsivo de una instalación de televisión, se define como la relación, expresada en decibeles, de la amplitud nominal de la señal de luminancia (100 unidades IRE) con respecto a la amplitud pico a pico del ruido.

Medición.

La señal de prueba "flat field" es usada para medir ruido impulsivo. La amplitud de esa señal deberá ser ajustada exactamente a 100 unidades IRE en la terminal emisora, antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora deberá ser calibrado apropiadamente.

De acuerdo con lo anterior, la amplitud de la señal de prueba deberá ajustarse exactamente a 100 unidades IRE en la terminal receptora y luego ser examinada detenidamente para determinar si existe interferencia de ruido impulsivo (picos ocasionales o transitorios).

Se mide, entonces, la amplitud pico a pico del ruido, en unidades IRE, y se registra. Para calcular la relación de señal a ruido impulsivo en dB, puede usarse la siguiente fórmula:

$$\text{Señal a ruido impulsivo (dB)} = 20 \log_{10} \frac{100 \text{ unidades IRE}}{\text{Amplitud pico a pico del ruido impulsivo.}}$$

En la figura 3 - 20 se muestra un ejemplo de ruido impulsivo.

El ruido impulsivo no debe ser mayor de siete unidades IRE pico a pico, que equivale a una relación de señal a ruido impulsivo aproximadamente mayor de 23 dB. La frecuencia de sucesión del ruido impulsivo no deberá exceder de 1 por minuto

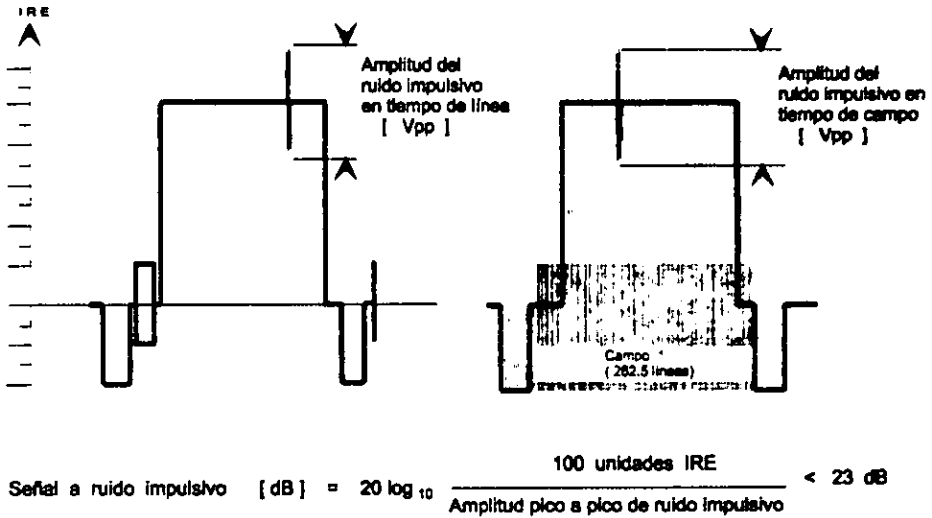


Fig. 3 - 20 Ruido Impulsivo

Ruido periódico.

Este ruido es ocasionado por fugas en rectificadores de fuentes de alimentación.

La relación de señal a ruido periódico se define como la relación, en decibels, de la amplitud nominal de la señal de luminancia (100 unidades IRE), con respecto a la amplitud pico a pico del ruido.

A veces se especifican diferentes objetivos de comportamiento para ruido periódico (una sola frecuencia) entre 1 KHz y el limite superior de la banda de video, y para zumbido (hum) de fuentes de poder, incluyendo armónicas de bajo orden.

Medición.

La señal de prueba "flat field" es utilizada para medir ruido periódico. La amplitud de dicha señal debe ser ajustada exactamente a 100 unidades IRE en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora deberá ser calibrado apropiadamente.

En seguida, en la amplitud de la señal de prueba deberá ser ajustada exactamente a 100 unidades IRE en la terminal receptora y en el monitor de forma de onda, y luego ser examinada a fin de determinar la existencia de interferencia de ruido periódico. La amplitud pico a pico en unidades IRE, de ruido periódico, el cual es de baja frecuencia por naturaleza (hum de fuente de poder, etc.), deberá ser medida y registrada apropiadamente del ruido periódico en la gama de 1 KHz a 4.2 MHz (persiana). En las figuras 3 - 21 y 3 - 22 se muestran ejemplos de ruido periódico.

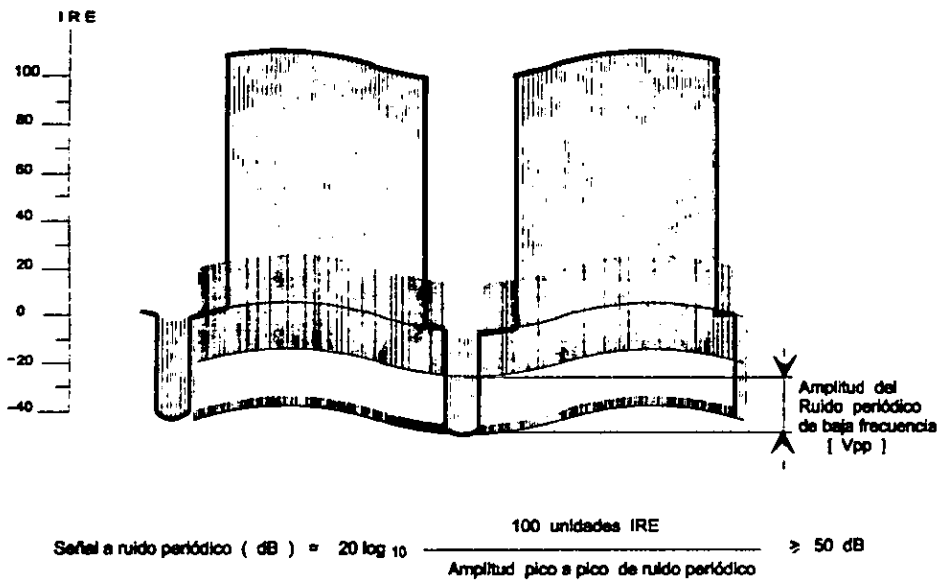
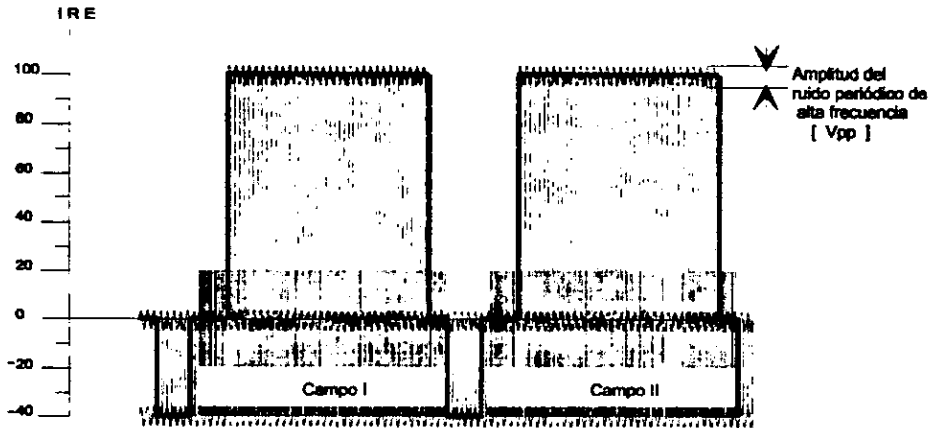


Fig. 3 - 21 Hum : Ruido periódico de baja frecuencia (30 Hz a 1 kHz)



$$\text{Señal a ruido periódico (dB)} = 20 \log_{10} \frac{100 \text{ unidades IRE}}{\text{Amplitud pico a pico de ruido periódico}} \geq 50 \text{ dB}$$

Fig. 3-22 *Persiana* : Ruido periódico de alta frecuencia (1 kHz a 4.2 MHz)

Para calcular la relación de la señal a ruido periódico en decibeles, puede usarse la siguiente fórmula:

$$\text{Señal a ruido periódico (dB)} = 20 \log_{10} \frac{100 \text{ unidades IRE}}{\text{Amplitud pico a pico de ruido periódico.}}$$

La relación de señal a ruido periódico:

a) Abajo de 1 KHz (incluyendo hum de fuente de poder y armónicos de bajo orden), deberá ser mayor o igual a 50 dB.

b) Entre 1 KHz y 4.2 MHz (persiana) deberá ser mayor o igual a 50 dB.

Ruido Crosstalk (modulación cruzada).

Este ruido es ocasionado por fugas en osciladores y armónicas de canales adyacentes (transmisión de RF).

La relación de señal a ruido de Crosstalk se define como la relación, en decibeles, de la amplitud nominal de la señal de luminancia (100 unidades IRE) con respecto a la amplitud pico a pico de la forma de onda interferente.

Medición.

La señal de prueba "flat field" es utilizada cuando se mide Crosstalk. La amplitud de la señal de prueba deberá ser ajustada exactamente a 100 unidades IRE en la terminal emisora antes de iniciar la prueba. De igual manera, el monitor de forma de onda en la terminal receptora deberá ser calibrado apropiadamente.

En seguida, la amplitud de la señal de prueba deberá ser ajustada exactamente a 100 unidades IRE en la terminal receptora. Deben examinarse el monitor de forma de onda y un monitor de imagen apropiado, para determinar si existe interferencia de Crosstalk.

La amplitud pico a pico de la forma de onda interferente es medida luego en unidades IRE y posteriormente registrada. En la figura 3 - 23 se muestra un ejemplo del ruido Crosstalk.

Para calcular la relación de señal a ruido de Crosstalk, en decibeles, puede usarse la siguiente fórmula:

$$\text{Señal de Crosstalk (dB)} = 20 \log_{10} \frac{100 \text{ unidades IRE}}{\text{pico a pico del Crosstalk.}}$$

La relación de señal a Crosstalk deberá ser mayor o igual a 60 dB.

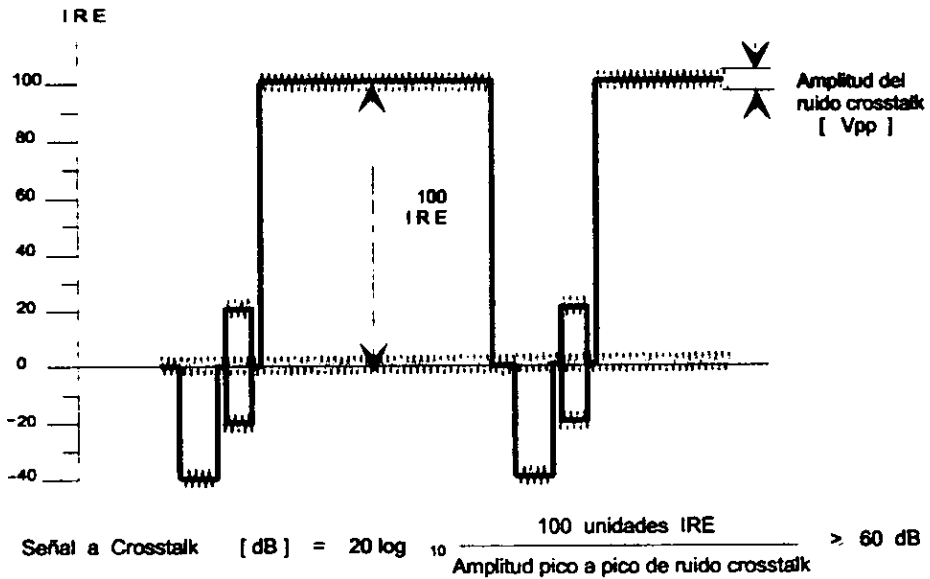


Fig. 3 - 23 Ruido de Crosstalk (Modulación Cruzada)

3.1.3.2 Ruido en Audio.

Se presenta como una señal no deseada en la señal de audio cuyo origen es variable.

Existen 3 tipos de audios asociados a la señal de T.V. (TV + audio).

- | | | |
|----------------|---|----------------|
| Audio Asociado | } | 40 Hz - 7 KHz |
| | } | 40 Hz - 10 KHz |
| | } | 40 Hz - 15 KHz |

El audio debe cumplir con la siguiente gráfica de niveles (figura 3 - 24).

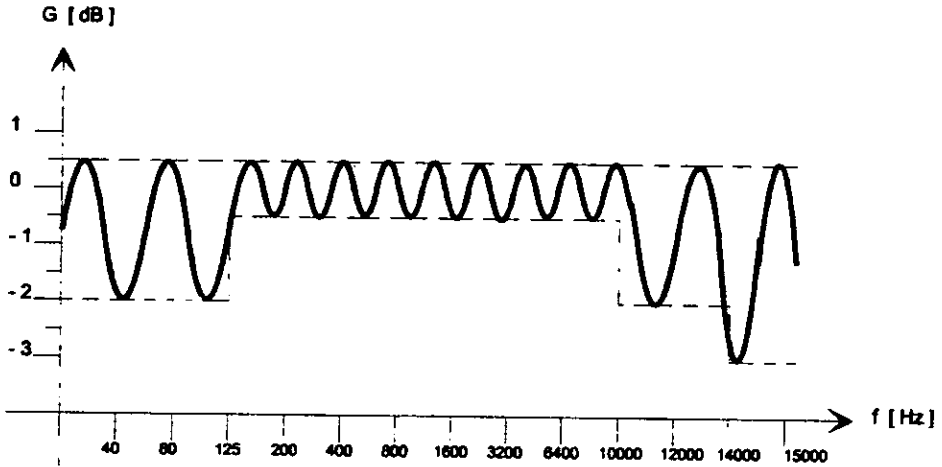


Fig. 3 - 24 Respuesta ganancia / frecuencia con un tono

Ruido ponderado.

Hiss

Este ruido es ocasionado por componentes electrónicos.

Medición.

Se quita la señal y se mide el ruido del canal y se obtiene la relación:

$$S/R = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{\text{señal}}}{V_{\text{ruido}}} \right) \geq 47 \text{ dB}$$

Ruido por corriente de alimentación.

Hum.

Este ruido es ocasionado por mal aterrizaje y por tanto inducción de c.a.

Medición.

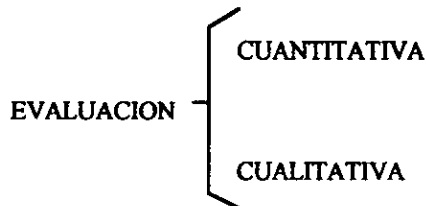
Se quita la señal y se mide el ruido del canal y se obtiene la relación:

$$S / R = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{\text{señal}}}{V_{\text{ruido}}} \right) > 45 \text{ dB}$$

Nota: Para los problemas de ruido antes descritos se cuenta con equipos de corrección para brindar un mejor servicio.

3.1.4 Evaluación de la señal de T.V.

La evaluación de una señal de televisión enmarca dos clase de pruebas, las cuales son :



Evaluación Cuantitativa.

La evaluación cuantitativa, como su nombre lo indica, realiza una cuantificación de diferentes parámetros de la señal de T.V. , los cuales se evalúan de acuerdo a las normas establecidas por los organismos Internacionales (ver anexo III Normas).

Para realizar la siguiente cuantificación nos basamos en el reporte del NTC - 7 publicado por la S.C.T. en colaboración con grupo Televisa.

Esta cuantificación enmarca los siguientes parámetros, dentro de los cuales se excluyen algunos por ser aplicados para señales de T.V. estudio a estudio, en empresas televisoras.

Cuantificación de:

- Amplitud de la señal de TV (1 Vpp).
- Amplitudes de los parámetros de la señal de TV.
- Tiempos de espaciamiento en los parámetros de la señal de TV.
- Nivel y número de ciclos de Burst de color.
- Ruido en video
- Nivel y ruido en audio.

Toda esta evaluación cuantitativa se realiza en base a las pruebas descritas en los subcapítulos 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3.

Evaluación Cualitativa.

Esta evaluación se realiza de forma visual directamente en el monitor de video para la imagen y para el audio mediante la reproducción del mismo utilizando bocinas de alta fidelidad y de forma directa al oído.

Debido a esta forma de evaluar se revisan los siguientes detalles:

- Brillo de imagen en monitor de TV.
- Definición de imagen en monitor de TV.
- Contorno de imagen en monitor de TV.
- Fidelidad del audio en la reproducción en la bocina.

Evaluación final.

Tomando en cuenta las evaluaciones cualitativa y cuantitativa, se asigna una calificación de acuerdo a la calidad de la señal de TV (Video + Audio) mostrada en la siguiente tabla.

AUDIO Calificación	DESCRIPCIÓN	VIDEO Calificación	DESCRIPCIÓN
5	Audio totalmente dentro de normas	5	Video totalmente dentro de normas
4	Audio ligeramente fuera de normas	4	Video ligeramente fuera de normas
3	Audio fuera de norma	3	Video fuera de norma
2	Audio fuera de norma con problemas notorios (hiss, hum, inducción ligera)	2	Video fuera de norma y con problemas notorios (glitches, ruido, fuera de fase, etc.)
1	Audio no útil	1	Video no útil por cortes y ruido
0	Ausencia de audio	0	Ausencia de video

Nota: Cabe señalar que esta calificación termina no siendo tan práctica para fines de control, ya que esta basada por el criterio del técnico. Por lo que se recomienda realizar notas con las observaciones pertinentes en cada señal.

3.2 EQUIPOS DE MEDICION

3.2.1 Diagrama básico de monitoreo de señal de T.V. (audio y video).

Para realizar la supervisión y corrección de las señales de T.V., se requiere de un equipo de medición el cual nos sirve para detectar problemas en la señal siendo corregidas posteriormente y al final dicha señal se distribuye.

El conjunto de equipos de medición utilizados en la detección de anomalías se interconectan de acuerdo a la figura 3 - 25:

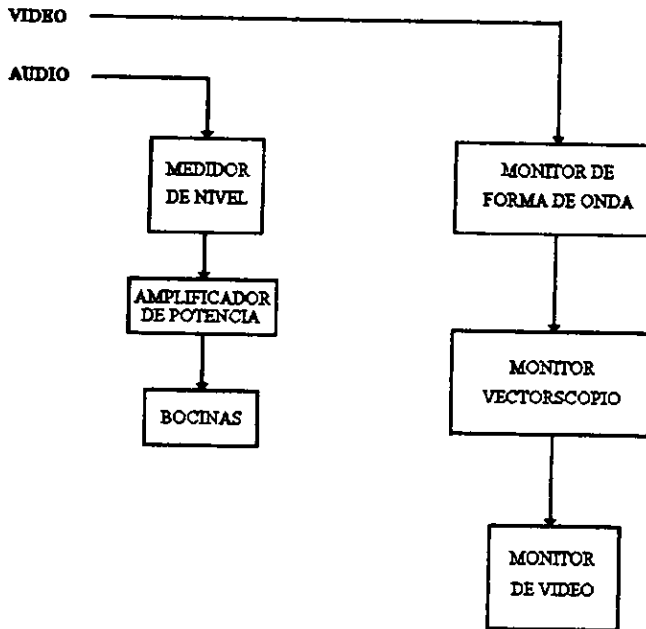


Fig 3 - 25. Diagrama básico de monitoreo.

Para el monitoreo de la señal de T.V. actualmente se cuenta con equipo adicional como procesadores de video, amplificadores distribuidores de audio y video, eliminadores de Hum, correctores de base de tiempo (para codec de T.V.), etc. Además se trata de tener compatibilidad entre ellos para ser manejados por medio de una computadora.

Este equipo no está considerado en el diagrama básico, por razones de claridad en la comprensión del monitoreo

Como se puede apreciar la supervisión de audio y video se realiza de forma independiente utilizando equipo de medición debidamente aterrizado y calibrado.

En los subcapítulos 3.2.2, 3, 4, 5 se presentará el funcionamiento de cada uno de los bloques.

Nota: La medición de señal de T.V. se realiza en banda base, es decir, el video de 0 - 4.5 MHz y audio de 0 - 15 KHz.

3.2.2 Monitor de Forma de Onda.

Descripción y funcionamiento.

Es un equipo de medición para señales de video similar a un osciloscopio, pero con algunas diferencias importantes.

Este equipo de medición se utiliza para señales eléctricas de video de 1.0 Vpp y tiene su escala vertical en unidades IRE donde 1 Vpp = 140 IRE, y para medir el tiempo de cada pulso cuenta con una escala horizontal graduada.

La señal que aparece está compuesta de dos líneas mostrándolas de forma simultánea, lográndose una correcta evaluación con filtros de luminancia y crominancia ($f = 3.58$ MHz), también muestra las 525 líneas visualizando de forma directa los dos campos.

En general este equipo nos permite evaluar la señal en sus características eléctricas, es decir, en su forma de onda para detectar a detalle problemas en amplitud y tiempo, que no se observan de forma directa en el monitor de video.

En la figura 3 - 26 se muestra el monitor de forma de onda con la señal que está evaluando.

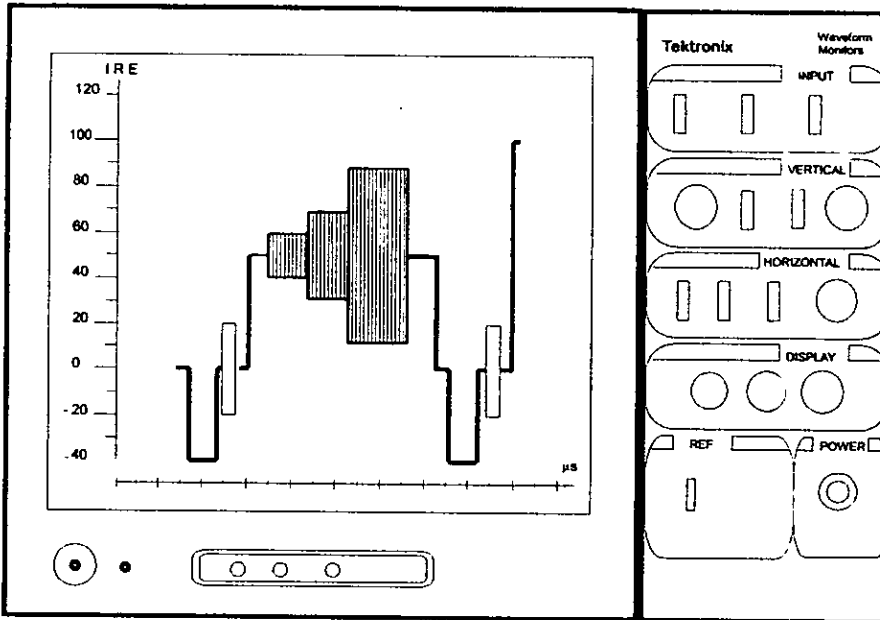


Fig. 3 - 26 Monitor de Forma de Onda.

3.2.3 Monitor Vectorscopio.

Descripción y funcionamiento.

Este equipo de medición al igual que el monitor de forma de onda, nos sirve para evaluar una señal de video pero, a diferencia del forma de onda que facilita el análisis en amplitud y tiempo, el vectorscopio nos muestra una señal compuesta por vectores, trazados de tal manera que indican la fase de la crominancia, es decir, de los colores y su rafaga (burst) de 3.58 MHz que sincronizan la demodulación de los mismos. Este equipo cuenta con una máscara con escala en grados para los ángulos de crominancia. De esta manera se logra la plena evaluación de fase en los colores.

De forma general nos indica la situación angular de cada color (fase) de la señal de T.V. mediante trazos de vectores en la pantalla. Pero solo por este equipo podemos conocer

dichas características eléctricas, ya que en el monitor de video no se aprecia a simple vista y en el monitor de forma de onda únicamente nos muestra información en amplitud y tiempo.

En la figura 3 - 27 se muestra el monitor vectorscopio con la señal de video.

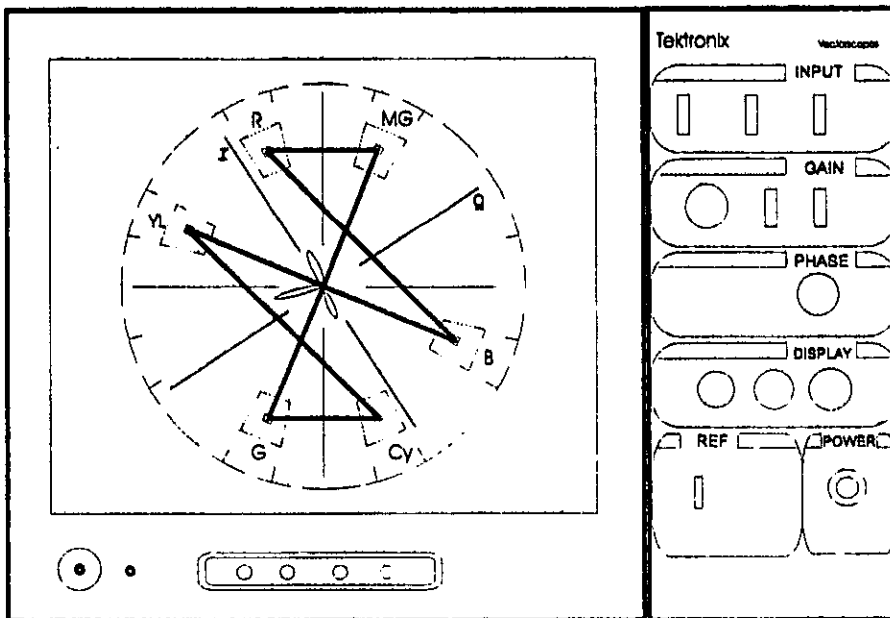


Fig. 3 - 27 Monitor Vectorscopio.

3.2.4 Monitor de video.

Descripción y funcionamiento.

El monitor de video es similar a una televisión comercial para el hogar, también en los tamaños ya que para monitoreo fijo como en centrales de video o estudios de TV se requiere de monitores grandes y fijos, Pero para eventos ocasionales, se requiere de monitores portátiles, siendo estos más pequeños.

La diferencia principal entre un monitor de TV y un aparato de TV comercial para el hogar, esta relacionada con su diseño electrónico, ya que el monitor de video no cuenta con sintonizadores de canales en radio frecuencia (RF), por tal razón no utiliza antena y la señal de TV que recibe es en banda base, es decir, que ya no requiere ser sintonizada porque la señal de TV no esta modulada.

Debido a que es video y audio en banda base, estos se insertan directamente a la entrada de video y audio del monitor. A continuación mostramos un monitor de video en la figura 3 - 28.



MONITOR CON BARRAS DE COLOR

Fig. 3 - 28 Monitor de Video.

3.2.5 Medidor de nivel de Audio y Bocinas.

Descripción y funcionamiento.

El medidor de nivel de audio nos permite evaluar el nivel de audio de la señal que se esta recibiendo, esta medición se hace por medio de un medidor ya sea analógico (galvanómetro) o en forma de barras de leds que nos permiten medir el nivel de UV (unidades de volumén) que tiene la señal.

También se evalúa la fidelidad que tiene la señal de audio por medio de una bocina de alta fidelidad, esta evaluación la hace el técnico en forma directa.

En la figura 3 - 29 se muestra el medidor de nivel de audio.

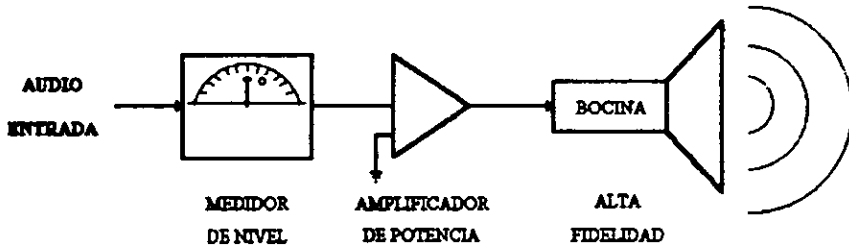


Fig. 3 - 29 Medidor de nivel de audio.

CAPÍTULO IV

MEDIOS DE TRANSMISIÓN

**4.1 TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE T.V. POR MICROONDAS (M.O.)
UTILIZANDO MODEM ANALÓGICO**

La transmisión de señales de T.V. por microondas, es un medio de transmisión el cual, ha sido muy explotado durante los últimos 30 años, ya que además de transmitir mediante enlaces terrestres, también se transmite vía satélite, utilizando los mismos principios. Solo que las microondas terrestres utilizan repetidores, ubicados en cerros o montañas donde enlazan con una buena línea de vista a los puntos terminales y las microondas vía satélite utilizan su repetidor ubicado en la onda geoestacionaria a 36000 Km de la superficie terrestre, llamado satélite. A continuación se presenta en las figuras 4 - 1 y 4 - 2 los enlaces de microondas, antes descritos.

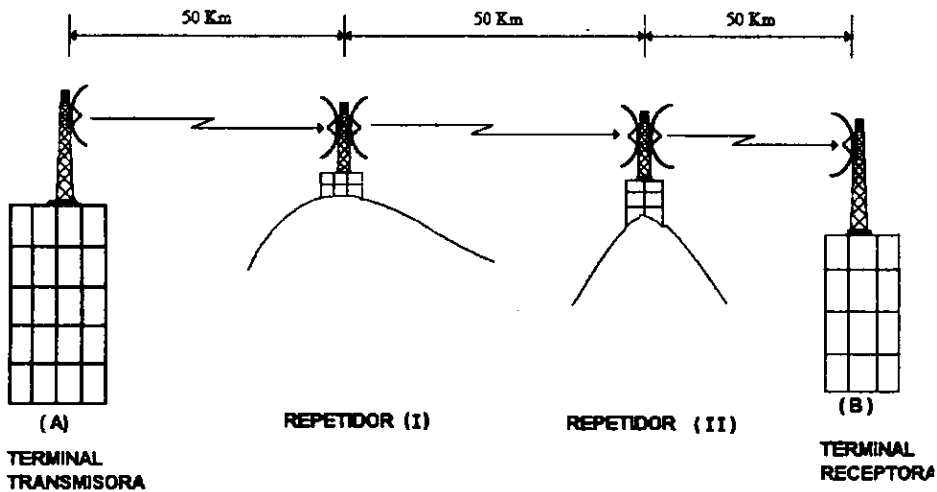


Fig. 4 - 1 Transmisión de TV utilizando Radioenlaces terrestres.

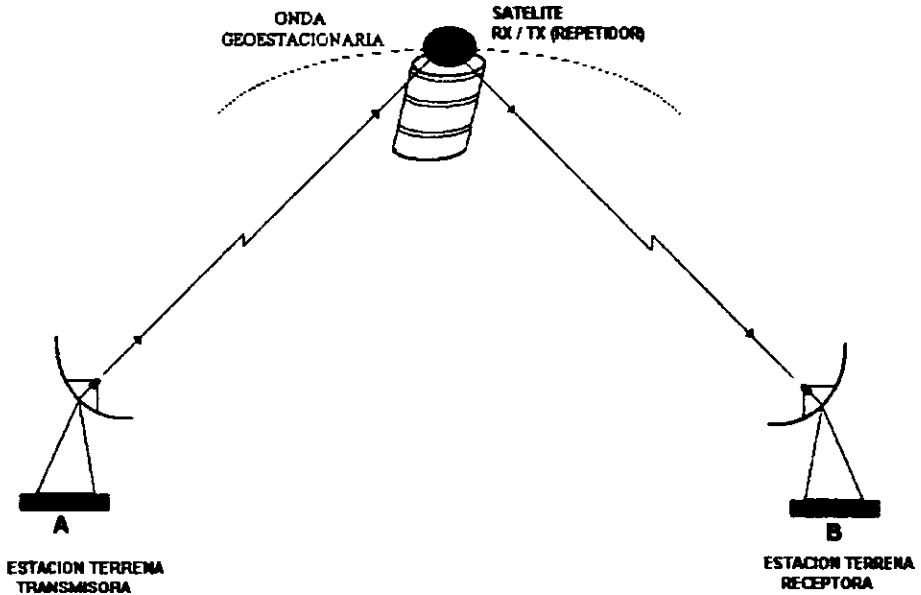
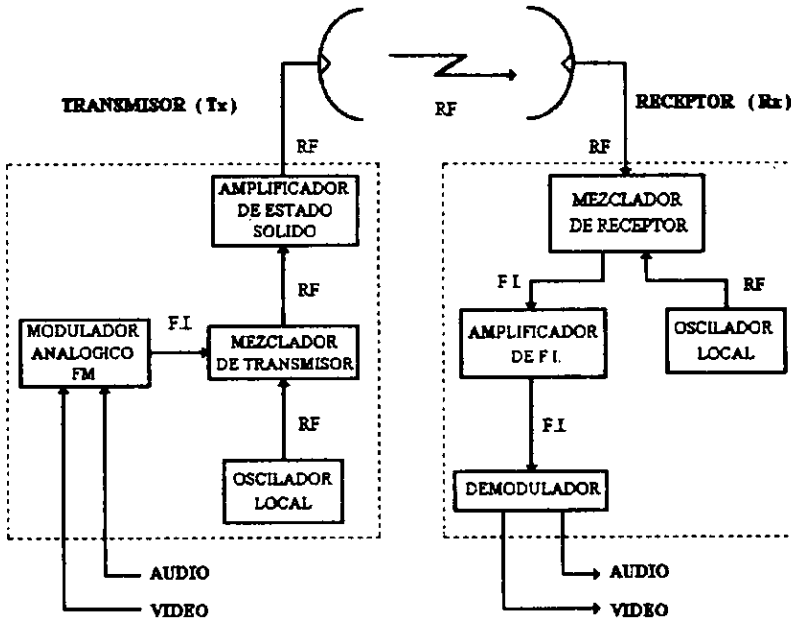


Fig. 4 - 2 Transmisión de TV utilizando el Satélite.

4.1.1 Diagrama esquemático de un Radioenlace.

Como podemos ver en un radioenlace terrestre incluye un transmisor y un receptor, como parte básica del enlace y dependiendo de la distancia se le adicionan estaciones repetidoras. Por esta razón mostramos en la siguiente figura 4 - 3 un diagrama de un radioenlace.

La figura 4 - 3 muestra de forma clara el uso de un modulador analógico para audio y video en el transmisor. También un demodulador analógico para audio y video en el receptor. A continuación se hace la descripción del transmisor (Tx) y receptor (Rx), profundizando en el modulador y en el demodulador. Tomando como ejemplo un equipo de radioenlace analógico.



Notas:

F.I. = Frecuencia Intermedia (70 MHz).

R.F. = Radio Frecuencia (2 - 7 GHz).

Fig. 4 - 3 Diagrama de un Radioenlace para transmisión de T.V.

4.1.2 Modulador Analógico.

El modulador analógico es un módulo el cual forma parte de un transmisor tiene como entrada una señal de video y una o más señales de audio, integrándose así una banda base en un combinador. Después esa banda básica, es finalmente convertida en frecuencia intermedia (F.I) de 70 MHz. En la Dirección de recepción el demodulador realiza el proceso inverso. En la figura 4 - 4 se describe un modulador a bloques.

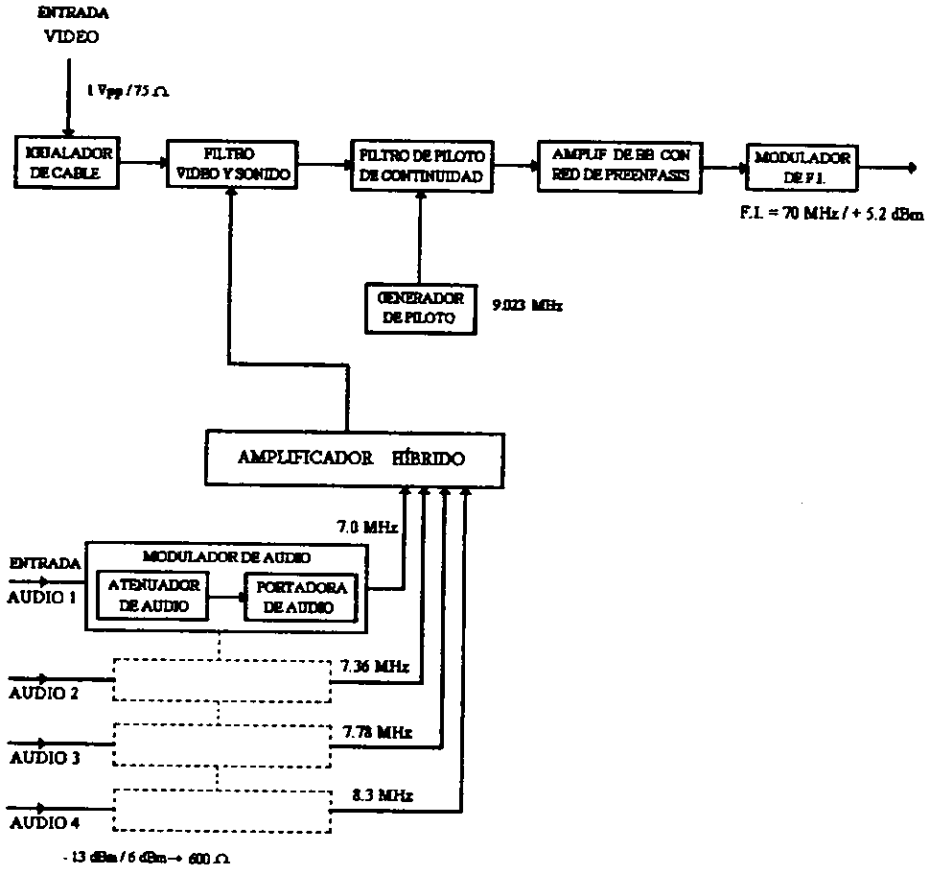


Fig. 4 - 4 Modulador Analógico de T.V. a bloques

A continuación describiremos cada bloque que integra al modulador de forma breve.

4.1.2.1 Igualador de cable.

El igualador forma la entrada conjunta de la señal de video con una atenuación variable que actúa como línea artificial.

El igualador tiene la tarea de compensar la atenuación sufrida por la longitud del cable en función de la frecuencia, que va a la entrada del equipo modulador y también acopla el nivel de señal que requiere el filtro de video y sonido.

4.1.2.2 Modulador de audio.

El audio pasa por un atenuador que nos da la entrada óptima al modulador de audio y a continuación modula la señal portadora y para este equipo se utilizan 4 portadoras para 4 audios que se diferencian por la frecuencia de su oscilador interno, 7.0, 7.36, 7.78 y 8.3 MHz, por otra parte estas unidades son electricamente iguales. A la salida entregan su señal al amplificador híbrido de audio.

4.1.2.3 Amplificador híbrido.

El amplificador híbrido de audios une a las 4 portadoras de 7.0, 7.36, 7.78 y 8.3 MHz actuando como sumador.

La señal de salida es canalizada al filtro de video y audio

4.1.2.4 Filtro de video y audio.

La unión de video y las portadoras de sonido en el filtro, ocasiona pequeños retardos de fase, pequeña atenuación y reflexiones mínimas en la entrada y salida de la banda del video.

El filtro está diseñado de tal forma que reduce al mínimo este tipo de atenuaciones y reflexiones, dando como resultado una banda base donde se integran audio y video con gran calidad.

4.1.2.5 Generador de piloto.

La señal de piloto con una amplitud constante se origina en un oscilador de cuarzo.

Este generador de piloto fija la frecuencia de referencia piloto que sirve para la supervisión en banda base del enlace de radio, la frecuencia para canal normal es de 9.023 MHz y para el canal de reserva es de 8.5 MHz, esta supervisión es manejada en el demodulador.

4.1.2.6 Filtro de piloto.

En el filtro de piloto se agrega la señal del piloto de la línea de radio a la banda base con el contenido de video y 4 audios. Esta señal de piloto proviene del generador de piloto.

4.1.2.7 Amplificador de banda base con preénfasis.

La unidad tiene un amplificador de 3.5 dB para el ajuste de nivel de la señal que entra al modulador de FI.

El siguiente elemento es un circuito de preénfasis que actúa levantando el nivel a las altas frecuencias de la banda base con el fin de lograr una buena calidad en la transmisión.

A continuación pasa por un amplificador de banda base que de acuerdo con el sistema en que se opere, se ajustan ganancias de 10, 12 o 16 dB, este posee un ajuste fino y suministra el nivel de entrada al modulador de FI.

4.1.2.8 Modulador de FI.

El modulador de FI convierte la banda base modulada en amplitud a una señal modulada en frecuencia, trasladandola además a la posición de FI de 70 MHz.

El ancho de banda base que acepta es de 0 a 10 MHz.

El modulador debido a su gran ancho de banda debe tener una gran pendiente, constante en frecuencia, una gran linealidad y no tener influencia por variaciones de temperatura. Esto únicamente es posible mediante la mezcla de las señales de 2 osciladores con frecuencia arriba de 70 MHz (253 y 323 MHz) las cuales son modulados en contra fase mediante varactores y cuya diferencia resulta 70 MHz.

La frecuencia central de cada oscilador (253 y 323 MHz) se mantiene constante mediante un circuito de C.A.F. (control automático de frecuencia).

Esta señal de FI (70 MHz) entra a un preamplificador de bajo ruido y después pasa a un amplificador de mayor ganancia para entregarnos 2 señales desacopladas de igual valor $F_{1,2} = 70 \text{ MHz} / + 5.2 \text{ dBm}$.

4.1.3 Demodulador Analógico.

El demodulador analógico es un módulo que forma parte de un receptor, teniendo como entrada una señal de frecuencia intermedia (F.I.) de 70 MHz a + 0.8 dBm y al pasar por un discriminador se demodula obteniendo una banda base que es insertada a un separador para obtener de forma independiente Audio y Video.

En la figura 4 - 5 se muestra un demodulador a bloques.

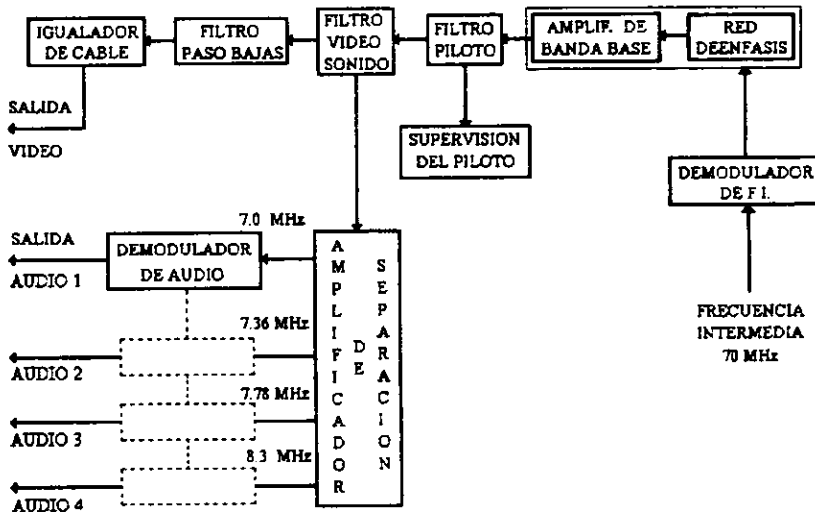


Fig. 4 - 5 Diagrama a bloques de un Demodulador Analógico.

4.1.3.1 Demodulador de F.I.

La señal de banda ancha de 70 MHz proveniente del receptor de radio debe convertirse en el demodulador de FI a banda base. La banda base como señal suma, contiene la señal de video con 4 canales de sonido como máximo en un rango de 0 . . . 8.3 MHz, más un piloto de continuidad de radioenlace en 9.023 MHz.

Este demodulador realiza el siguiente proceso con la señal de F.I. La amplifica y filtra mediante un filtro paso bajas. Ecuiliza el retardo de fase, limita en amplitud la señal de F.I. antes de pasarla al amplificador para su demodulación. En el amplificador de demodulación se obtienen 2 señales de F.I. de 2 volts a 150 Ω para entrar al discriminador. Por último en el discriminador se tiene un funcionamiento como el discriminador de flancos requiriéndose una gran pendiente y linealidad en las tensiones demoduladas para entregar la banda base de 0 - 10 MHz.

4.1.3.2 Amplificador de Banda Base con Deénfasis.

En el amplificador de banda base (BB) con deénfasis, se reduce al mismo nivel todas las altas frecuencias compensando el efecto de la red de preénfasis. Posteriormente pasa a un amplificador de banda base para entregarla al filtro de piloto.

4.1.3.3 Filtro de Piloto.

En esta etapa sigue la separación del tono de piloto en el filtro. La trayectoria de la señal para la frecuencia piloto correspondiente se bloquea; en tanto que la señal conjunta de la banda base pasa; el tono piloto se lleva al detector del mismo para propósitos de señalización.

4.1.3.4 Supervisión de Piloto (Detector).

El piloto se amplifica selectivamente y se rectifica para obtener un voltaje de D.C. y así tener un voltaje de comparación para detectar caídas de nivel y generar la señalización.

4.1.3.5 Filtro de Video y Sonido.

Realiza la separación del video y audios mediante el filtrado.

4.1.3.6 Amplificador Híbrido de Audio.

Este amplificador tiene su ganancia en las cuatro salidas de igual nivel, al ser aplicada a la entrada la señal conjunta formada por los cuatro canales de sonido al amplificador, este nos entrega una salida de igual nivel y así alimenta a cada demodulador de audio 7.0, 7.36, 7.78, 8.3 MHz.

4.1.3.7 Demodulador de Audio.

En el demodulador se filtra la portadora en la cual está sintonizado éste demodulador de sonido y mediante un discriminador se demodula. La señal de audio obtenida pasa por un amplificador entregando el audio a + 6 dBm / 600 Ω.

4.1.3.8 Filtro Paso Bajas.

En este filtro el video es limitado dentro de su banda 0 - 4.2 MHz para eliminar toda clase de señales y armónicas no deseadas, que pueden ser residuos de las portadoras de audio.

4.1.3.9 Igualador de Cable.

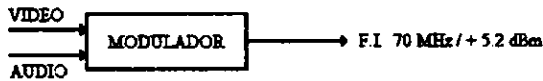
Este igualador es similar al igualador de cable en el transmisor y nos sirve para controlar la atenuación del cable a la salida del demodulador, para entregar el video 1 Vpp / 75 Ω.

4.1.4 Transmisor de Microondas (transmisor radio analógico).

La señal de F.I. llega del modulador (ver figura 4 - 3) entrando al mezclador donde se preamplifica y después será mezclada con una señal del oscilador local (GHz) cuya diferencia o suma nos da la frecuencia de transmisión en R.F., siendo amplificada por un amplificador de estado sólido (AES) y por último llevada mediante una guía de onda a la antena para su transmisión (Tx).

4.1.4.1 *Modulador Analógico*

Este módulo está descrito a bloques en el subcapítulo 4.1.2. En forma general teniendo una señal de video y una o más señales de audio a la entrada, nos entrega una señal de Frecuencia Intermedia (F.I. = 70 MHz / + 5.2 dBm) que se inserta al mezclador de transmisión.

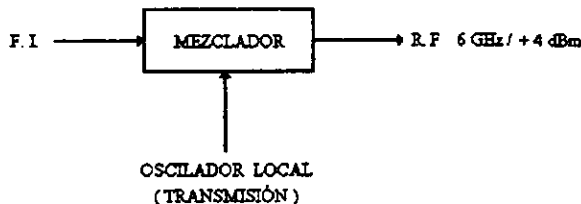


4.1.4.2 *Oscilador Local del Transmisor.*

Este oscilador libre de 400 MHz, esta controlado a través de un comparador de fase mediante un cristal de 100 MHz regulado con termostato, cuya frecuencia se multiplica por 4. De la frecuencia de 400 MHz que proviene del oscilador libre y por multiplicación se obtiene la radiofrecuencia de aproximadamente 6.0 GHz / + 13 dBm que se requiere a la entrada del mezclador de transmisión.

4.1.4.3 *Mezclador del Transmisor.*

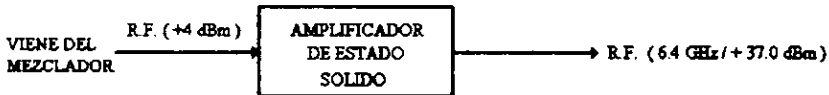
En esta etapa, con la ayuda de 2 diodos se convierte la F.I. al mezclarse con la frecuencia del oscilador local del transmisor en radiofrecuencia (R.F.) de aproximadamente 6 GHz / 2.5 mW \cong + 4 dBm, quedando la información ya contenida a la salida.



4.1.4.4 Amplificador de Estado Sólido.

En el amplificador de estado sólido se realiza la amplificación de potencia dentro del rango de frecuencia indicado por el fabricante 6.0 - 6.4 GHz este puede entregar una potencia máxima de $5\text{ W} \cong 37\text{ dBm}$.

Entregando así una señal de R.F. que es conducida mediante una guía de onda (rígida o flexible) a la antena parabólica, para su transmisión.

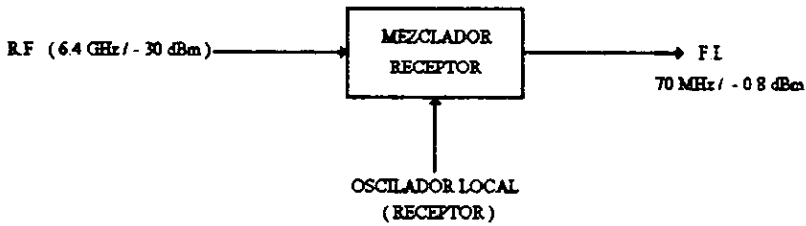


4.1.5 Receptor de Microondas (receptor Radio Analógico).

La señal de recepción de R.F. hasta la entrada del equipo es interconectada por una guía de onda y a la entrada al receptor tenemos un nivel de $- 21 \dots - 55\text{ dBm}$ y con ayuda de la frecuencia del oscilador local, en el mezclador se obtiene la señal de F.I. y por último se inserta al demodulador para tener audio y video por separado.

4.1.5.1 Mezclador de Recepción.

La señal de R.F. que entra en la antena llega al mezclador, del oscilador se obtiene la frecuencia de translación que se atenúa al pasar por los diodos de mezcla. La diferencia de frecuencia entra como frecuencia intermedia de 70 MHz al preamplificador, este se encuentra unido al mezclador y sirve para compensar atenuaciones de cables muy largos, por lo que se entrega F.I. de 70 MHz / $- 0.8\text{ dBm}$.



4.1.5.2 Oscilador local del Receptor.

El oscilador de recepción es similar al oscilador de transmisión, únicamente que la señal entregada es 7 dB más baja, es decir, entrega una señal de 6.0 GHz / 6 dBm que se inserta al mezclador.

En el subcapítulo 4.1.4.2 se describe su funcionamiento.

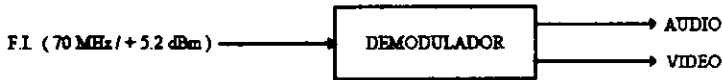
4.1.5.3 Amplificador de F.I.

El amplificador de F.I. cuenta con un amplificador principal de F.I. regulando su voltaje, con bloqueo de ruido y con un amplificador final que nos entrega dos señales independientes de F.I. 70 MHz / + 5.2 dBm.

La regulación se realiza con retroalimentación al mezclador y el bloqueo se realiza por alto nivel de ruido y bajo nivel de F.I. utilizando para ello un canal de protección.

4.1.5.4 Demodulador Analógico (F.I.).

El demodulador analógico está descrito a bloques en el subcapítulo 4.1.3. El proceso que realiza al tener como entrada una señal de F.I. 70 MHz / + 5.2 dBm la demodula y entrega una señal de audio y video para su aprovechamiento.



4.2 TRANSMISION DE SEÑALES DE T.V. POR MICROONDAS UTILIZANDO CODEC DE T. V. Y MODULADOR 16 QAM EN UN RADIOENLACE

Cabe señalar que aunque el radioenlace digital y el analógico maneja información diferente, el transmisor y receptor son casi iguales existiendo solo algunas diferencias como el ancho de banda de los filtros, etc.

A continuación realizaremos una descripción del equipo codec de T.V., modulador 16 QAM, y radioenlace digital. Con su funcionamiento de forma integral.

El equipo mencionado opera de forma conjunta para la transmisión de video en largas distancias como se muestra en la figura 4 - 6.

De la figura 4 - 6 podemos comprobar la integración de los diferentes equipos asignados, a una etapa específica del radioenlace digital, para la conducción de señales de T.V. Por consiguiente realizaremos una descripción más a detalle de cada bloque

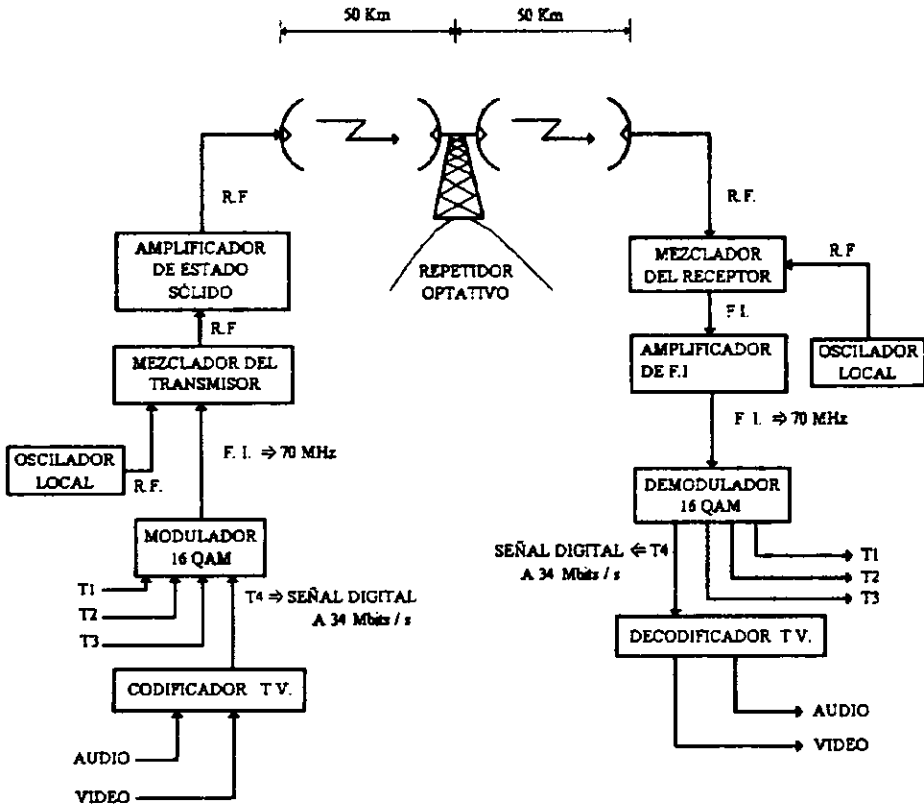
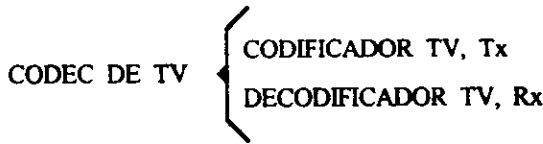


Fig. 4 - 6. Enlace Digital para transmisión de T.V..

4.2.1 Codificador de T.V.

Al codificador de T.V. al cual nos referimos en la descripción, procesa Audio y Video entregando una señal de 34 Mbits / s / HDB - 3.



El codificador de T.V. representa el 3^{er} nivel de acuerdo con la jerarquía adoptada por la CCITT (recomendación G. 751), que opera a la velocidad de 34.368 Mbits / seg. Dentro de una red de transmisión digital en la cual la velocidad del primer nivel jerárquico es de 2.048 Mbits / s. Como se muestra en la figura 4 - 7.

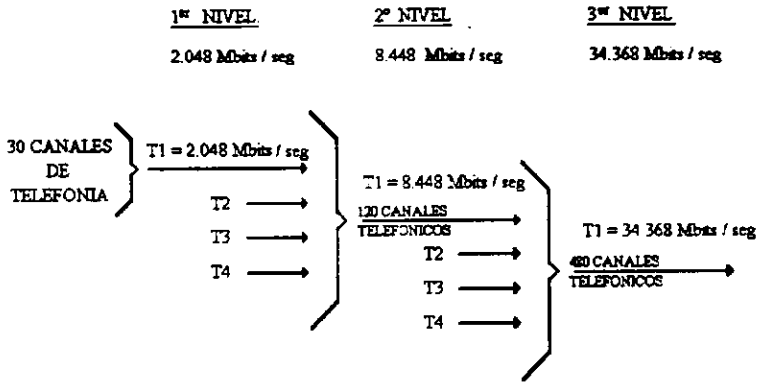


Fig. 4 - 7. Descripción de Niveles Jerárquicos.

El codificador de T.V. está provisto de interfaces a 34 Mbits que cumplen con lo indicado en la recomendación G. 703 del CCITT, de esta manera, es posible asegurar la compatibilidad con los sistemas de transmisión sobre cable coaxial, fibra óptica y radioenlaces que operan a la misma velocidad o con los sistemas de multiplexaje de jerarquía superior.

Para proteger la transmisión de la señal de televisión se utiliza un código para la corrección de errores, Por este motivo, el codificador de T.V. puede ser utilizado en enlaces digitales que tiene una alta tasa de error.

El codificador de T.V. esta conformado por las siguientes etapas y puntos de acceso como se muestra en la figura 4 - 8.

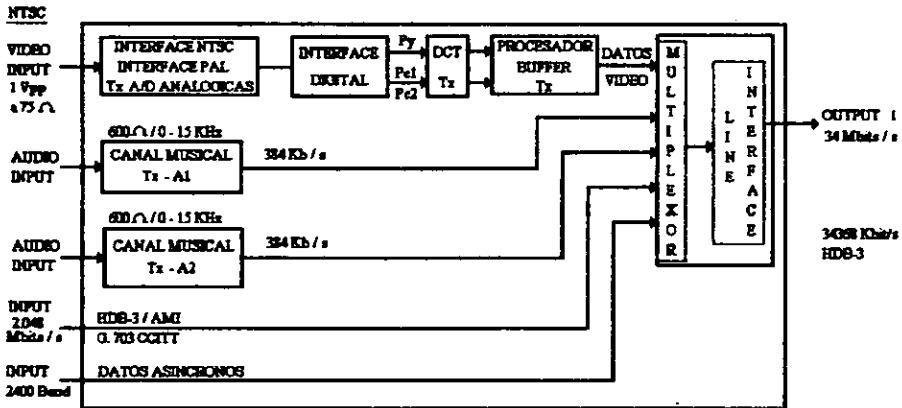


Fig. 4 - 8. Diagrama a bloques del Codificador de T.V.

4.2.1.1 Interface NTSC, PAL Analógicas.

Esta interface recibe los sistemas NTSC y PAL, claro que para cada sistema se realiza una configuración sencilla de la misma.

En esta interface se realiza la conversión analógica digital de la señal de video compuesta que resulta aplicada a su entrada y cuida el enviar a la unidad de Interface Digital las muestras analógicas codificadas linealmente

La señal penetra luego en un bloque que recibe el nombre de " Supresor de Componente Continuo " y cuya función consiste en bloquear la corriente continua que podría estar presente sobrepuesta a la información de video. Este función puede ser excluida mediante un arreglo con puentes.

En seguida la señal se hace pasar a través de una serie de atenuadores que varia de acuerdo con la distancia de conexión del codificador T.V. con la fuente.

Esta conversión de A/D requiere de la interacción de las dos interfaces, la Analógica y la Digital mediante retroalimentaciones.

4.2.1.2 Interface Digital.

La unidad de Interface Digital desempeña las siguientes funciones:

1. Generación de reloj de muestreo con velocidad variable (13 MHz).
2. Demodulación digital de la señal de video en tres señales, Y, Cr y Cb que presentan características espectrales similares a las señales componentes originarias.
3. Generación de apropiadas señales de temporización y sincronismo.
4. Control de las funciones internas y generación de indicaciones de alarma.

Durante la fase de lectura, las muestras digitalizadas de la señal de video se transfieren a un demodulador numerico que tiene por función descomponer la señal en los seudocomponentes de luminancia Y y de crominancia Cr y Cb.

El procedimiento que ha sido adoptado para el tratamiento de las muestras pone a disposición un número de muestras de seudoluminancia doble del número de muestras de uno de los dos componentes de seudocrominancia durante el período de tiempo en que dura una línea de televisión.

De esta manera, se obtienen los seudocomponentes, señales Y, Cr y Cb, que se transfieren a la unidad DCT Tx.

4.2.1.3 UNIDAD DCT (Transformada Discreta Coseno) Tx.

La unidad DCT Tx recibe las muestras de seudoluminancia y de seudocrominancia que le envia la unidad de Interface Digital Tx, las transforma en componentes de Fourier discretos y las envia a la unidad Procesadora y Buffer Tx .

Las muestras de luminancia Y y de crominancia Cr, una vez codificadas con un numero máximo de 10 bits, se hacen pasar a través de dos buffer digitales de entrada y son

luego escritas en secuencia en las respectivas memorias. Estas memorias han sido previstas con una capacidad que es igual al número de muestras correspondientes a 8 líneas de la imagen de video.

Las muestras se reciben en forma secuencial tanto para la luminancia para la crominancia, especialmente para la crominancia se reciben en forma alternada las diferencias de color Cr y Cb.

4.2.1.4 Procesador y Buffer Tx.

La unidad Procesadora y Buffer Tx reciben los coeficientes DCT de los componentes de luminancia y crominancia que le envía la unidad DCT Tx. Les disminuye las redundancias y los envía a la unidad Multiplexor e Interface de Línea con la temporización que impone el mismo multiplexor.

Los valores de los coeficientes que se encuentran codificados y sincronizados con las señales de sincronismo de bloque, se procesan.

Los valores de esta manera generados, se envían secuencialmente a una memoria de codificación con códigos de longitud variables.

Esta última tiene por función sustituir los códigos que se repiten más frecuentemente con códigos de un número inferior de bits que luego son enviados al procesador junto con el valor de la longitud de los nuevos códigos.

La memoria de codificación con códigos de longitud variable reciben del procesador el mensaje para codificar y el tipo (coeficiente o datos auxiliares).

El compactador de palabras recibe los bits del código de longitud variable concentrados en grupos y los compacta en palabras de longitud constante que se envían hacia la memoria o buffer.

El procesador y el compactador de palabras que cumplen con las operaciones anteriores indicadas, actúan sobre los bloques Y, Cr, Y, Cb ... de modo secuencial. Esto genera una salida en serie de datos.

4.2.1.5 Canal Musical Tx.

La unidad opcional Canal Musical Tx tiene como función codificar digitalmente las señales analógicas a frecuencia de audio (40 Hz - 15000 Hz) aplicadas a su entrada de acuerdo con lo especificado en las recomendaciones J 21 del CCITT y, a su salida pone a disposición una información digital equivalente organizada en la forma que está especificada en las recomendaciones J 41 del CCITT en donde se trata la transmisión en alta calidad de programas de audio sobre canales de 384 Kbits / s.

La señal de audio recibida a la entrada de la unidad Canal Musical Tx es terminada sobre una impedancia de 600 ohms nominales. Un arreglo con puentes a soldar permite disponer de las entradas en condición equilibrado o en desequilibrado.

4.2.1.6 Multiplexor, Interface de Línea.

La unidad Multiplexor e Interface de Línea tiene como función multiplexar en el tiempo las señales de audio y de video para luego trasmitirlas por un único portador de transmisión a 34 Mbits / s con las características eléctricas conformes a las recomendaciones G 703 del CCITT.

El dispositivo de multiplexaje se encuentra capacitado para operar en una configuración máxima formada por los siguientes canales:

- * Un canal de video
- * Dos canales musicales
- * Un canal a 2 Mbits / s
- * Un canal de datos a baja frecuencia (2400 bauds).

Video. La señal digital de video procedente del Procesador y Buffer Tx, se envía al Gate Array FEC (Forward Error Correction) en donde se calculan los bits de redundancia necesarios para incorporar en la trama.

Los bits de redundancia se calculan y se incorporan para proteger los bits de información contra posibles errores de transmisión, cada uno de los 8 bits recibidos se demultiplexan en pares de bits de modo que sea respetado el cálculo de la redundancia.

Para el cálculo de la redundancia, la longitud de la trama depende de la frecuencia de cifra disponible para la señal de video.

La velocidad de cifra para la señal de video puede ser mayor cuando no se proveen canales musicales. Esto se decide por medio de arreglos de puentes.

Audio. La señal musical de 8 bits A0 - A7 es una señal multiplexada en el tiempo. El flujo digital musical se hace pasar a través de un circuito de retardo.

La habilitación de los canales se hace bajo el control del dispositivo de multiplexaje.

Canal de 2 Mbits s. Se recibe en código HDB3 con las características que cumplen las recomendaciones G 703 del CCITT. Este puede ser equilibrado o desequilibrado, con una amplitud de 2.37 o 3 Vpp.

Se ha previsto una red de ganancia variable que permite recuperar la atenuación introducida por el cable de conexión, hasta un máximo de 10 dB. Luego a partir de esta señal se extrae el reloj a 2048 KHz sobre el cual se opera un desfasaje de medio intervalo de tiempo y un recorte. Simultáneamente se reconstruyen los impulsos positivos y negativos de la señal HDB3 que deberán ser luego convertidos del formato RZ al formato NRZ.

En transmisión, cualquier alarma que se detecte sobre el flujo a 2 Mbits/s, produce la transmisión de una señal compuesta por todos " 1 " que irá a sustituir dicho flujo.

Canal de datos (2400 bauds). El canal cuando se ha previsto su utilización, esta presente en la entrada desde donde se envía a la unidad de multiplexación TV MUX.

Salida. La señal que resulta de estas operaciones es del tipo bipolar RZ codificada en HDB3 y estará disponible en los puntos de medición y en los seccionadores de salida a 34.368 Mbits / s.

4.2.2 Decodificador de T.V. Receptor.

El decodificador de T.V. realiza la operación inversa que el codificador de T.V., cumpliendo las recomendaciones del CCITT para interpretar correctamente la información transmitida por cable coaxial, fibra óptica y radioenlaces, que es generada por un codificador de T.V.

A continuación realizaremos una descripción del decodificador de T.V. y las etapas que lo integran, como se muestra en la figura 4 - 9.

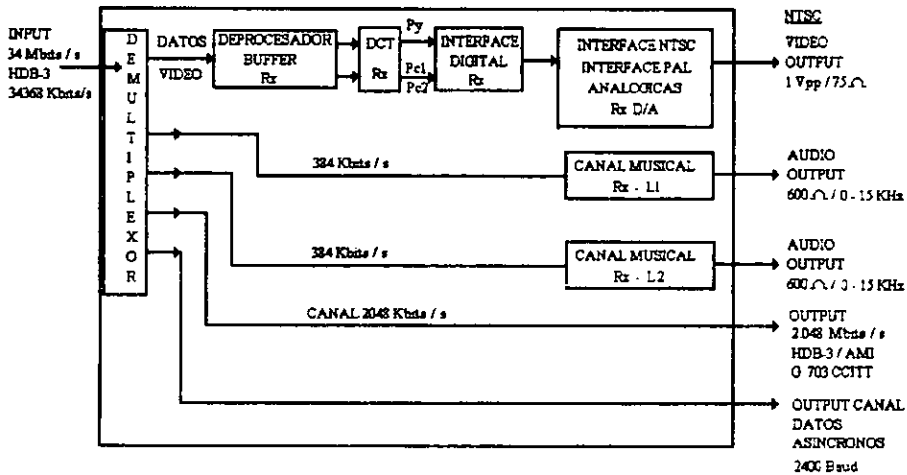


Fig. 4 - 9 Diagrama a bloques del Decodificador de T.V

4.2.2.1 Demultiplexor e Interface de Línea

La unidad DEMULTIPLEXOR E INTERFACE DE LÍNEA recibe la señal multiplexada procedente del exterior, la regenera y la demultiplexa.

La señal multiplexada de entrada HDB3 IN se aplica a la unidad a través de un seccionador de entrada y se la pone a disposición para ser medida o retransmitida.

Los circuitos de entrada primeramente la ecualizan y luego la amplifican tratando de compensar la atenuación introducida por el cable. La función de ecualización se cumple mediante un circuito de control automático de nivel (CAN) el cual modifica y controla la ganancia de la señal, proporcionando a los circuitos de adelante un nivel constante.

La señal NRZ se hace proseguir por dos vías diferentes : una va hacia la salida y la otra va hacia los dispositivos de demultiplexaje.

Por la otra vía los impulsos NRZ del código HDB - 3 son decodificados en forma binaria y luego demultiplexados. La demultiplexación comienza en el momento en que se realiza la búsqueda de la palabra de alineación y el consiguiente reset de los contadores que generan los tiempos de demultiplexación.

Los flujos demultiplexados están conectados a sus respectivas interfaces. La INTERFACE DE AUDIO extrae la parte de la trama que corresponde a la señal a 2 M bit / s pueden ser escritos en una memoria de sincronización. El reloj para la escritura en la memoria se obtiene apartir del mismo reloj que ha sido extraido de la señal recibida sacando los bits que pertenecen a los flujos diferentes del 2 M bits / s.

La INTERFACE DE VÍDEO extrae de la trama los octetos correspondientes a la señal vídeo.

La longitud máxima de la trama sobre la cual se realiza la corrección depende de la velocidad de transmisión disponible para la señal vídeo. De todos modos, ésta no puede exceder de 511 bits.

Se detectan en una trama de corrección de errores un máximo de dos errores que deben ser luego corregidos mientras se está recibiendo la trama siguiente.

Una vez corregido el flujo de vídeo se transmite a la unidad DEPROCESADOR Y BUFFER Rx a través de una vía común de 8 bits (DEMO / DEM7) junto con la señal de temporización.

Es posible predeterminar la velocidad máxima del canal vídeo (Bit Rate Disponible). Esta se vuelve más alta cuando no se utilizan los canales musicales.

La INTERFACE MUSICAL extrae de la trama dos octetos pertenecientes a la señal musical y los envía a los CANALES MUSICALES Rx.

Por último a la salida está también disponible un canal de datos en baja frecuencia 2400 Bauds.

4.2.2.2 Deprocesador y Buffer Rx.

La unidad DEPROCESADOR Y BUFFER Rx recibe de la unidad DEMULTIPLEXOR E INTERFACE DE LÍNEA los coeficientes, les restablece las redundancias y los envía a la unidad DCT Rx.

Los datos de 8 bits procedentes del demultiplexor contienen en forma compacta los coeficientes DCT y las informaciones secundarias de la señal vídeo digital.

Estos se colocan luego en paralelo de 3 en 3 mediante un contador por 3. Los 24 bits disponibles luego se escriben en la memoria buffer con la dirección dada por el contador de dirección de escritura.

En los últimos cuatro bloques de una secuencia de 8 filas se reciben las siguientes informaciones secundarias AUX :

1. El MODO con el cual han sido calculados los coeficientes DCT durante la transmisión.
2. La posición de las 8 filas dentro del semicuarto.
3. El estado de carga del buffer de transmisión.

El modo de cálculo de los coeficientes expresados con las señales digitales para la crominancia y otras para la luminancia se envía a la unidad DCT Rx en donde se realiza el cálculo de la DCT inversa.

4.2.2.3 UNIDAD DCT (Transformada Discreta Coseno) Rx.

A la entrada de la unidad DCT Rx se aplica procedente de la unidad DEPROCESADOR Y BUFFER Rx, los coeficientes DCT tanto para la luminancia como para la crominancia. La unidad los transforma en muestra que se representan sobre el eje de los tiempos y los envía a la unidad de INTERFACE DIGITAL Rx.

La escritura se realiza en cuatro zonas de memoria, manteniendo separados los coeficientes de luminancia Y de los coeficientes de crominancia Cr y Cb, por medio de un generador de direcciones de escritura.

Por otro lado, se realiza la lectura de los mismos coeficientes para el cálculo de la DCT inversa.

La lectura de los coeficientes DCT se realiza en bloques de 64 de acuerdo con una temporización obtenida a partir del reloj que llega desde la unidad INTERFACE DIGITAL Rx. Este reloj se divide entre 2 en correspondencia de la fila vídeo útil y entre 3 en correspondencia del sincronismo de fila.

Por medio de una adecuada selección, se opera de modo que tanto para el sistema PAL como para el sistema NTSC, se cuenten para cada una de las secuencias de 8 líneas, un múltiplo entero de bloques de 64 coeficientes.

En los bloques de 8×8 coeficientes de dos dimensiones (2D), tanto de la luminancia Y como de las diferencias de color U y V, se calculan las DCT inversas (IDCT) con un algoritmo de cálculo rápido que se realiza obteniendo $8 + 8$ IDCT en una dimensión (1D).

Esto se hace para restablecer las amplitudes de las señales que durante la transmisión habían sido comprimidas. Dicha compresión depende del estado de carga del buffer Tx.

Para concluir, es posible seleccionar el grado de redondeamiento de los resultados del cálculo anteriormente descritos (número de bits de redondeamiento).

Por último se leen de las memorias de 8 filas las muestras de luminancia y crominancia que luego se envían a la unidad INTERFACE DIGITAL Rx junto con la señal de sincronismo de fila y la señal de sincronismo de 8 filas.

4.2.2.4 Interface Digital Rx.

A la entrada de la unidad de INTERFACE DIGITAL Rx se aplica procedente de la unidad DCT Rx, los componentes de pseudocrominancia y pseudoluminancia, de la señal compuesta. Sobre éstas la unidad realiza un tratamiento digital y envía hacia la unidad INTERFACE PAL o NTSC Rx ANALÓGICA, los bits que representan las muestras originarias para la conversión digital - analógico.

A través de dos vías diferentes, llegan desde la unidad DCT RX los bits, relativos a los componentes de pseudoluminancia y pseudocrominancia, respectivamente, así como también la señal de temporización CK, el sincronismo referente a las ocho filas de televisión y el sincronismo de fila.

Los pseudocomponentes se someten a un proceso de tratamiento digital que realiza el modulador digital, el cual a través de una serie de operaciones binarias de suma y de resta (suma complementariamente a dos), permite que pueda ser reconstruido el cuarteto originario de las muestras.

Las muestras codificadas disponibles a la salida de la memoria de vídeo RAM, se envían a la unidad INTERFACE PAL o NTSC Rx ANALÓGICA junto con el reloj de conversión de digital en analógico CKA.

Por último, se ha previsto dentro de la unidad una predisposición con puentes, a través de la cual es posible seleccionar el formato de la señal de televisión.

4.2.2.5 *Interface NTSC, PAL Rx (Analógica).*

Se hace más adelante una misma descripción para ambas interfaces porque ellas son idénticas desde el punto de vista eléctrico.

Durante la descripción se hace uso de la denominación convencional INTERFACE PAL o NTSC Rx ANALÓGICAS para designar ambas interfaces.

La unidad de INTERFACE NTSC Rx ANALÓGICA se utiliza además de la señal de televisión NTSC, también con la señal de televisión PAL.

A la entrada de la unidad de INTERFACE PAL O NTSC Rx ANALÓGICA se aplican procedentes de la unidad de INTERFACE DIGITAL Rx, los bits correspondientes a la señal vídeo digitalizada y el reloj procedente de la unidad DCT Rx.

El reloj se utiliza para reconstruir la señal analógica original la cual, en la fase siguiente, se distribuye a los utilizadores externos. Los bits de codificación de las muestras de vídeo primeramente se hacen pasar por un BUFFER para luego ser recortados y transferidos hacia las entradas del convertidor de digital en analógico.

Este último lee en correspondencia del frente de ascenso del reloj anteriormente mencionado, la información digital disponible a la entrada y restituye a la salida la muestra analógica equivalente.

El filtro de tipo paso bajo que sigue, está encargado de reconstruir la forma de onda de la señal originaria.

La señal vídeo compuesta después de ser reconstruida, seguidamente se amplifica.

Luego la invierte un amplificador operacional cuya tensión de referencia es detectada por la salida del regulador de tensión a través de un divisor.

La señal disponible a la salida del amplificador operacional llega a la salida OUT VIDEO, y a un punto MONITOR.

La salida MONITOR situada en el decodificador de T.V., permite que pueda controlarse continuamente la señal de televisión devuelta por el canal de televisión en condiciones de funcionamiento regular.

Los circuitos de la salida REMOTA, están dotados, con respecto a la anterior, de una serie de celdas ecualizadoras que pueden ser excluidas mediante puentes soldables. A través de estos puentes es posible compensar en frecuencia la atenuación introducida en la señal de televisión por el cable de conexión con el ecualizador.

Por último ambas salidas, denominadas MONITOR y OUT VIDEO están unidas a un solo amplificador de salida.

4.2.2.6 Canal Musical Rx.

La unidad opcional CANAL MUSICAL Rx tiene por función realizar la decodificación digital del flujo digital a 384 kbits / s. Que esta organizado de la manera especificada en las recomendaciones J.41 del CCITT y, pone a disposición en su salida una señal analógica equivalente a frecuencia de audio de acuerdo con las recomendaciones J.21 del CCITT.

El flujo a 384 kbits / s codificado en NRZ que viene aplicado a la entrada de la unidad CANAL MUSICAL Rx, llega desde la unidad DEMULTIPLADOR E INTERFACE DE LÍNEA en la forma de octetos dispuestos en paralelo.

Luego se encuentra un dispositivo de de-énfasis que puede ser excluido mediante un selector con puentes a soldar.

La señal luego se aplica a un amplificador cuya ganancia plana puede ser reducida 3 dB mediante un selector, determinando así el nivel máximo de sobrecarga. Esta selección tiene que ser coherente con la realizada en el conjunto transmisor.

Seguidamente la señal se hace pasar a través de un filtro paso bajos y después de ser nuevamente amplificada, se envía a un atenuador variable en pasos de 0.5 dB hasta una atenuación máxima de 15.5 dB.

El valor de atenuación que debe ser introducido depende del nivel de la señal que ha de restituirse al utilizador.

Después del atenuador se encuentra un amplificador.

La salida de la etapa amplificadora, y en consecuencia del canal, es del tipo equilibrado con una impedancia de 20 ó 600 ohms seleccionable mediante puentes a soldar.

A la salida está siempre presente un punto de medición desacoplado en alta impedancia.

Se a previsto una protección formada por un diodo zener para proteger el dispositivo de salida.

Por último la señal analógica a frecuencia audio esta disponible el punto de salida.

4.2.3. Modulador 16 QAM.

El modulador es parte del equipo que tenemos como referencia para hablar de ese medio de trasmisión. Este modulador 16 QAM modula cuatro trenes binarias de 34.368 Mbits / s (HDB - 3) con nivel de 1.0 volts, entregando una señal de Frecuencia Intermedia (F.I. = 70 MHz) a + 4 dBm.

En la figura 4 - 10 podemos ver de forma clara el diagrama a bloques del equipo modulador.

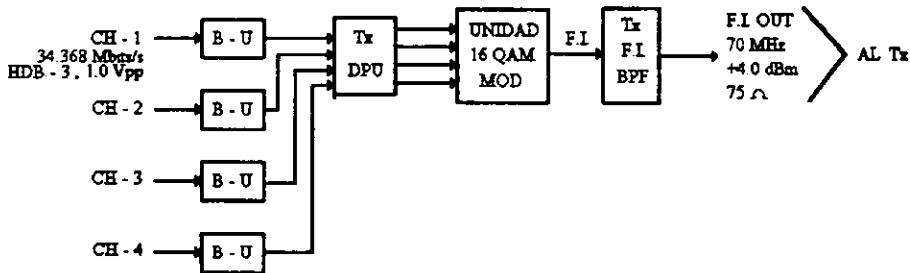


Fig. 4 - 10 Diagrama a bloques del Modulador 16 QAM.

A continuación se citará una descripción de cada bloque.

4.2.3.1 Convertidor B - U.

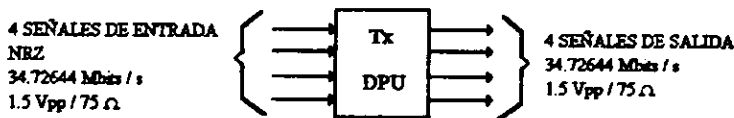
El convertidor Bipolar a Unipolar, cambia la forma de las señales de entrada, donde es recibida en código HDB - 3 y son convertidas a señales NRZ (No Retorno a Cero) unipolares. También se cambia la velocidad de la señal entrante para poder insertar los bits de encabezado de la siguiente etapa.



4.2.3.2 *Unidad Procesadora de Datos en Transmisión (Tx - DPU).*

La Tx DPU inserta los bits de sincronización, los bits de información de paridad en los trenes de la señal procedente de los módulos convertidor B / U.

Después de la inserción de los bits de encabezado los trenes de señal resultante son promediados y enviados al módulo 16 QAM MOD.



4.2.3.3 *Unidad Moduladora 16 QAM MOD.*

En la unidad moduladora 16 QAM (modulación de amplitud en cuadratura 16). El circuito de codificación diferencial actúa sobre los dos trenes de datos S_0 y S_1 de los cuatro trenes que provienen del módulo TX DPU. Los dos trenes S_2 y S_3 no son codificados diferencialmente ya que los datos de cada cuadrante vienen asignados con el mismo giro de fase. Los cuatro trenes de datos y un tren de reloj que salen del circuito de codificación diferencial entran al amplificador de pulsos en donde la combinación de estados lógicos S_{11} y S_{21} se representan como voltajes de los canales P y Q.

En el filtro paso bajas LPF - 1 conforma el espectro de voltaje en el canal P y el filtro LPF - 2 en el canal Q, de esta manera se filtra y limita el espectro de salida. El modulador en cuadratura separa la portadora de F.I. de 70 MHz en dos y modula dichos componentes en amplitud y fase de acuerdo a las señales provenientes de los filtros relacionados como se observa en la figura 4 - 11. También cambia las dos señales de F.I.

para lograr los 16 niveles. La señal de F.I. obtenida entra al amplificador de F.I. el cual proporciona el nivel de + 4 dBm.

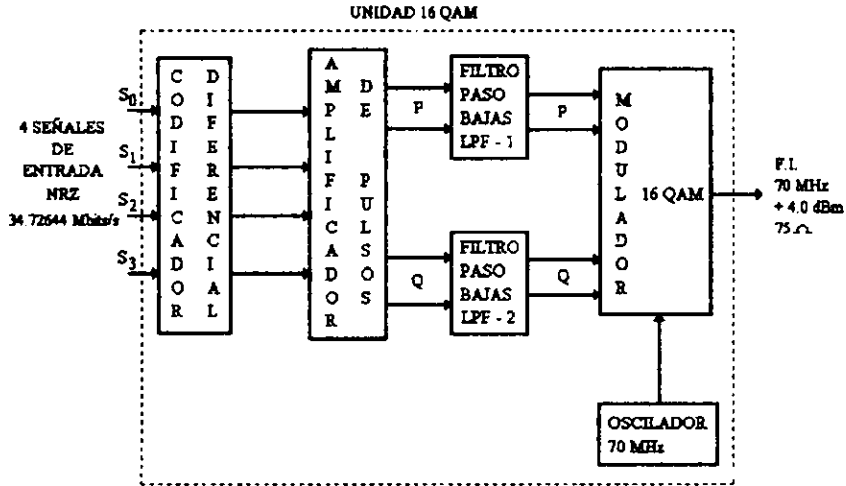


Fig. 4 - 11 Diagrama a bloques de la Unidad Moduladora 16 QAM.

4.2.3.4 Filtro Paso Banda de F.I. en Tx.

El filtro paso banda de Frecuencia Intermedia (F.I.) en transmisión (Tx), realiza el filtrado de armónicas o intermodulaciones fuera de la banda de información.

La salida de este filtro queda libre de señales no deseadas para entregarla al equipo Transmisor (Tx)



4.2.4 Demodulador 16 QAM.

El demodulador realiza el proceso inverso en la recepción. Este demodulador 16 QAM demodula la señal de Frecuencia Intermedia (F.I. = 70 MHz) a - 3 dBm entregando cuatro trenes de 34.72644 Mbits / s NRZ (1 Vpp / 75 Ω).

A continuación mostramos un diagrama a bloques en la fig 4 - 12. Y después se realizará la descripción de cada uno de ellos.

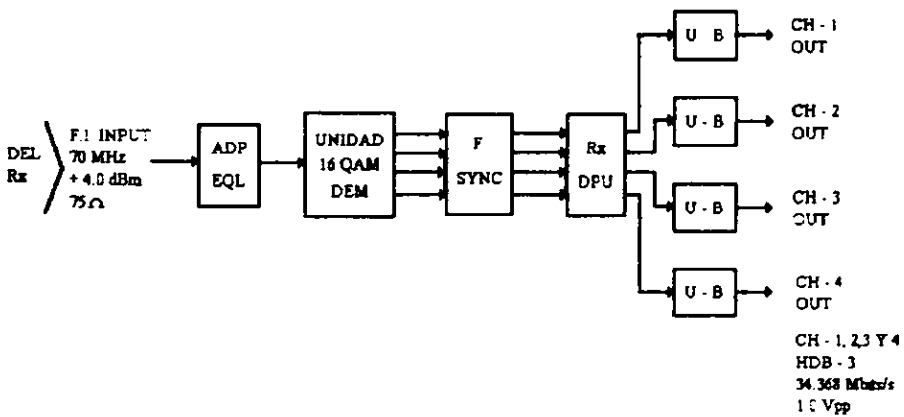
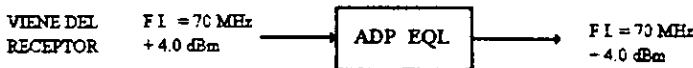


Fig. 4 - 12 Diagrama a bloques del Demodulador 16 QAM.

4.2.4.1 Igualador Adaptativo (ADP EQL).

La unidad del Igualador Adaptativo (ADP AQL) compensa automáticamente las distorsiones de amplitud lineales y cuadráticas provocadas por los desvanecimientos selectivos presentes en las trayectorias de propagación de señales de microondas.

Esta unidad recibe la frecuencia intermedia (F.I.) del receptor (Rx).



4.2.4.2 Unidad Demodulador 16 QAM DEM.

El módulo 16 QAM DEM (Demodulador de Amplitud Cuadratura 16) demodula una señal de F.I. en cuatro trenes de datos por detección coherente. La unidad detecta coherentemente una señal de F.I. de entrada con las portadoras recuperadas, la señal de F.I. es amplificada y dividida en dos por la Híbrida, cada señal dividida entra al detector de fase donde cada detector de fase coherente da voltajes positivos y negativos correspondientes a las asignaciones de fase de la portadora entrante.

Para minimizar el ruido térmico y el efecto de interferencia la señal demodulada es limitada en banda en el filtro de paso bajas.

El sincronizador de reloj genera los pulsos de reloj y suministra estos a los circuitos DEC. Con el reloj de entrada , los circuitos DEC generan cuatro trenes de datos (S_{11} , S_{12} , S_{21} y S_{22}).

Dos de los cuatro trenes (S_{11} y S_{12}) son decodificados diferencialmente y los otros dos son ajustados en fase antes de ser enviados al módulo RX DPU como se muestra en la figura 4 - 13.

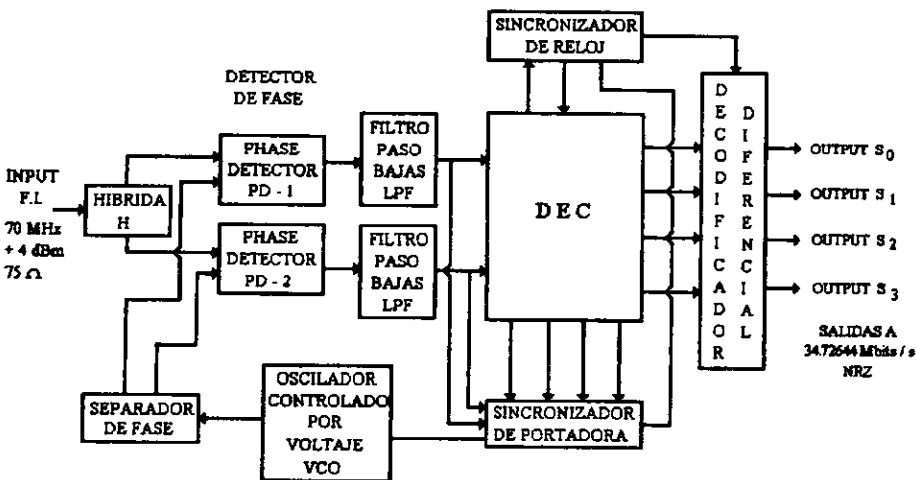
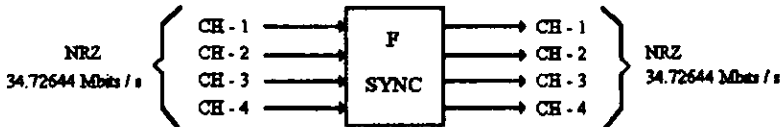


Fig. 4 - 13. Diagrama a bloques de la Unidad 16 QAM DEM.

4.2.4.3 F SYNC.

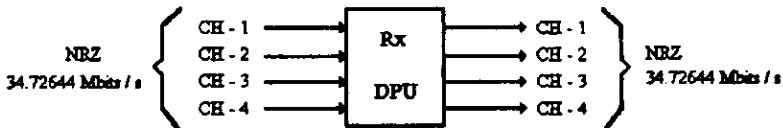
En este módulo se extraen los pulsos de los cuatro trenes entrantes de señal para sincronizar la sección de proceso digital del lado recepción. También se revisa la calidad de la señal entrante mediante la comprobación de paridad.



4.2.4.4 Rx DPU.

En la Unidad Procesadora de Datos del Demodulador lleva a cabo la función de despromediación (descrambling), detectando los bits de sincronización de paridad para detección de errores.

A la salida el tren de datos pasa al convertidor de Unipolar a Bipolar (convertidor U - B).



4.2.4.5 Convertidor U - B.

El convertidor de Unipolar a Bipolar (U - B) elimina los bits de encabezado de un tren unipolar de señal y deja pasar los bits de información. El tren de señal sin bits de encabezado es convertido a señal de línea HDB - 3.



4.2.5 Transmisor de Microondas (Transmisor Radio Digital).

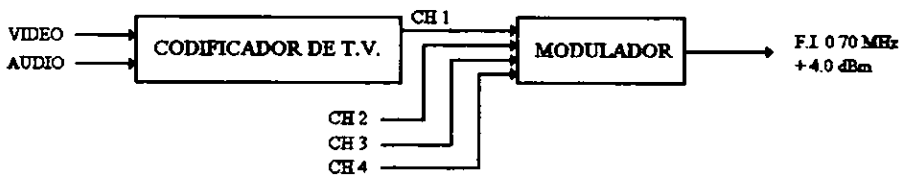
El equipo de Transmisor - Receptor al que nos referimos a continuación es un equipo de Radio Frecuencia.

La señal de F.I. llega del modulador 16 QAM MOD (ver figura 4 - 6) entrando al mezclador donde se preamplifica y después será mezclada con una señal del oscilador local cuya diferencia o suma nos dá la frecuencia de transmisión de RF siendo amplificada por un amplificador de estado sólido (AES) y por último llevada mediante una guía de onda a la antena para su transmisión (Tx).

Como se puede ver la función del radioenlace Analógico y Digital es la misma, solo que se tienen unas diferencias en niveles, anchos de banda y dimensiones. Esto se debe al fabricante y modelo del equipo.

4.2.5.1 Modulador Digital 16 QAM.

Este módulo esta descrito a bloques en el subcapítulo 4.2.3 . En forma general teniendo una señal de 34 Mbits / s proveniente del codificador de T.V. descrito en el subcapítulo 4.2.1 y otras 3 tributarias más de 34 Mbits / s. Nos entrega una señal de frecuencia intermedia (F.I. = 70 MHz / + 4.0 dBm) que se inserta al mezclador de transmisión.



CH 1, 2, 3 Y 4
 HDB - 3
 34 Mbits / s

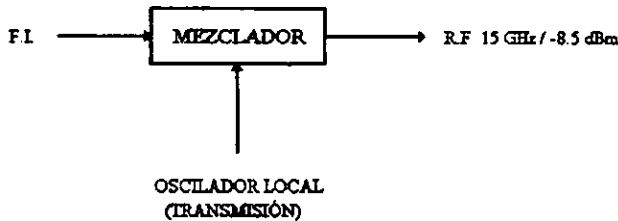
4.2.5.2 Oscilador Local de Transmisión.

Consta de un oscilador RF con un diodo varactor, un doblador de frecuencia y un circuito APC (Control Automático de Fase).

El oscilador RF dieléctrico genera directamente una señal RF de una frecuencia de 7.5 GHz aproximadamente que viene siendo la mitad de la frecuencia de salida del oscilador local deseado. La frecuencia se dobla a la frecuencia de salida del oscilador local (OL) deseada, usando un doblador de frecuencia que consiste en un diodo varactor y un filtro paso banda. El oscilador es amarrado en fase por medio del circuito APC, manteniendo al oscilador local con una estabilidad de frecuencia.

4.2.5.3 Mezclador del Transmisor.

En esta etapa, con la ayuda de dos diodos se convierte la F.I. al mezclarse con la frecuencia del oscilador local del transmisor en radiofrecuencia RF de aproximadamente 15 GHz / - 8.5 dBm, quedando la información ya contenida a la salida.



4.2.5.4 Amplificador de Estado Sólido.

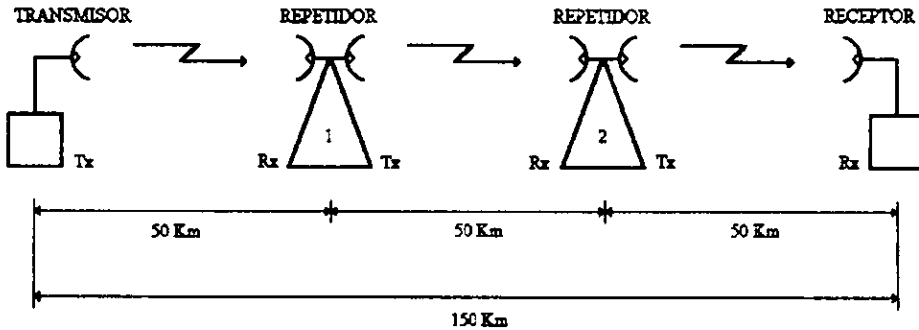
En el amplificador de estado sólido se realiza la amplificación de potencia dentro del rango de frecuencia indicado por el fabricante 14.8 - 15.2 GHz, este puede entregar una potencia máxima de + 23 dBm.

Entregando así una señal de RF que es conducida mediante una guía de onda (rígida o flexible) a la antena parabólica, para su transmisión.



4.2.5.5 Repetidor Optativo.

El repetidor es optativo ya que para enlaces mayores de 50 Km se requiere un repetidor adicional por cada 50 Km aumentados.



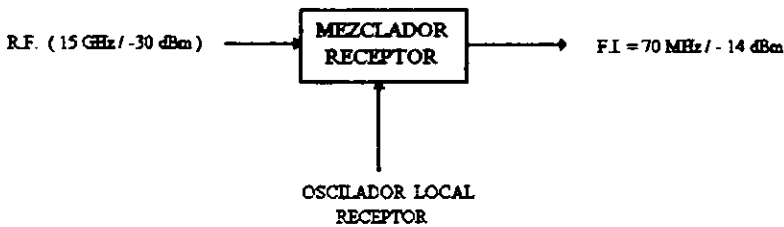
4.2.6 Receptor de Microondas (Receptor Radio Digital).

La señal de recepción de RF hasta la entrada del equipo es interconectada por una guía de onda y a la entrada al receptor tenemos un nivel de - 30 ... - 55 dBm y con ayuda de la frecuencia del oscilador local, en el mezclador se obtiene la señal de F.I. y por último se inserta al demodulador y al decodificador de T.V. para tener audio y video por separado.

4.2.6.1 Mezclador de Recepción.

La señal de RF que entra en la antena llega al mezclador, del oscilador se obtiene la frecuencia de translación que se atenúa al pasar por los diodos de mezcla. La diferencia de frecuencia entra como frecuencia intermedia de 70 MHz al preamplificador, este se

encuentra unido al mezclador y sirve para compensar atenuaciones de cables muy largos, por los que se entrega F.I. de 70 MHz / -14 dBm.



4.2.6.2 Oscilador Local del Receptor.

El oscilador de recepción es similar al oscilador de transmisión, entrega una señal de 15 GHz / 18 dBm que se inserta al mezclador.

En el subcapítulo 4.2.5.2 se describe su funcionamiento.

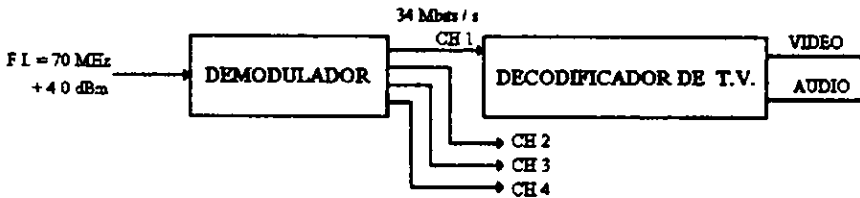
4.2.6.3 Amplificador de F.I.

El amplificador de F.I. cuenta con un amplificador principal de F.I. regulando su voltaje, con bloqueo de ruido y con un amplificador final que nos entrega dos señales independientes de F.I. de 70 MHz / + 4.0 dBm.

La regulación se realiza con retroalimentación al mezclador y bloqueo de ruido es por nivel y protección.

4.2.6.4 Demodulador Digital 16 QAM.

El demodulador digital esta descrito a bloques en el subcapítulo 4.2.4. . El proceso que realiza al tener como entrada una señal de F.I. de 70 MHz / + 4.0 dBm la demodula y entrega cuatro señales de 34 Mbits / s, siendo una de ellas llevada al decodificador de T.V. para obtener una señal de video y audio.



4.3 TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE T.V. POR FIBRA ÓPTICA UTILIZANDO CODEC DE T.V.

Debido al desarrollo del láser semiconductor y de la fibra óptica, así como de la tecnología digital avanzada, se abrió el paso a una revolución en las transmisiones: las señales eléctricas podían ser convertidas en señales ópticas y conducirse, a través de fibras ópticas con el espesor de un cabello a lo largo de grandes distancias, con lo que se irrumpía en una nueva era de las telecomunicaciones, en cuyo transcurso se irá pasando gradualmente de la era del cable de cobre a la del cable de fibra óptica.

Estos adelantos en la tecnología han permitido grandes avances de las telecomunicaciones.

La telefonía trajo un gran auge en las comunicaciones, en un principio con tecnologías analógicas y posteriormente con las comunicaciones digitales, haciendo uso de los sistemas multiplexores digitales de ALTO ORDEN. Estos sistemas nos han llevado a conformar lo que se conoce como Jerarquía Digital Plesiocrona (PDH). Esto ha permitido el optimizar los costos e incrementar la calidad de las telecomunicaciones porque se utilizan sistemas que requieren menos mantenimiento, son más confiables y tienen más capacidad para transportar canales. Pero además de estas ventajas, tiene la característica de contar con más facilidades de administración de red, lo cual tiende a formar una red de redes.

El SDH será la infraestructura que permita el transporte de grandes volúmenes de datos a altas velocidades, constituyendo lo que algunas revistas han dado por llamar la super carretera de la información.

En este subcapítulo veremos la aplicación de la Fibra Óptica en la transmisión de señales de T. V. de acuerdo con la figura 4 - 14.

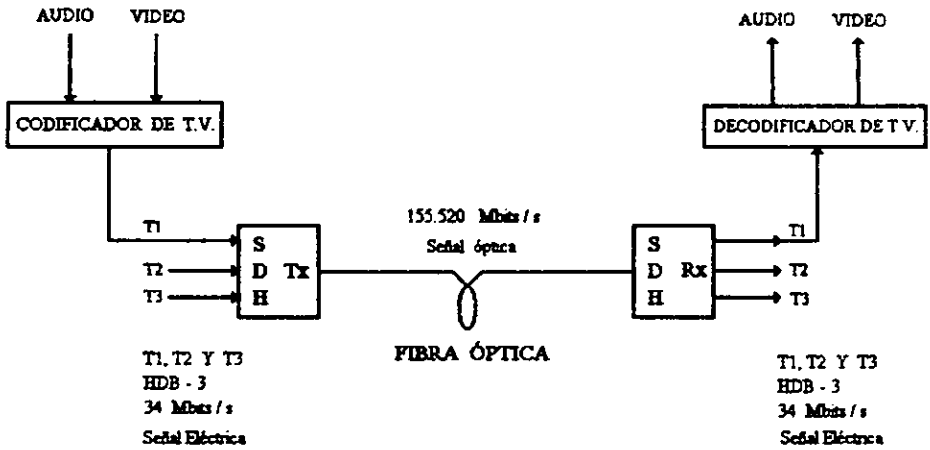
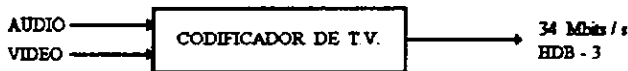


Fig. 4 - 14 Enlace de Fibra Óptica para la transmisión de señales de T.V.

4.3.1 Conjunto Codificador y Decodificador de T.V.

El conjunto codificador (codec) y decodificador (decodec) fueron descritos de forma detallada en los subcapítulos 4.2.1 y 4.2.2 respectivamente.

El codificador de T.V. teniendo como entrada Audio y Video (analógico) entrega una señal digital a 34 Mbits / s.



En el decodificador de T.V. se realiza el proceso inverso ya que recibe una señal digital de 34 Mbits / s y a la salida nos entrega Audio y Video analógicos, para su aprovechamiento.



4.3.2 Transmisión de Jerarquía Digital Síncrona (SDH).

El Transmisor que se describe a bloques es un STM - 1 (Synchronous Transport Module de nivel 1) con velocidad de transmisión de 155.520 Mbits / s y para mayor crecimiento se tienen STM - 4 a 622.08 Mbits / s y STM - 16 a 2.488320 Gbits / s.

Todos estos equipos digitales estan limitados por las características de Fibra Óptica ya que la fibra óptica (F. O.), viene en rollos de 4 a 8 Km, por esta razón los enlaces por longitud, requieren de empalmes que atenúan la señal y de acuerdo a la atenuación del fabricante 1, 0.5, 0.2 dB / Km en la F.O., también se necesitan regeneradores cada 50 o 60 Km. Y en esos regeneradores se pueden insertar o accesar información ADM (Multiplex Inserción / Extracción).

En la figura 4 - 15 podemos ver la estructura a bloques del transmisor.

El transmisor SDH realiza el multiplexaje de las tres señales entrantes T1 , T2 y T3 (HDB - 3 / 34.368 Mbits / s) agregando información de administración y encabezados para detectar errores y fallas, para después entregar una señal digital a 155.520 Mbits / s en código CMI al transmisor óptico, el cual convierte la señal eléctrica en señal óptica y la transmite por la F.O. mediante las emisiones de luz de un diodo láser.

Los módulos principales del transmisor son el ETX y OTX los cuales mostramos en la figura 4 - 15.

4.3.2.1 El módulo ETX.

En el módulo ETX realizaremos una descripción del proceso que llevan las señales de 34.368 Mbits / s entrantes; al pasar por:

4.3.2.1.1 Unidad C - 3

Se llama contenedor de Nivel Jerárquico 3 (34.368 Mbits / s) donde se realiza el mapeo de la información, es decir, se le da una estructura determinada a la información.

4.3.2.1.2 Unidad VC - 3

La unidad VC - 3 es un Contenedor Virtual de nivel jerárquico 3, en el que se agregan las facilidades para la supervisión y el mantenimiento (Encabezado) de las trayectorias de punta a punta del contenedor.

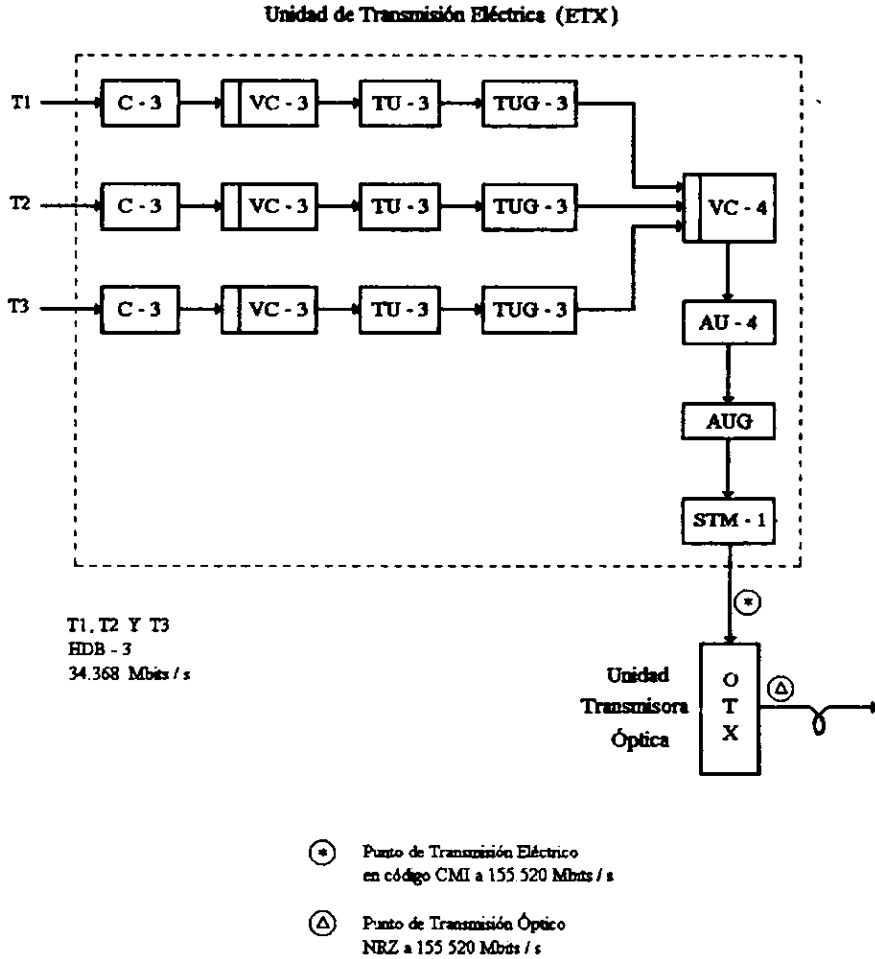


Fig. 4 - 15 Diagrama a bloques del Transmisor SDH.

4.3.2.1.3 Unidad TU - 3

La unidad TU - 3 es una Unidad Tributaria de nivel jerárquico 3, donde se agrega información de un apuntador que permite al sistema SDH el compensar las diferencias de fase dentro de la red SDH.

4.3.2.1.4 Unidad TUG - 3

La unidad TUG - 3 es la Unidad Tributaria de Grupo de nivel jerárquico 3, que entrega la información al contenedor virtual para ser multiplexada.

4.3.2.1.5 Unidad VC - 4

La unidad VC - 4 es un Contenedor Virtual de nivel jerárquico 4 (139.264 Mbits / s) donde se multiplexan juntas las señales de entrada y se agregan las facilidades para la supervisión y el mantenimiento (encabezado) de las trayectorias punta a punta de los grupos de unidades tributarias.

4.3.2.1.6 Unidad AU - 4

La unidad AU - 4 es la Unidad donde se agrega el Apuntador de nivel jerárquico 4. El apuntador es una estructura de información entre la trayectoria de alto orden y la sección de multiplexaje.

4.3.2.1.7 Unidad AUG

Esto es el Grupo de Unidades Administrativas que realizarán la administración en el sistema SDH para Regeneradores (RSOH) el Multiplexaje (MSOH).

RSOH - Encabezado de Sección Regenerador.

MSOH - Encabezado de Sección Multiplexor.

4.3.2.1.8 Unidad STM - 1

El STM - 1 es el Módulo Síncrono de Transporte, donde se agregan las facilidades para el mantenimiento (sección de encabezado SOH) de las secciones multiplexor y de

regenerador, además de entregar al módulo OTX la señal CMI a 155.520 Mbits / s (eléctrica).

4.3.2.2 *El Módulo OTX.*

Este módulo realiza principalmente la conversión de señal eléctrica CMI / 155.520 Mbits / s a señal óptica, además de las siguientes funciones:

- Las señales binarias que son transmitidas en la línea óptica se indican en la siguiente tabla:

Cero lógico " 0 " → No hay emisión de luz
Uno lógico " 1 " → Hay emisión de luz

- Recibe una señal eléctrica en CMI a 155.520 Mbits / s y transmite una señal óptica NRZ 155.520 Mbits / s.
- Transmite con diodo láser.
- Supervisión de fallas.
- Monitoreo del Diodo láser, Temperatura y Degradación (por la corriente que consume).
- Función ALSD (Apagado Automático del Láser).

En caso de corte de la fibra en el enlace, la OTX recibe una orden de la ORX distante y realiza la interrupción del láser (láser shut down).

- Genera la señal óptica con una potencia de 0 dBm a + 3 dBm dependiendo de las necesidades.



4.3.3 Receptor de Jerarquía Digital Síncrona (SDH).

El receptor SDH recibe la señal óptica NRZ a 155.520 Mbits / s con un nivel de - 20 a - 29 dBm dependiendo de la atenuación en la Fibra Óptica y la transforma en señal eléctrica para después demultiplexarla extrayendo información de administración, encabezados y control para detección de errores y fallas. Por último entrega 3 señales tributarias T1, T2 y T3 (HDB - 3 / 34.368 Mbits / s).

Los módulos principales del receptor son el ORX y ERX, como se muestra en la figura 4 - 16.

4.3.3.1 Módulo ORX.

Este módulo se encarga de recibir la señal óptica NRZ a 155.520 Mbits / s por medio de la F. O. a un nivel de - 20 a - 29 dBm dependiendo de la atenuación en la misma, y de las características de la ORX. Transformandola en señal eléctrica (CMI / 155.520 Mbits / s) y entregandola a la ERX.

Además de realizar las siguientes funciones:

- Supervisa fallas.
- Realiza la recepción mediante foto diodo.
- Genera la señal ALSD (Apagado Automático del Láser y la manda al OTX).
- Las señales binarias que son recibidas en la Fibra Óptica se indican a continuación:

Cero lógico " 0 " → No hay Recepción
Uno lógico " 1 " → Hay Recepción



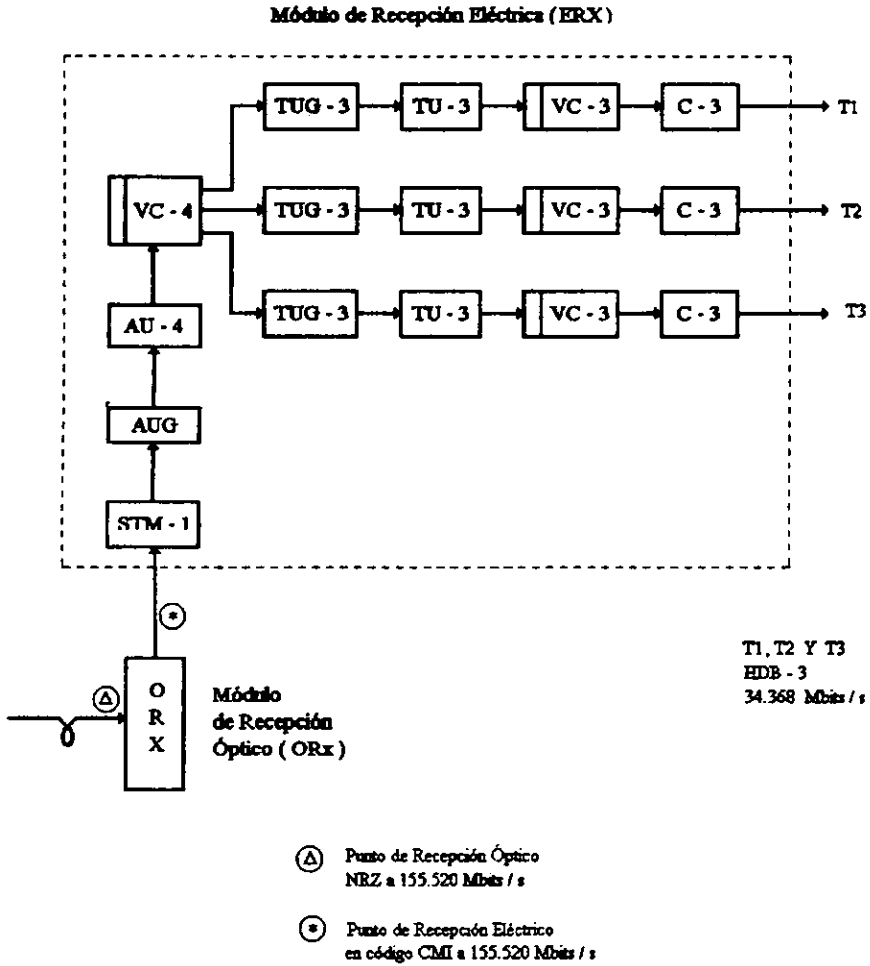


Fig. 4 - 16 Diagrama a bloques del Receptor SDH.

4.3.3.2 Módulo ERX.

El módulo ERX esta integrado por varios bloques que realizan el proceso inverso de la ETX (ensamblado), siendo ahora desensambladores de los diferentes etapas, en seguida veremos una descripción de los mismos.

4.3.3.2.1 Unidad STM - 1

En esta unidad llamada Módulo Sincrono de Transporte DESENSAMBLADOR, se extraen las facilidades para el mantenimiento (sección encabezado SOH) de las secciones multiplexor y regenerador de la señal entrante en CMI a 155.520 Mbits / s.

4.3.3.2.2 Unidad AUG

Grupo de Unidades Administrativas DESENSAMBLADOR, la cual funciona en conjunto con la AUG del transmisor para realizar la administración en el sistema SDH para Regeneradores (RSOH) y el Multiplexaje (MSOH).

4.3.3.2.3 Unidad AU - 4

La unidad AU - 4 DESENSAMBLADOR, extrae el apuntador de nivel jerárquico 4 (139.264 Mbits / s) para reconocer la trayectoria de información de alto orden y la sección de demultiplexaje.

4.3.3.2.4 Unidad VC - 4.

La Unidad Contenedor Virtual de orden jerárquico 4 DESENSAMBLADOR, es la encargada del demultiplexaje de las señales de 3^{er} orden , para esto se utilizan las facilidades extraídas de supervisión y el mantenimiento (encabezado) de las trayectorias punta a punta de los grupos de unidades tributarias TUG - 3.

4.3.3.2.5 Unidad TUG - 3.

Unidad Tributaria de Grupo de nivel jerárquico 3 DESENSAMBLADOR, retoma la información del contenedor virtual que corresponde y la canaliza a la unidad TU - 3.

4.3.3.2.6 Unidad TU - 3.

Unidad Tributaria de nivel jerárquico 3 (34.368 Mbits / s) DESENSAMBLADOR, extrae información del apuntador que permite en conjunto con la TU - 3 del transmisor al sistema SDH el compensar las diferencias de fase dentro de la red SDH.

4.3.3.2.7 Unidad VC - 3.

Contenedor Virtual de nivel jerárquico 3 DESENSAMBLADOR, extrae las facilidades para la supervisión y el mantenimiento (encabezado) de las trayectorias de punta a punta del contenedor.

4.3.3.2.8 Unidad C - 3.


Contenedor de nivel jerárquico 3 DESENSAMBLADOR, realiza el proceso inverso del mapeo de la información, es decir, se la extrae de la estructura asignada en el C - 3 del transmisor la información o Carga Útil.

CAPÍTULO V

REQUISITOS DEL DISEÑO

5.1 DISTRIBUCIÓN DE PLAZAS A NIVEL NACIONAL

Para seleccionar la distribución de plazas a nivel Nacional, (entiendase por plaza a las entidades donde se recolectan las señales de T.V.), tenemos que considerar varios factores como:

- La Planeación 
 - Corto Plazo
 - Mediano Plazo
 - Largo Plazo

- La Ubicación de las plazas o puntos de interés.
- La Configuración del funcionamiento de la plaza.

Planeación a Corto, Mediano y Largo Plazo

La Planeación a Corto, Mediano y Largo plazo, tiene que realizarse cumpliendo con los objetivos de calidad de transmisión, tomando en cuenta las recomendaciones de CCITT, NTSC, ATSC (*ADVANCED TELEVISION SISTEMA COMITE.*), estas consideraciones se hacen con el fin de evitar problemas de crecimiento fuera de normas.

Por otra parte se requiere de una investigación socio-económica con datos estadísticos (INEGI) para realizar una previsión más exitosa al considerar factores como:

- Densidad de Población.
- Zonas Industriales.
- Zonas Administrativas.
- Desarrollo Socio-económico.
- Etc.

Planeación a Corto Plazo.

La planeación a corto plazo, debe considerarse para un período de uno a dos años, trazando metas para cumplir con las necesidades ya existentes en el mercado e iniciar con bases sólidas el crecimiento.

Planeación a Mediano Plazo.

La planeación a mediano plazo, abarca un período aproximado de 3 a 5 años, donde teniendo las bases de crecimiento se desarrolla la infraestructura y cubren las necesidades de crecimiento en la demanda, teniendo contemplados ajustes dentro del mismo período.

Planeación a Largo Plazo.

La planeación a largo plazo, abarca un período de 6 - 10 años, en el cual se tiene un control pleno de crecimiento en la infraestructura, donde la demanda se continúa cubriendo y su crecimiento es menor, pero se desarrollan nuevas aplicaciones y por tal razón se continúa a la vanguardia en tecnología. También en este período se tienen ajustes ya contemplados, pero son mínimas por que el crecimiento lo es también.

Ubicación de las Plazas o Puntos de interés.

Esta ubicación de las plazas o puntos de interés, la tiene que evaluar el proveedor del servicio, considerando su planeación a Corto, Mediano y Largo Plazo basada en datos estadísticos, junto con sus perspectivas de desarrollo. Pero no se debe de perder de vista que el servicio se tiene que brindar en toda la Nación y las plazas pueden elegirse en todo el Territorio, como se muestra en la figura 5 - 1, mapa de la República Mexicana.

Configuración de funcionamiento de la plaza.

Esta se basa en la estructuración de la red, ya que una plaza puede funcionar como control de otras y por lo tanto tendrá un orden jerárquico mayor, y a su vez esta debe de estar controlada o supervisada por otra de jerarquía mas alta. Esto facilita la administración de una Red y también se obtiene una mejor optimización de la misma.

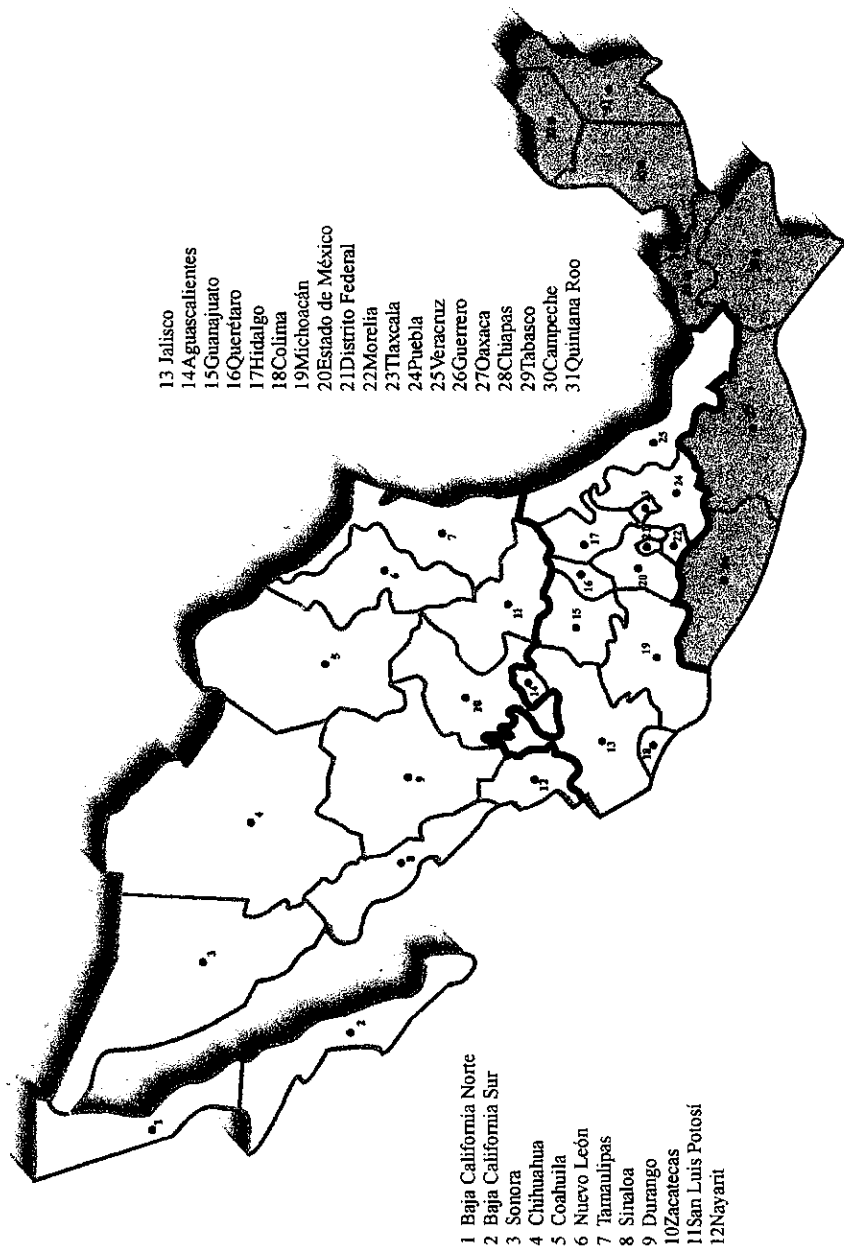


Fig. 5.1 Área de interés

5.2 UBICACIÓN DEL CENTRO DE SUPERVISIÓN, CORRECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SEÑALES DE T.V. (CESCOD)

La Ubicación del CESCOD es de suma importancia ya que este será en un principio el centro de acopio de Información de señales de T.V., donde se realizará la canalización del servicio a los clientes, realizando previamente una supervisión y corrección.

Para seleccionar el lugar de la ubicación del CESCOD, el proveedor del servicio realizará un estudio exacto de la ubicación de los clientes junto con la distribución de su red, por esta razón la decisión final y los factores a considerar los elegirá el proveedor del servicio.

Cabe señalar que la selección del CESCOD será, solo en el arranque del servicio, ya que, poco a poco el servicio se demandará en poblaciones del interior de la República.

5.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO

La selección del equipo que se compra debe contemplar una serie de características técnicas, prácticas y de costos, que se deben de evaluar antes de realizar la compra, para ello el proveedor del servicio realizará un estudio exhaustivo de sus necesidades.

A continuación retomaremos algunas características comunes para la toma de decisiones en la selección del equipo.

1. El tiempo de vida útil
2. La fiabilidad en su funcionamiento.
3. La compatibilidad con medios de transmisión ya existentes.
4. Costo.
5. Soporte técnico.
6. Consumo de energía y temperatura de trabajo.
7. Automatización.

Tiempo de Vida Útil.

El factor tiempo de vida útil, es un factor muy importante, ya que nos asegura un período de funcionamiento óptimo que garantiza la inversión. Si este período es amplio (mayor de 10 años), la inversión hecha tendrá tiempo suficiente para la amortización de costos y dará oportunidad a una recapitalización.

Fiabilidad del funcionamiento.

La fiabilidad del funcionamiento pone a prueba la respuesta del equipo en situaciones adversas (sismos, huracanes, desastres, etc.), en estas situaciones la prioridad que tiene el funcionamiento de un equipo de comunicaciones es vital, ya que permite tener una idea precisa del problema y la aplicación de una solución más real, eficiente y rápida. Cabe señalar que a mayor fiabilidad, mayor es su costo.

Compatibilidad con Medios de Transmisión.

El lograr tener la compatibilidad de los equipos adquiridos con los medios de transmisión ya existentes, es muy importante, ya que esta característica les permitirá mayor versatilidad al momento de entrar en operación y también contribuye a brindar otro tipo de facilidades al cliente.

Costos.

El costo del equipo también se debe de evaluar en la medida de que se tenga un equilibrio con las anteriores características.

En la comparación con otras marcas el proveedor del servicio decidirá, de acuerdo a su planeación a corto y mediano plazo junto con la evaluación de características técnicas y prácticas, la compra del equipo.

Soporte Técnico.

El soporte técnico es una característica muy importante, que muchas veces se olvida, el tomarla en cuenta, pero es muy común encontrarnos equipo que se saca de operación o funciona en un 50 % de su capacidad por falta de refacciones, ya que la empresa que lo fabricó desapareció por falta de competitividad con el mercado.

Esto es consecuencia de la importancia de la empresa en el mercado.

Consumo de Energía y Temperatura de Trabajo.

- Consumo de Energía.

En la actualidad las empresas que fabrican equipos de comunicaciones y las que brindan un servicio del mismo género, tratan de disminuir el consumo de energía eléctrica, ya que es un gasto considerable que puede ser abatido con una buena elección y una mejor optimización de funcionamiento del equipo utilizado, obteniendo un gran ahorro económico.

Es bueno resaltar que el consumo de Energía Eléctrica por equipos de comunicaciones, será durante las 24 horas los 365 días del año.

- Temperatura de Trabajo.

Para la temperatura de trabajo se debe tener un rango amplio para la operación del equipo, ya que a pesar de tener aire acondicionado, en algunas ocasiones deja de operar y se pueden dañar los equipos de comunicación por su crítica tolerancia a variaciones de temperatura.

Automatización.

La automatización en la actualidad es una característica que puede ser la diferencia, en ser el líder o desaparecer del mercado al optimizar tiempos y controlar de forma automática el servicio, se tiene un mayor nivel de competencia.

Se debe tratar de sincronizar imágenes de video, para que en un servicio de varias señales, el cual tenga que alternarse o ser switchado, se eviten saltos en la imagen.

Para seleccionar el equipo también se deben considerar factores como:

- Fácil mantenimiento.
- Fácil operación.
- Mínimo consumo de potencia.
- Buena respuesta en frecuencia.
- Adecuada resolución.

- Buena estabilidad.
- Equipos maniobrables.
- Gran precisión.
- Fácil adquisición.

Para la realización de este capítulo se tuvo que hacer un análisis de las características técnicas de las diferentes marcas de equipos electrónicos, utilizados en televisión, y el costo de cada uno de estos.

La elección del equipo fue llevada a cabo en función de la calidad y eficiencia que se ha obtenido de cada uno de ellos.

Otro factor muy importante fue el relacionado con la operación y mantenimiento del equipo. Con respecto a la operación se tomó como principal requisito que todos los controles y ajustes estuvieran colocados de tal manera, que los operadores tuvieran un fácil acceso a ellos, esto es con el propósito de que no pierdan tiempo en buscarlos, y por lo tanto, evitar así fallas en la transmisión o grabación de algún programa.

Para mantenimiento se observó que tuviera fácil acceso a las tablillas y a los puntos de prueba, con el objeto de reducir el tiempo al realizar alguna reparación.

También se tomó en cuenta que existiera la información necesaria relacionada con el equipo, así como que se tenga cierta facilidad para obtener refacciones y, en un momento requerido, soporte técnico.

El equipo a emplear fue seleccionado en base a la experiencia obtenida. Se concluye que el monto de la inversión queda ampliamente justificada, debido al servicio que proporciona, ya que como sabemos, la comunicación es una necesidad básica en nuestra sociedad moderna.

EQUIPO DE MEDICIÓN.

Monitor de Video	---	Sony 19" o 21"
Monitor de Forma de Onda	---	Tectronix
Monitor Vectorscopio	---	Tectronix
Medidor de Nivel de Audio	---	Tectronix



CAPÍTULO VI

**DISEÑO DEL CENTRO DE SUPERVISIÓN
CORRECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
(CESCOD)**

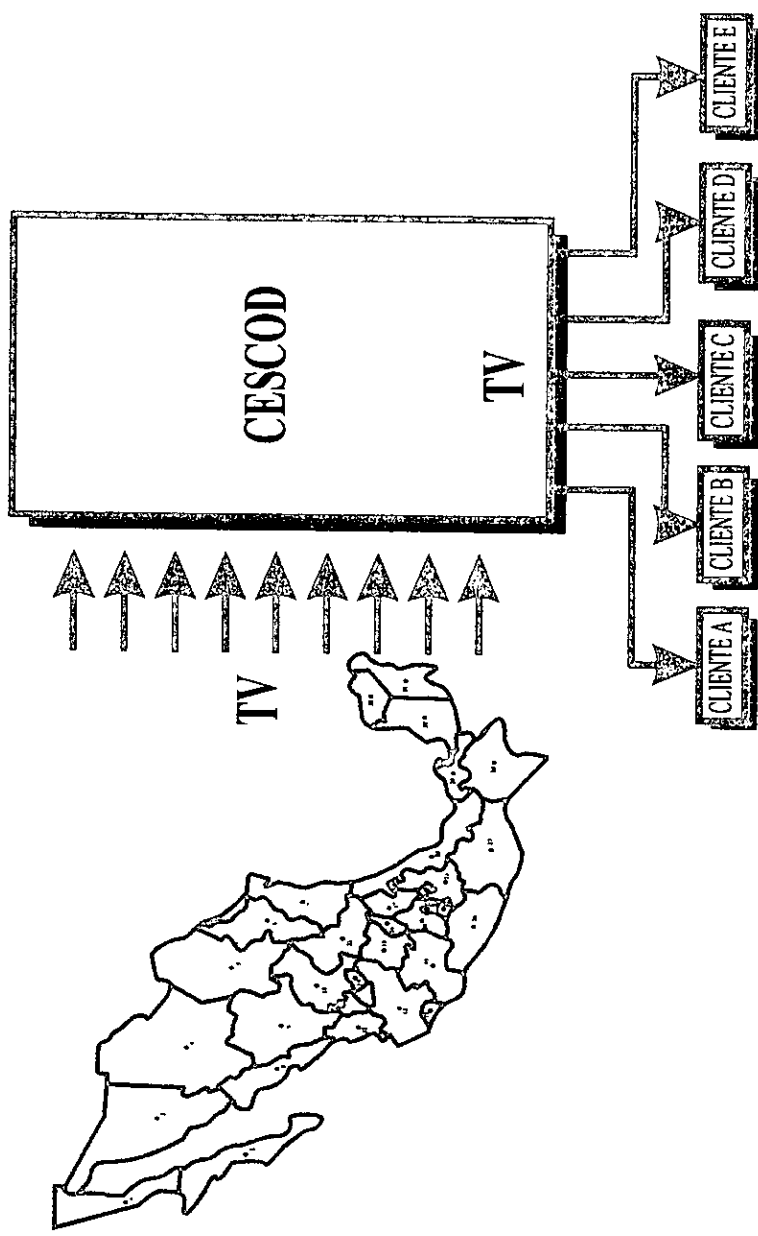


Fig. 6.1 Diagrama a bloques de Funciones Generales del CESCOD

INTRODUCCIÓN

En el transcurso de las últimas décadas el gran desarrollo de las telecomunicaciones, aunado a la necesidad de mantener información continua desde cualquier lugar en el que nos encontremos, ha dado origen a la tecnología más moderna, la cual ofrece novedosas formas de establecer comunicaciones más allá del actual ambiente global de negocios, para trascender a los campos científicos, educativos e incluso de entretenimiento.

La televisión es un servicio que permite la interacción y manejo simultáneo de señales de audio y vídeo logrando un flujo de información entre grupos de personas en las más diversas áreas de la sociedad.

El objetivo de este diseño, como se muestra en la figura 6 - 1 es el de conducir las señales de audio y vídeo generadas en cualquier lugar a un punto de concentración, que después de supervisar y realizar los ajustes pertinentes para eliminar las alteraciones ocasionadas al viajar en equipos de comunicaciones, serán distribuidas a los diferentes clientes.

Este diseño contempla los aspectos Técnicos, Operativos y de Seguridad, sin descartar el cumplir con las normas de calidad establecidas por organismos oficiales como son CCITT, CCIR, etc.

Tomando como base el equipo de *transmisión*, elegido por el proveedor del servicio de conducción de señales de T.V. y seleccionando 3 servicios de cualquier parte de la República Mexicana con fines prácticos de construcción modular, realizaremos el diseño del CESCOD. No olvidando que éste controlará los servicios de toda la República Mexicana, ya que la conducción de las señales es a nivel nacional junto con la distribución de las mismas a los diferentes clientes.

Como recomendación para el proveedor del servicio, se sugiere el contar con enrutamientos alternos, tanto en la transmisión, como en la distribución local para asegurar la funcionalidad del servicio.

Para partir de esta premisa, hemos mostrado los diferentes medios de transmisión como son los radios analógicos de microondas (μO), los radios digitales de μO y la fibra óptica (F.O.).

El cable coaxial aunque es un medio de *Tx* a corta, mediana y larga distancia, no se menciona, ya que debido a la evolución tecnológica solo se utiliza para enlaces muy cortos, es decir dentro de las instalaciones de una central.

Así pues como inicio del diseño se tomarán la llegada de 3 señales de T.V. al CESCOD como se muestra en la figura 6 - 2 .

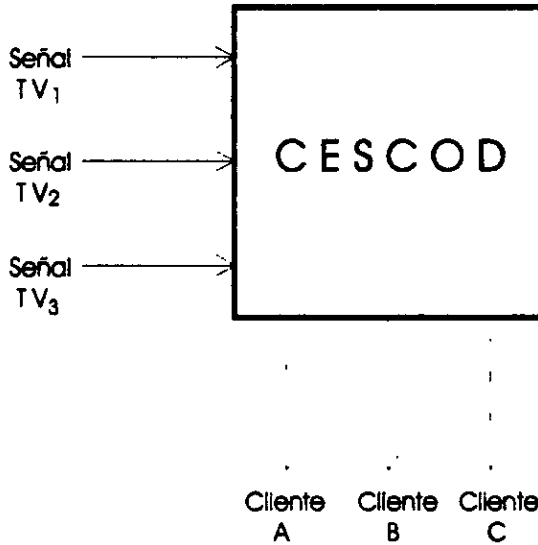


Fig. 6 - 2 Flujo de tres señales de T.V. de la República hacia el CESCOD.

Como siguiente paso desarrollaremos cada una de las partes que integran el CESCOD:

- Área de operación del CESCOD.
- Desarrollo de la Consola de Monitoreo.
- Desarrollo de las Islas de Control.
- Costos

6.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DEL CESCOD

En éste subcapítulo realizaremos la descripción de las siguientes características principales reunidas dentro del diseño del área del CESCOD :

- Dimensiones del Área Total
- Distribución del Área
- Temperatura del CESCOD
- Alimentación de Energía Eléctrica al CESCOD
- Medidas de Seguridad

Es relevante mencionar que estas características además de ser consideradas las más importantes, también son generalidades para cualquier otro diseño de una área destinada a cumplir funciones como las que desempeña el CESCOD.

Al elegir el espacio que ocupará el CESCOD debe cuidarse el seleccionar una área con espacios contiguos silenciosos, como bodegas, oficinas silenciosas.

6.1.1 Dimensiones del área total .

El recomendar una dimensión del área no es determinante , ya que el proveedor del servicio, valorará el ajuste económico, por cambios en consideraciones generales .

Las razones principales de la importancia de las dimensiones del área del CESCOD son basadas en :

- La cantidad de equipo de comunicaciones que alojará .
- La separación de funciones : De el Área de Operación y de el Área de Equipo .
- La interrelación de las 2 áreas con sus inconvenientes económicos y técnicos, de una separación inadecuada , de las 2 áreas .

Una de las razones más importantes en la selección de las dimensiones del área , es la separación estratégica de funciones y la cantidad de equipo electrónico de comunicaciones que se alojará para el manejo de las señales de T.V. , los cuales requieren

de unas condiciones especiales, así como de otras diferentes para la sala donde laborará el personal, la cantidad de equipo es importante debido a que el servicio es a nivel nacional.

En el siguiente subcapítulo conoceremos a detalle los inconvenientes de una mala distribución si no se consideran los puntos anteriores .

Por lo tanto se recomienda destinar una área , aproximada de $8 \text{ m} \times 16 \text{ m} = 128 \text{ m}^2$ (y con una altura para instalar equipos de comunicaciones de 4 m) como se puede apreciar en la figura 6 - 3 .

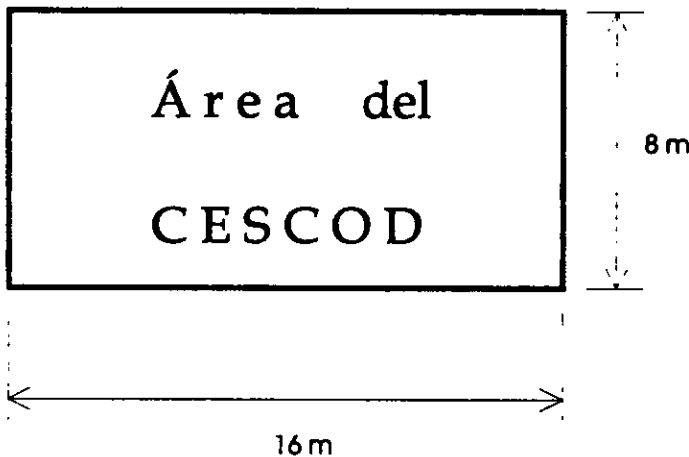


Fig. 6 - 3 Dimensiones del área total .

6.1.2 Distribución del área .

Como se comento anteriormente las razones para una distribución adecuada , son variadas y cada una de ellas es relevante .

Dentro de las más importantes para elegir la distribución tenemos :

- *La separación de funciones del CESCOD .*

Esta contempla las características necesarias para que cada área desempeñe sus funciones al 100% sin verse afectadas por la otra . Para ello se divide en 2 áreas principales :

Área de equipos (Sala de Equipos de Comunicaciones).

Área de Operación (Sala de monitoreo).

- *Área de Equipo* .

En esta área se alojarán los equipos de comunicaciones así como algunos otros que se utilizarán en la distribución de la T.V. a los clientes . Para el área de equipo se deben tener unas condiciones diferentes a las de monitoreo . Las cuales se tratarán en los siguientes subcapítulos.

- *Área de Operación* .

Esta área estará integrada por la consola de monitoreo de T.V. así como la isla de control, donde el personal supervisará , corregirá y distribuirá las señales de T.V . Las condiciones de esta área serán tratadas en los subcapítulos siguientes dejando en claro la diferencia de condiciones necesarias entre área de Operación y área de Equipo .

- *La interrelación de las 2 áreas* .

Esta interrelación es importante debido al flujo de información que se debe tener entre las 2 áreas , así como la cantidad de cableado que es utilizado . Debido a esta razón no se debe tener una separación grande por el efecto de la atenuación .

Por la consideración de las características anteriores se requiere de una distribución de cada sección para aprovechar espacios , eliminar cableado y adecuar cada área con las condiciones mínimas requeridas .

La distribución final que satisface los puntos anteriores es una en 2 áreas contiguas dentro del área total del CESCOD , como se muestra en la figura 6 - 4 y una distribución de cableado subterráneo como se aprecia en la figura 6 - 5.

La interconexión debe permitir el aislamiento de campos de inducción entre las líneas de alimentación y las líneas de audio y vídeo, aunque se manejen vídeo y audio en forma digital.

Las interconexiones deben estar compensadas en frecuencia y amplitud. (Fase)

El cableado debe ser ordenado para no tener problemas de identificación.

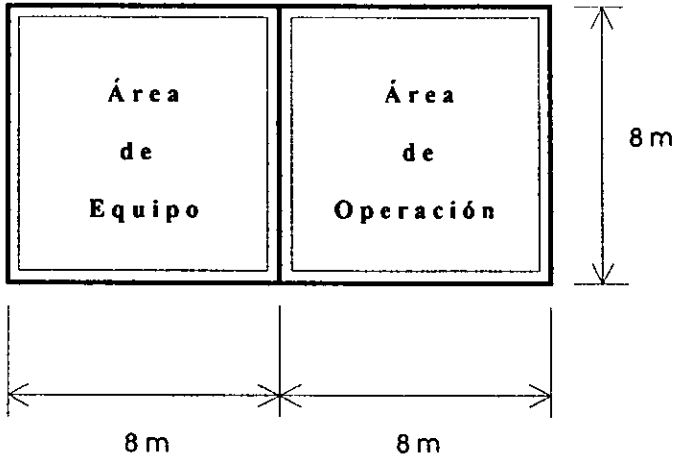
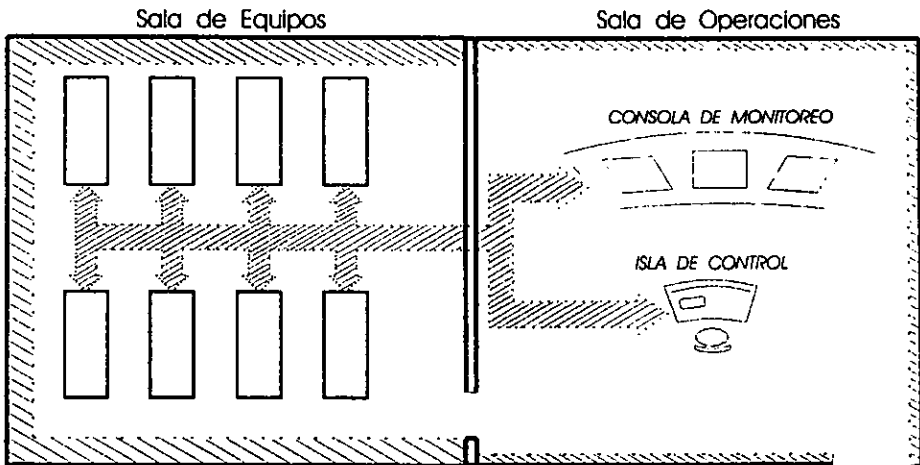


Fig. 6 - 4 Distribución del área.





-  Ruta de cableado de Energía Eléctrica (AC y DC)
-  Ruta de cableado de interconexión de equipos.

Fig. 6 - 5 Distribución subterránea de cableado.

6.1.3 Alimentación de energía eléctrica al CESCOD .

Dentro del CESCOD la alimentación de Energía Eléctrica, es un factor determinante, debido a que esta área no se le puede dejar de proveer la misma, por que la ausencia de Energía Eléctrica ocasionaría una interrupción del servicio.

Por otra parte se debe tener una alimentación de Energía Eléctrica sin variaciones, es decir debe cumplir con el porcentaje de regulación establecido en las normas de servicio, ya que de no ser así ocasionaría graves averías a nuestros sistemas de comunicaciones, así como a nuestro demás equipo de distribución y medición. Aunque para la iluminación tenemos una tolerancia mucho mayor.

Tomando en cuenta las necesidades de una nueva tecnología, es importante también contar con un voltaje de Corriente Directa (C.D.), en la mayoría de los equipos de comunicaciones se utiliza una alimentación principal de - 48 Volts de C.D., es así como debemos proveer las 2 alimentaciones - 48 Volts de C.D. y 127 Volts de C.A. al CESCOD.

De acuerdo con lo anterior debemos de integrar dentro del CESCOD la alimentación redundante como se muestra en la figura 6 - 8, para asegurar el servicio. Esta alimentación redundante la podemos lograr instalando rectificadores de reserva para entrar en función al fallar los permanentes ó simplemente por mantenimiento nos podemos conmutar a los rectificadores en reserva, con su alternativa de utilizar la misma línea de alimentación ó la línea de reserva de C.A.

Como segunda opción debemos contar con una planta generadora Diesel, que entre en función al detectar ausencia de Energía Comercial.

Como tercera y última opción se recomienda la instalación de un Banco de Baterías de C.D. para alimentar el equipo de comunicaciones en caso extremo (cuando fallen las otras alimentaciones).

Pero partiendo de la premisa que el CESCOD quedará instalado dentro de un edificio de comunicaciones , ya que el proveedor del servicio debe contar con uno, se puede utilizar la misma protección de la alimentación de la Energía Eléctrica, reduciendo de esta forma la inversión .

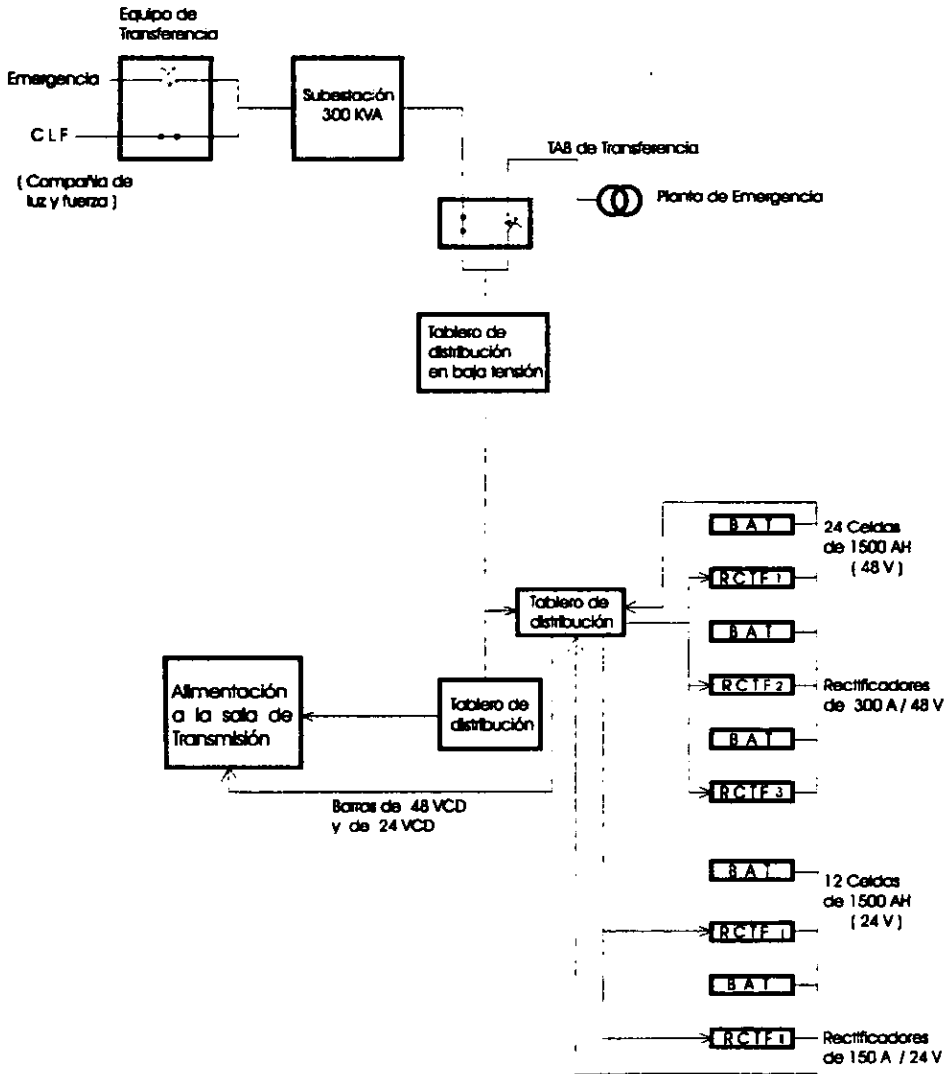


Fig. 6 - 8 Diagrama a bloques de una subestación .

- Cálculo de consumo potencia .

Área de operación :

Iluminación

3	Lamparas Dicroicas	150	W
---	--------------------	-----	---

Consola de Monitoreo

4	Monitores de video	150 W x 4 =	600	W
1	Monitor Forma de Onda	100 W x 1 =	100	W
1	Monitor Vectorscopio	100 W x 1 =	100	W
			<hr/>	
			800	W

Isla de Control

1	Monitor de video	150 W x 1 =	150	W
1	Monitor de Forma de Onda	100 W x 1 =	100	W
1	Monitor Vectorscopio	100 W x 1 =	100	W
1	Monitor de Computadora	100 W x 1 =	100	W
1	CPU de Computadora	250 W x 1 =	250	W
			<hr/>	
			700	W

Área de Equipo :

Sistema de conmutación de rutas para T. V.	1000	W
Manejadora de aire acondicionado (Externa)	21 000	W

Consumo Total de Potencia

Consumo de Iluminación del Área Monitoreo	150	W
Consumo de la Consola de Monitoreo	800	W
Consumo de la Isla de Control	700	W
Sistema de conmutación de rutas para T.V.	1 000	W
Manejadora de Aire Acondicionado	21 000	W

Potencia Total	23 650	W

6.1.4 Temperatura del CESCOD .

La temperatura del CESCOD es una característica de gran relevancia ya que además de proporcionar las condiciones adecuadas para dar un mayor tiempo de vida al equipo en el área destinada , también proporcionará las condiciones idóneas del área donde el personal será asignado dentro del CESCOD y así laboren con mayor eficiencia evitando la posible condicionante de una enfermedad de las vías respiratorias ; esto es muy importante , ya que en varias empresas el personal se ve comprometido a laborar en salas donde la temperatura es muy baja , por que esta se consideró para un trabajo óptimo del equipo electrónico instalado y no para el medio ambiente que necesita el personal .

Estas son las razones de que se consideré una temperatura diferente para cada área, de acuerdo a sus funciones .

Así que tomando en cuenta la temperatura ideal de trabajo para los equipos de comunicaciones, como también la temperatura ideal de trabajo para el ser humano, se designa una temperatura diferente para cada área.

Como resultado de investigaciones en los manuales de operación y atendiendo a las recomendaciones de los fabricantes de equipos de comunicaciones, encontramos los rangos de trabajo más estrictos de temperatura entre 0°C a + 38°C , entonces recomendamos una temperatura de trabajo para el área de equipo de la mitad de este rango.

$$T = \Delta t / 2$$

donde

$$\Delta t = 38 \text{ }^{\circ}\text{C} - 0 \text{ }^{\circ}\text{C} = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

y

$$T = \Delta t / 2 = 38 \text{ }^{\circ}\text{C} / 2 = 19 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

∴ La temperatura del área de equipo : 19 ± 1 °C.

Para la temperatura del área de monitoreo también basándonos en investigaciones de temperatura ideal de trabajo para el ser humano consideramos una temperatura de : 21 °C.

El porcentaje de humedad relativa para las dos áreas debe ser del 50 % \pm 10 % , ya que de no cumplirlo provocaría corrosión en el material metálico que posee el equipo electrónico, al llegar a porcentajes mayores de humedad.

En la figura 6 - 6 mostraremos la temperatura para cada área, también se recomienda utilizar aire acondicionado, con una pared de cristales opacos como separación entre las 2 áreas , logrando aislar térmicamente cada área , también así se evitan los reflejos de luz y se tiene una visibilidad completa del personal en el área de monitoreo hacia el área de equipo y así detectar cualquier anomalía .

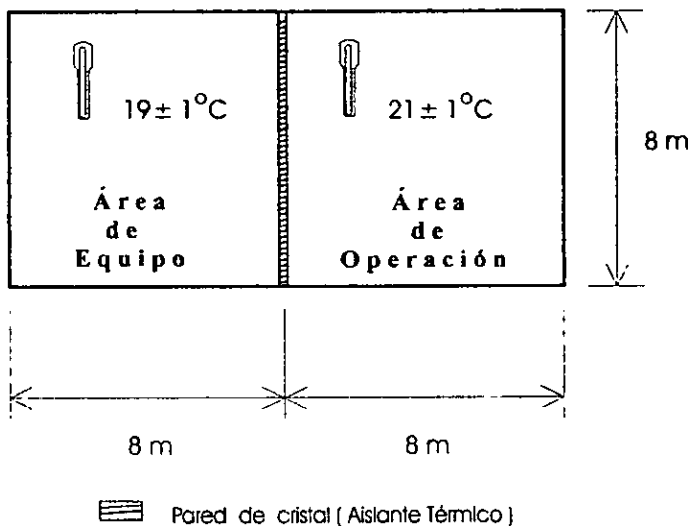


Fig. 6 - 6 Temperaturas de trabajo del CESCOD .

Aire Acondicionado.

Debemos tener presente que no hay clima perfecto definitivo prácticamente en ninguna parte del mundo. Los habitantes de algunas zonas en el mundo pueden estar resignados a soportarlo, pero seguramente todas ellas desean modificarlo, por que el hombre vive mejor bajo una cierta temperatura todo el año y si de equipo se trata este operará con eficiencia si se cuida este aspecto.

No solamente se trata de controlar la temperatura, sino que existen otros factores tan importantes que afectan la "comodidad humana". Desde luego tenemos la *temperatura del aire* .

Otro factor es la *humedad del aire* , que significa la cantidad de vapor de agua que existe en suspensión.

La *pureza de aire* constituye un factor más puesto que es obvio que no basta el que exista aire respirable sino que este no se halle contaminado, aunque por efectos de la temperatura y de la humedad dicho aire este dentro de los límites tolerables.

Finalmente, tenemos el factor *movimiento del aire*, en el cuerpo humano incrementa la pérdida de calor y humedad además modifica la sensación de frío o calor y para el equipo con el que se tenga que trabajar, un cierto movimiento de aire permite disipar las pérdidas por calor más rápido .

Estos son los cuatro factores esenciales que el sistema de aire acondicionado artificial tiene que controlar.

Existen sistemas universales, es decir para todo el año que en forma automática se encargan de mantener las cuatro condiciones deseadas (Temperatura, Humedad, Pureza y Movimiento de aire) como se muestra en la figura 6 - 7 .

Debido al hecho de que la refrigeración en los tiempos pasados, primero se produjo usando hielo, la proporción en una operación de enfriamiento se expresa en términos de libras o toneladas de hielo que se necesitan en una unidad de tiempo es decir, por ejemplo durante un día. En otras palabras era de preguntarse, ¿ Cuántas toneladas de hielo se necesitan por día para enfriar un local ? .

La cantidad de calor que puede absorber una sustancia se mide en unidades especiales llamadas BTU (British Thermal Unit) .

Donde $1 \text{ kJ} = 0.948 \text{ BTU}$

Se dice por lo tanto que la cantidad de calor que absorbe una sustancia o que cede cuando se enfría ésta en relación directa con su peso, con el cambio de temperatura y con el calor específico de las sustancias.

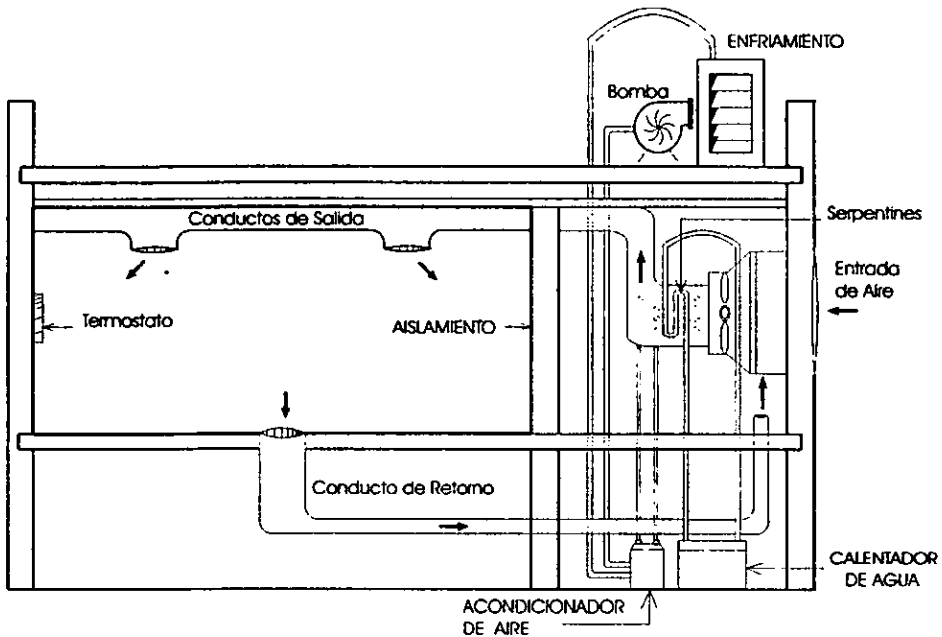


Fig. 6 - 7 Esquema de un sistema comercial de aire acondicionado para todo el año.

Se encontró que una libra de hielo absorbe 144 BTU de calor cuando se disuelve. Por consiguiente, una tonelada de hielo absorbe 2000 libras por 144 BTU que resultan 288 000 BTU. Cuando se disuelve una tonelada de hielo durante 24 horas, la proporción resulta 288 000 BTU divididos entre 24 horas, resultando 12 000 BTU por hora. Esta proporción ha sido designada como tonelada de refrigeración y fue la base para clasificar a la maquinaria de refrigeración aun cuando en el presente se prefiere hablar de BTU / hr para indicar la eficiencia de la mayoría de los equipos de aire acondicionado.

Para determinar la capacidad del equipo de aire acondicionado a instalarse, se debe obtener el total de BTU / hr consumidos por Iluminación, Equipos y Personal (ver tabla 6 - A).

A continuación realizaremos el cálculo de la carga de refrigeración para el *Área de Operación*. Para el *Área de Equipo* no realizaremos el cálculo debido al desconocimiento del equipo que será alojado por parte del proveedor del servicio.

Cálculo de consumo de BTU / hr en el Área de Operación :

Donde

$$1 \text{ kJ} = 0.948 \text{ BTU}$$

$$1 \text{ J} = \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = \frac{0.948 \text{ BTU}}{1 \text{ kJ}} = 0.000948 \text{ BTU}$$

Como

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 0.000948 \text{ BTU / s}$$

$$0.000948 \text{ BTU/s} = \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}} = 3.4128 \text{ BTU / hr}$$

$$\therefore 1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 3.413 \text{ BTU/hr}$$

El consumo de energía en Watts de cada equipo multiplicado por la constante 3.413 nos da el valor en BTU / hr .

Iluminación

3	Lamparas Dicroicas	150 W x 3.413 = 511.95	BTU/ hr
---	--------------------	------------------------	---------

Consola de Monitoreo

4	Monitores de video	600 W x 3.413 = 2047.8	BTU/ hr
1	Monitor Forma de Onda	100 W x 3.413 = 341.3	BTU/ hr
1	Monitor Vectorscopio	100 W x 3.413 = 341.3	BTU/ hr
		800 W x 3.413 = 2730.4	BTU/ hr

Isla de Control

1	Monitor de video	150 W x 3.413 =	511.95	BTU/ hr
1	Monitor de Forma de Onda	100 W x 3.413 =	341.3	BTU/ hr
1	Monitor Vectorscopio	100 W x 3.413 =	341.3	BTU/ hr
1	Monitor de Computadora	100 W x 3.413 =	341.3	BTU/ hr
1	CPU de Computadora	250 W x 3.413 =	853.25	BTU/ hr
				2 389.1
		700 W x 3.413 =	2 389.1	BTU/ hr

Consumo Total de Equipos e Iluminación

Consumo de Iluminación del Área	150 W x 3.413 =	511.95	BTU/ hr	
Consumo de la Consola de Monitoreo	800 W x 3.413 =	2730.4	BTU/ hr	
Consumo de la Isla de Control	700 W x 3.413 =	2389.1	BTU/ hr	
				5631.45
		1650 W x 3.413 =	5631.45	BTU/ hr

Personal :

En la tabla 6 - A se muestra el calor que el cuerpo humano cede en relación a su actividad. Esta tabla es proporcionada por la Sociedad Americana de Ingenieros en Refrigeración .

ACTIVIDAD	BTU / hr
Sentado Tranquilo	660
Sentado en trabajo muy liviano	800
Algo activo : parado, trabajo liviano	900
Trabajo liviano fábrica	1500
Trabajo moderado fábrica	2000
Trabajo pesado	2900

Tabla 6 - A

El cuerpo humano tiene un sistema de control de temperatura para regular sus pérdidas que ocurren por convección, radiación y evaporación. La proporción relativa de cada una depende de la cantidad de calor generada por el cuerpo, que a su vez depende de la actividad, de la ropa y de las demás condiciones del aire.

Consultando la tabla 6 - A , para una persona con las siguientes actividades :

Algo activo : parado, trabajo liviano obtenemos un consumo de 900 BTU / hr.

Empleando dos personas en el área de operación se tiene que :

$$2 \text{ personas} \times 900 \text{ BTU / hr} = 1800 \text{ BTU / hr}$$

BTU / Hr Consumidos en el Área de Operación :

Total de Iluminación del área	511.95	BTU/ hr
Total de Equipos del área	5119.95	BTU/ hr
Total de Personal	1800	BTU/ hr
	7431.9	BTU/ hr

En toneladas de hielo se necesitan :

$$7431.9 \text{ BTU/hr} = \frac{1 \text{ ton de refrigeración}}{12\,000 \text{ BTU/hr}} = 0.6193 \text{ Ton de Refrigeración}$$

6.1.5 Medidas de Seguridad .

La seguridad dentro de cualquier área es sumamente importante, por que brinda confianza en el desempeño del funcionamiento óptimo de áreas con equipo, de áreas con personal, áreas de almacenaje, etc.

Pero para el CESCOD tenemos la combinación de equipo electrónico y personal laborando dentro de las mismas instalaciones, por esta razón además de contar con un control pleno de la temperatura para las áreas involucradas, y con un servicio ininterrumpido de energía eléctrica , se debe cuidar otros aspectos que puedan evitar cualquier accidente, falla ó daño permanente.

A continuación mencionaremos algunas medidas de seguridad que brindarán una mayor confianza y eficiencia :

- Realizar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo con el fin de tener un funcionamiento eficiente minimizando el porcentaje de fallas y disminuyendo factores que acortan la vida útil del equipo. En seguida abordaremos un programa básico de mantenimiento.

Mantenimiento Preventivo :

Limpieza de equipos, así como de tarjetas y peines.

Evaluación adecuada mediante una memoria técnica de parámetros importantes de las señales de prueba de TV con equipo de medición calibrado.

Para tener una adecuada operación es necesario una buena capacitación del personal.

El mantenimiento preventivo del CESCOD en el turno nocturno , permite disminuir las interrupciones del servicio.

Al realizar el mantenimiento preventivo se reduce considerablemente el porcentaje de mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Correctivo :

Este mantenimiento no es deseable pero cuando se llega a presentar se clasifica en tres niveles *Mayor, Intermedio y Menor.*

Mantenimiento correctivo mayor, este requiere de atención inmediata debido a que no permite funcionar el sistema.

Mantenimiento Intermedio este se puede realizar sin afectar el sistema en su totalidad.

Mantenimiento correctivo menor se puede proporcionar en horas con poca demanda para no afectar el sistema.

Otras medidas de seguridad que evitan accidentes son :

Educación

Entrenamiento

Difusión

- En el CESCOD se debe de contar con un almacén de refacciones, herramientas y equipo para evitar arreglos improvisados que causen daños irreversibles.

- Cumplir con el requisito de tener todo el equipo aterrizado sin excepciones para evitar fallas y accidentes.
- En el área total del CESCOD se sugiere colocar una jaula de faraday recubriendo las paredes con el fin de eliminar interferencias por equipos de transmisión, motores de maquinaria pesada, etc.
- Mantenimiento del Aire Acondicionado dentro del CESCOD , es deseable que este se realice también en el turno nocturno, debido a que en la noche desciende la temperatura ambiente, esto contribuye a evitar daños y desgaste en el equipo electrónico, en caso de mantenimientos prolongados.
 - Acceso controlado , para evitar, que personas ajenas al área, puedan causar daños por desconocimiento de éstas .
 - Prohibir el ingerir alimentos dentro del CESCOD, por que el derramar liquido por descuido podría causar graves daños.
 - Orientar al personal de limpieza sobre estas y otras recomendaciones. Para que realicen su trabajo sin provocar fallas accidentalmente.
- Etc.

6.2 DESARROLLO DE LA CONSOLA DE MONITOREO

La consola de monitoreo parte de la necesidad de una supervisión rápida de todos los servicios que se estén manejando y distribuyendo simultáneamente, como se puede ver en la figura 6 - 9 y 6 - 10 .

La consola de monitoreo puede ser una estructura metálica que contenga los monitores ó estos pueden empotrarse en la pared. La elección se le deja al proveedor del servicio, pero como sugerencia, al empotrar en la pared con una base metálica los monitores , tienen una gran ventaja, la cual se debe a que los monitores de vídeo requieren de una buena ventilación por su alta disipación térmica y esta ayuda evitar el calentamiento.

El diseño de la consola de monitoreo que hemos seleccionado se basa en el empotramiento de los monitores. A continuación mencionaremos las etapas de desarrollo que se trataran en los subcapítulos siguientes :

6.2.1 Dimensiones de la consola .

6.2.2 Distribución de la consola .

6.2.3 Equipos que integran la consola .

6.2.4 Medidas de seguridad .

6.2. 1 Dimensiones de la Consola .

Las dimensiones de la consola de monitoreo tomando como referencia la llegada de tres servicios simultáneos tiene que contener en su interior cuatro monitores de 19" a 21" distribuidos horizontalmente a una altura de 1.5 m para permitir la supervisión práctica a cualquier distancia dentro del área de monitoreo.

En la figura 6 - 9 y 6 - 10 tenemos un diagrama a bloques que muestra la interconexión de equipos y módulos de forma integral en el CESCOD.

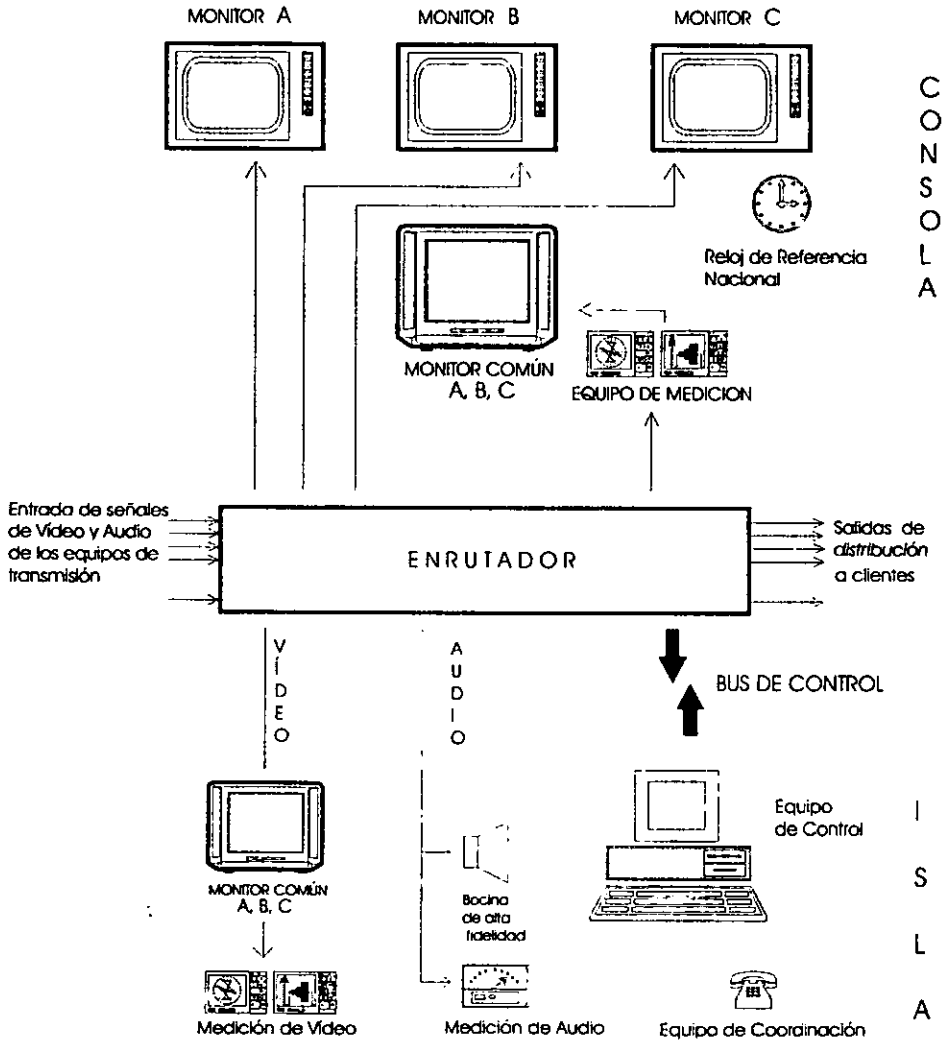


Fig. 6 - 9 Interconexión de Equipos y Módulos que integran el CESCOD.

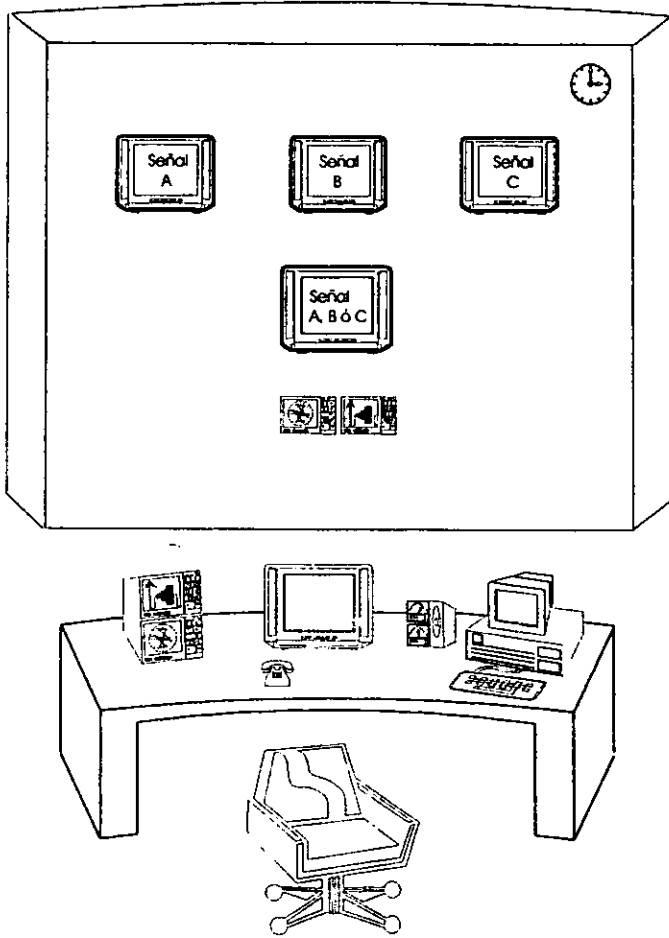
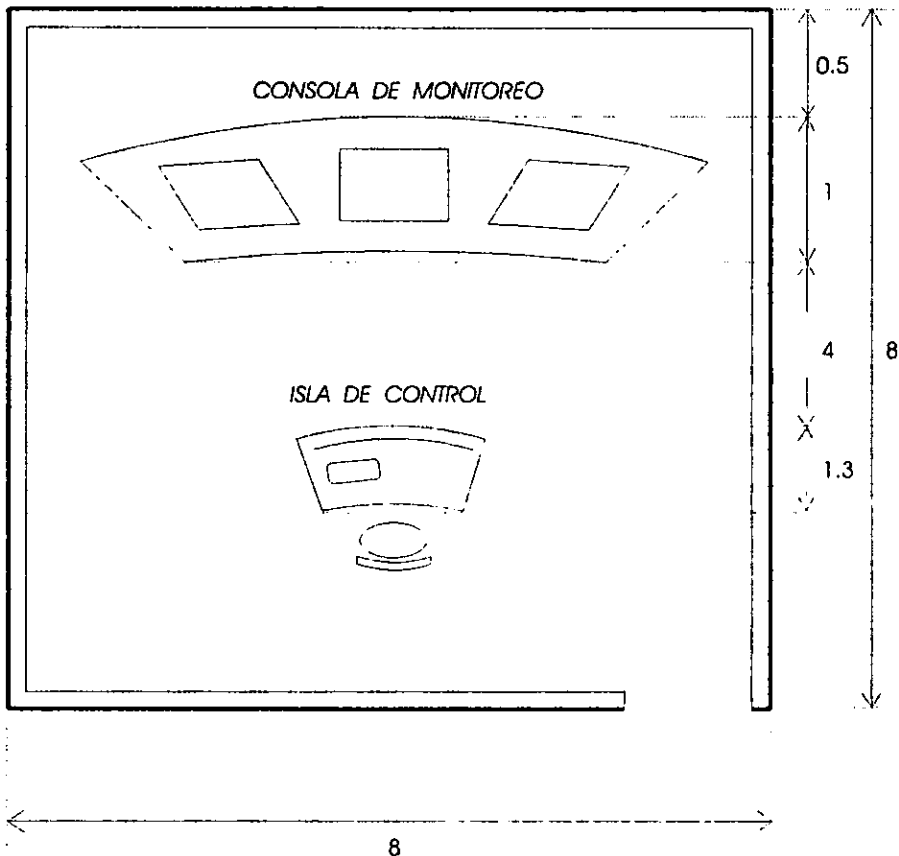


Fig. 6 - 10 Centro de supervisión, corrección y distribución (CESCOD) .

Las dimensiones de la consola que se recomiendan se basan en las dimensiones del área de operación, de donde obtenemos que el área de operación es de 8 m x 8 m y por lo tanto la consola se empotrará a una pared dejando el espacio necesario para poder interactuar con el cableado de interconexión y de alimentación logrando así también la ventilación necesaria en la parte posterior para evitar el sobrecalentamiento.

En la figura 6 - 11 observamos una vista superior que ubica a la CONSOLA DE MONITOREO y la ISLA DE CONTROL dentro del área de operación. La consola de monitoreo tiene una forma de media luna debido al ángulo de visión, que permitirá un monitoreo pleno de cada una de las señales por los operadores.



Acotación : metros (m)

Fig. 6 - 11 Área de operación (vista superior).

En la figura 6 - 12 tenemos la Consola de Monitoreo desde una vista frontal donde fácilmente se supervisan los monitores de vídeo con las señales presentes y se realiza la distribución del servicio con exactitud debido a un reloj de sincronización a nivel nacional, este último punto es más importante de lo que parece, ya que al manejar señales programadas estas deben ser entregadas a tiempo y no con retrasos que ocasionan pérdidas económicas al cliente.

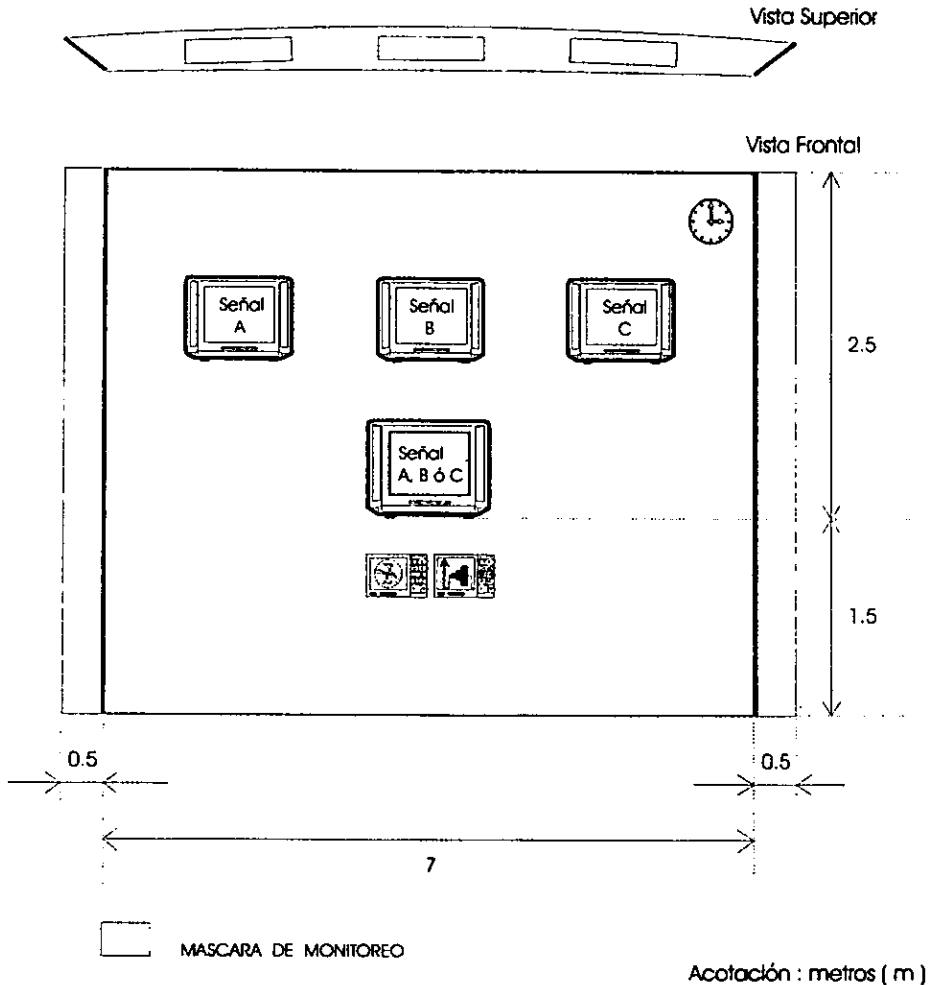


Fig. 6 - 12 Consola de Monitoreo (vista frontal).

6.2.2 Distribución de Consola .

La distribución de la Consola la podemos ver claramente en las figuras 6 - 11 y 6 - 12 , esta distribución se a elegido por razones de ángulo de visión para una detección inmediata de fallas o retrasos; mediante el constante monitoreo por parte del personal de operación.

Como se enfatizó en un principio este diseño es para tres servicios, pero el aumento de monitores por la mayor cobertura, no debe afectarla, ya que el crecimiento estará contemplado por el proveedor del servicio.

La función de la Consola es mostrar mediante una buena distribución visual el total de servicios que se manejen simultáneamente. Como podemos ver en las figuras 6 - 11 y 6 - 12 , tenemos tres monitores superiores con sus respectivas señales A , B y C; y un monitor inferior que permite verificar las mismas señales que cada monitor superior. Esto se recomienda debido a la situación de que en los monitores con la señal A, señal B y señal C. Solo debemos monitorear de forma permanente una sola señal, para un manejo óptimo de los servicios, pero cuando estas señales aumentan es más difícil detectar fallas en el monitoreo. Por esta razón contamos con un controlador que seleccionará cualquiera de las tres o más señales y es el monitor inferior general el cual al tomar una de ellas estará asegurando la presencia o ausencia de fallas en el monitoreo.

También esta distribución en la consola de monitoreo está diseñada para que al estar supervisada por una isla de control el personal que opere dicha Isla pueda tener la seguridad de recibir o entregar una señal sin moverse de su lugar, y así poder coordinar eficientemente con los puntos involucrados.

6.2.3 Equipos que integran la consola de monitoreo.

Los equipos que aloja esta consola son :

- 4 Monitores de Video
- 1 Monitor Forma de Onda (Tektronix)
- 1 Monitor Vectorscopio (Tektronix)

En su mayoría son monitores de vídeo como puede observar en la figuras : 6 - 10, 6 - 11 y 6 - 12 .

Estos monitores de vídeo se han investigado encontrando que además de exigirles una gran nitidez, definición y respuesta de color, hay que considerar el tiempo de vida, por una razón de mucho peso, por que estos monitores estarán encendidos las 24 horas durante los 365 días del año. Y esto nos lleva a seleccionar los equipos más adecuados para este

desempeño, encontrándonos con monitores de video *Conrack* (de origen Búlgaro) y *Sony* (de origen Japonés). Aunque no hay que perder de vista que estos monitores son para reproducir señales de video analógico. Pero también existen monitores como los de marca *Barco* (de origen Danés), que pueden reproducir señales de video digital en el formato MPEG - 2 (4 : 2 : 2), ver el anexo de T.V. Digital.

En la selección del tamaño de monitores se sugieren entre 19 " y 20 " por el tamaño de pantalla que se requiere en su monitoreo desde la Isla de Control.

En cuanto a la estructura de la consola, esta debe ser ligera y resistente para soportar el peso de los monitores, por esta razón se sugiere empotrarlos en la pared ó de piso a techo.

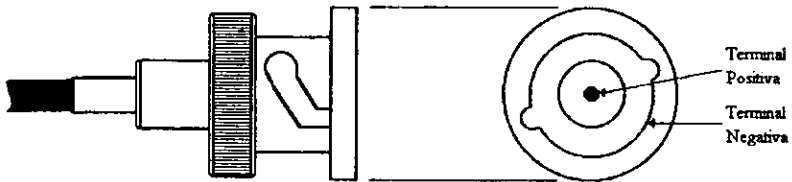
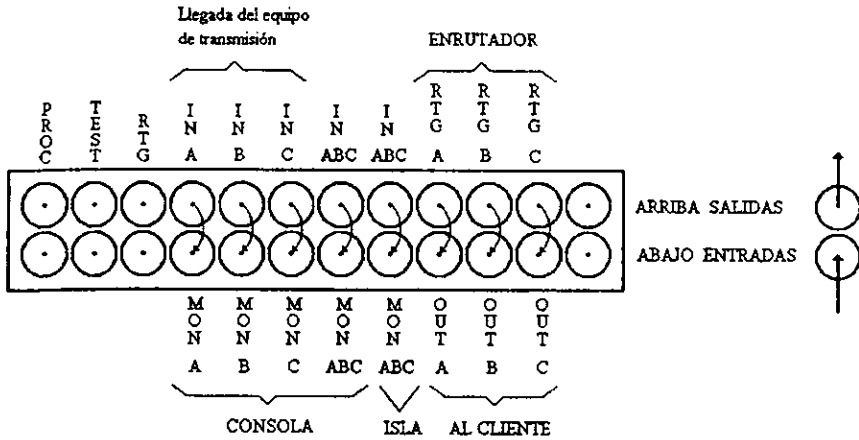
El sistema de parcheo que integrará todas la entradas y salidas del equipo y servicios externos en una tablilla cuenta con las siguientes ventajas .

- 1) El equipo se puede conectar entre sí sin hacer uso de conexiones externas, utilizando la tablilla de parcheo.
- 2) En caso de averías la corrección de la falla sería rápida, puenteando el equipo dañado en forma externa.
- 3) Se puede facilitar el mantenimiento preventivo al equipo (limpieza y ajuste).

En la figura 6 - 13 se muestra un ejemplo de tablillas de parcheo tanto de audio como de video con su correspondiente conector. Donde, cada tablilla es asignada para interconexiones de Audio o Video únicamente.

Existen otros tipos de accesorios que facilitan la interconexión y son tablillas con conectores Trompeter.

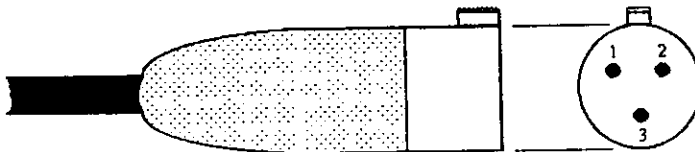
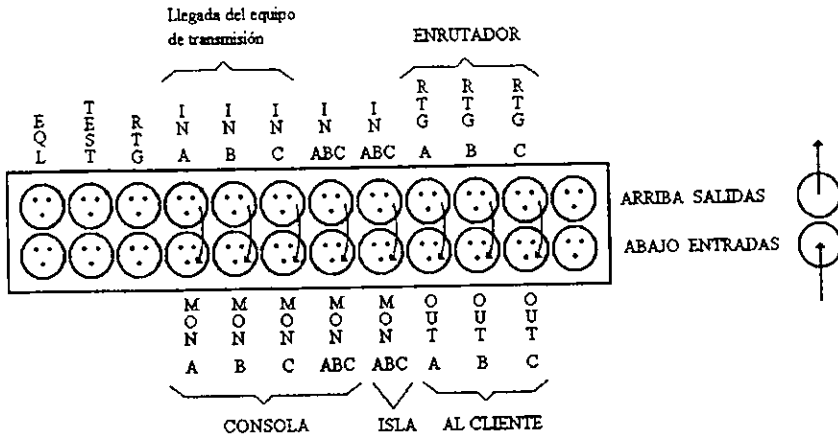
La sincronización de todas las funciones se da por medio de un reloj general referenciado para canalización de servicios sincronizados (puntuales).



De donde:

- PROC : Procesador
- TEST : Señal de Prueba.
- RTG : Enrutador
- IN : Señales de entrada
- MON : Monitoreo
- OUT : Señal de salida al Cliente.

Fig. 6 - 13 A Tablilla de Parcheo y conector para Video (BNC).



- 1 - Tierra
- 2 - Terminal Positiva
- 3 - Terminal Negativa

De donde:

- PROC : Procesador
- TEST : Señal de Prueba.
- RTG : Enrutador
- IN : Señales de entrada
- MON : Monitoreo
- OUT : Señal de salida al Cliente

Fig. 6 - 13 B Tablilla de Parcheo y conector para Audio (CANNON)

6.2.4 Medidas de seguridad y optimización en la consola de monitoreo .

Como la consola de monitoreo es una parte importante dentro de el área de operación, se deben tener una serie de medidas de seguridad, como las que a continuación se mencionan :

- La consola debe contar con una estructura fuerte para soportar el peso de los monitores.
- La circulación del aire por la parte posterior de la consola es vital para un mayor tiempo de vida en los monitores de vídeo , evitándose así el sobrecalentamiento que deteriora los elementos electrónicos.
- La mascara de monitores que cubrirán los espacios libres para tener una apreciación única de pantallas de monitores ocultando cableado, estructura de soporte.
Las paredes del área de monitoreo deben ser de color oscuro mate (no brillante) para poder apreciar claramente la pantalla iluminada de los monitores de vídeo. A continuación se muestra por medio de la tabla 6 - B la reflectancia en acabados mate que pueden servir, para la elección del color y así evitar reflexiones en los monitores.
- Los monitores deben de estar ajustados a una intensidad de brillo BAJA para poder prolongar sus tiempos de vida , apoyándonos en la mascara oscura y opaca , que permitirá resaltar la pantalla de los cinescopios.
- A una distancia de 1.5 m de los monitores se sugiere no tener iluminación, para facilitar el pleno cumplimiento de los dos puntos anteriores.
- Como norma de monitoreo, en caso extremo de llegar al CESCOD una señal con nivel alto de vídeo $\geq 1.5 V_{pp}$ se evitará su monitoreo por tiempo prolongado, ya que de no ser así causará deterioro irreversible en el cinescopio de nuestros monitores.

Cumpliendo las medidas de seguridad anteriores crearemos un ambiente propicio de trabajo, de no lograrlo, un trabajador deprimido presenta una constante dieléctrica baja teniendo características de conductor y estando en riesgo mayor de un accidente , además de disminuir su rendimiento y eficiencia.

REFLECTANCIA ACABADO MATE

COLOR	REFLECTANCIA
MEDIO:	
Azul verdoso	54 %
Verde	33 %
Crema	44 %
Crema amarillento	55 %
Azul	22 %
Gris	38 %
Café	21 %
OBSCURO:	
Gris	25 %
Café	10 %
Azul	8 %
Verde	7 %
CLARO:	
Azul verdoso	70 %
Verde	64 %
Crema	70 %
Crema amarillento	66 %
Azul	55 %
Gris	49 %
Café	35 %
Vidrio opaco	15 - 30 %

Tabla 6 - B

6.3 DESARROLLO DE LA ISLA DE CONTROL

En la figura 6 - 9 podemos apreciar la funcionalidad dentro del área de monitoreo de cada una de las partes que la integran, como la isla de control. Esta isla realiza una variedad de funciones de control, supervisión, corrección, coordinación y distribución de las señales de T.V.. Por estas razones pasaremos a realizar una descripción a detalle de esta sección, donde tenemos la llegada de 3 señales simultáneas de T.V., como ejemplo prototipo modular, considerando que para un manejo mayor de señales, es necesario aumentar el número de islas o si se desea no aumentar la cantidad de islas de control, será indispensable dotar de mayor capacidad de control a la única isla, Y por consecuencia está aumentará sus dimensiones.

A continuación realizaremos una descripción física y funcional de las siguientes características de la Isla de Control.

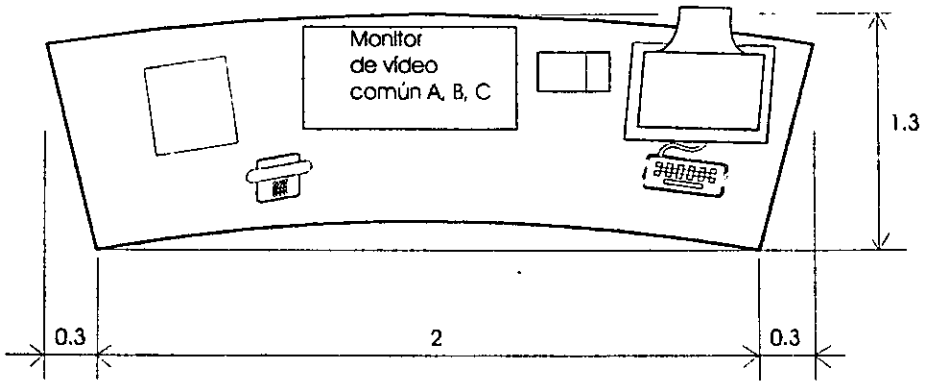
- Dimensiones
- Distribución
- Equipos
- Medidas de Seguridad.

No olvidar que desde esta isla de control el personal operará el CESCOD y para ello la construcción de la isla debe estar diseñada con distribución y dimensiones ergonómicas.

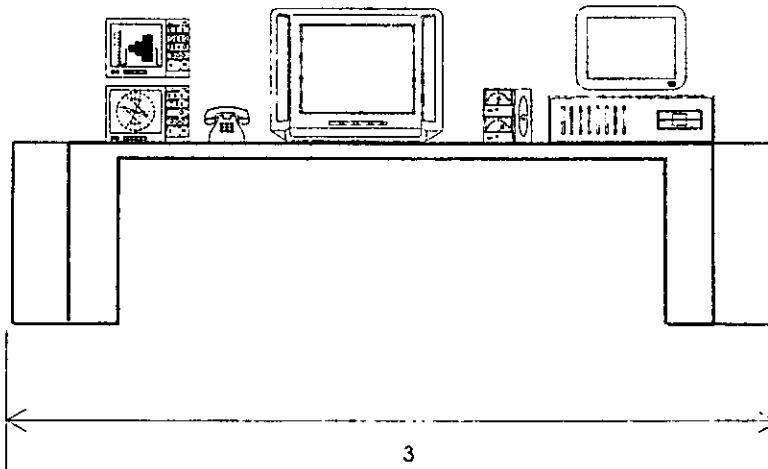
6.3.1 Dimensiones de la Isla de Control

En las figuras 6 - 14 podemos ubicar las dimensiones de la isla de control, estas se han determinado en base al equipo que alojará, junto con las dimensiones del mismo, este diseño se dimensiona con las condiciones mínimas requeridas, sugiriendo una isla con forma de media luna por la conveniencia del control, supervisión, distribución, corrección y coordinación de eventos.

En la figura 6 - 14a tenemos las dimensiones de la isla de control vista desde un plano superior y en la figura 6 - 14b se dimensiona desde un plano de vista frontal, enmarcando las dimensiones mínimas para contener una computadora (de control, administración, etc.), un monitor de video, un monitor de Forma de Onda, un monitor Vectorscopio, un medidor de nivel de audio, un teléfono (como mínimo) y una bocina de alta fidelidad (para el monitoreo de audio).



a) Isla de Control (vista superior)



b) Isla de Control (vista frontal)

Acotación : metros (m)

Fig. 6-14 Isla de Control.

6.3.2 Distribución de la Isla.

La distribución de la isla la podemos apreciar claramente en las figuras 6 -14a (vista superior) y 6 -14b (vista frontal), esta distribución se ha seleccionado por razones prácticas, cuidando un ángulo de inclinación adecuado para una visión perfecta con “ DISTRIBUCIÓN ERGONOMICA ” para una detección inmediata de fallas, un monitoreo eficiente y un control pleno de las señales de T.V.

La distribución “ ergonómica ” , permite una operación y manipulación de los equipos muy sencilla y práctica, por que toma en cuenta las formas del cuerpo humano.

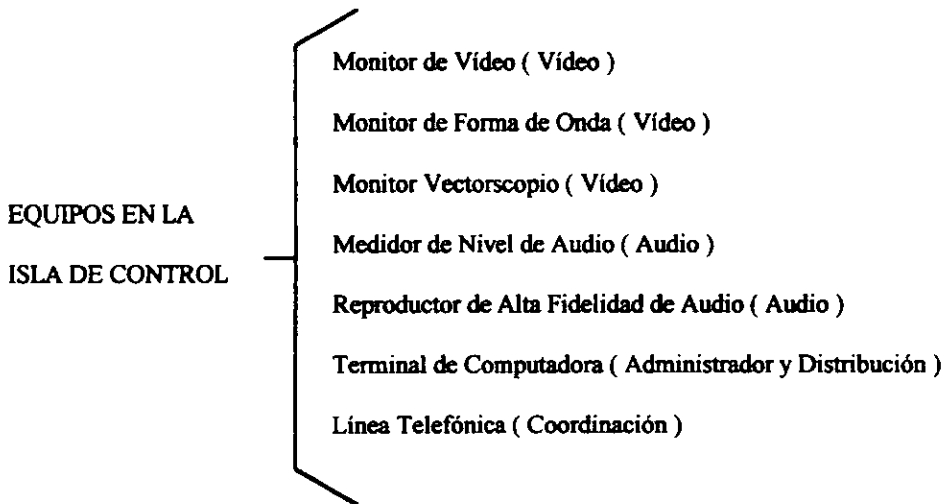
La funcionalidad de una isla y su distribución, esta limitada por el número de servicios simultáneos que una persona pueda controlar ya que si se requiere una demanda mayor de servicios, es conveniente aumentar el número de islas o aumentar las dimensiones de la isla.

La funcionalidad principal de la Isla de control es la de supervisar mediante un conjunto básico de monitoreo las señales de T.V. en VIDEO y la supervisión del audio también con su conjunto básico de monitoreo. Esto nos lleva a distribuir el equipo de tal manera, que no presente dificultades el visualizar o manipular desde su lugar el operador a los diferentes equipos utilizados.

Este diseño esta previsto para ahorrar una cantidad de cableado considerable, logrando separar el control del monitoreo general.

6.3.3 Equipos que integran la Isla de Control

En las figuras 6 - 10 y 6 - 14 se presentan los equipos que contiene la ISLA DE CONTROL las cuales en su mayoría son equipos de medición. En seguida analizaremos los diferentes equipos que integran la isla, así como su función.



- Monitor de Vídeo.

El monitor de video será un monitor común para poder observar cualquiera de los 3 eventos simultáneos, pero sólo uno a la vez, para monitores de video se sugiere adquirir la misma marca de los que se encuentran en la consola de monitoreo.

- Monitor de Forma de Onda.

Este equipo de medición, nos servirá para poder cuantificar la señal de video en amplitudes y tiempos, la marca más confiable de estos equipos, en base a la experiencia de diferentes empresas es Tektronix.

- Monitor Vectorscopio.

Al igual que el monitor forma de onda, este es otro equipo de medición, que como lo hemos visto en capítulos anteriores nos sirve para cuantificar la señal de video en amplitud y fase de la crominancia, se sugiere marca Tektronix.

- Medidor de Nivel de Audio.

Este equipo de medición, nos permite cuantificar la amplitud o picos instantáneos de la señal de audio, para manejarlo dentro de normas, existen medidores analógicos y digitales, cabe señalar que siendo analógicos la mayoría de galvanómetros son buenos, ya que se pueden calibrar rápidamente, pero si es un medidor digital también se sugiere la marca Tektronix.

- Reproductor de Alta Fidelidad de Audio.

Para reproducir el audio y así poder detectar ruidos, distorsiones o cortes, es necesario contar con un bafle, integrado con las tres vías para reproducir las frecuencias Baja, Media y Alta, con una gran fidelidad, y esto se obtiene con las diferentes Bocinas en el Bafle.

- Terminal de Computadora.

La terminal de computadora, realizará el control de administración de eventos programados, así como el control pleno para que las señales sean enrutadas correctamente (Enrutador consiste en un equipo de switcheo que direccionará las señales este puede ser tan básico como una botonera y estará integrado en el Área de Equipo.), y tener una buena distribución.

- La línea Telefónica.

La línea telefónica, se representa mediante un teléfono, pero es fácil pronosticar, que se requieren más líneas para poder coordinar eventos simultáneos con las diferentes poblaciones y empresas.

Utilizar magnetos para la comunicación con los clientes locales de más demanda.

- Equipos complementarios

Existe una gran variedad de equipos complementarios que facilitarían el servicio y dependiendo de la demanda del cliente estos pueden ser adquiridos por el proveedor (videocarabadoras, amplificadores de vídeo, mezcladoras de audio y vídeo, etc .)

6.3.4 Medidas de Seguridad y Optimización de la Isla de Control

Como medidas de seguridad enmarcaremos las recomendaciones, que nos permitan una exploración plena del CESCOD y en particular de la ISLA DE CONTROL asegurando de antemano la prevención de accidentes, fallas, etc.

En seguida mencionaremos las medidas más importantes.

- Iluminación dicrónica. (Evita dispersión y reflexión de la iluminación)

Esta iluminación se sugiere para la isla de control, ya que además de ser dirigida nos permite controlar reflexiones no deseadas.

- El color de la sala de operación.

Para la sala de operación se recomienda usar colores oscuros y opacos, esto con el fin de evitar reflexiones que dificulten la apreciación de fallas en monitoreo. Estos colores también se utilizarán en la consola de monitoreo y en la isla de control.

- Paredes de la Isla.

Se sugiere utilizar paredes acústicas para evitar rebotes de ruido.

- La temperatura en la Isla de Control.

Como se encuentra dentro de la sala de operación, también se verá beneficiada por el uso del aire acondicionado, el cual controlará la temperatura en un rango tal, que permita un mayor tiempo de vida útil, en los equipos electrónicos que integran dicha isla.

- Intensidad de brillo en la Isla de Control.

Para los equipos con pantalla luminicente dentro de la isla de control, se recomienda tenerlos con una baja intensidad de brillo, aumentando el tiempo de vida de los cinescopios, así como evitar molestias visuales por la prolongada exposición a estas pantallas.

- Cableado oculto en la Isla de Control.

El cableado es uno de los mayores problemas en cualquier área de interconexión. Así es que partiendo de esta problemática podemos controlar las fallas de falsos contactos en cables al estar expuestos a la circulación del personal, mediante la correcta canalización del cableado por ductos o camas ocultas ver figura 6 - 5 .

6. 4 COSTOS DE EQUIPOS DEL ÁREA DE OPERACIÓN

Para la realización de este subcapítulo se tuvo que hacer un análisis de las características técnicas de las diversas marcas de equipos electrónicos utilizados en televisión y del costo de cada uno de ellos.

La elección del equipo fue llevada a cabo en función de la calidad y eficiencia que se ha obtenido de cada uno de ellos ; esto es en base a la experiencia.

A continuación se presenta la cotización del equipo seleccionado para la instalación en el área de operación.

Consola de Monitoreo :

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Soportes para monitores de 21"	4	27.5	110.00
Monitores de vídeo	4	1,200.0	4,800.00
Monitor Forma de Onda	1	1,500.0	1,500.00
Monitor Vectorscopio	1	1,800.0	1,800.00
Consola (Estructura) y Accesorios		3,000.0	3,000.00
Costo de la Consola de Monitoreo			11, 210.00

Isla de Control :

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Monitor de vídeo	1	1,200.0	1,200.00
Monitor Forma de Onda	1	1,500.0	1,500.00
Monitor Vectorscopio	1	1,800.0	1,800.00
Computadora	1	1,750.0	1,750.00
Accesorios		4,000.0	4,000.00
			10, 250.00
Costo de la Isla de Control			10, 250.00

Aire Acondicionado :

EQUIPO	CAPACIDAD	COSTO TOTAL
Manejadora de Aire Acondicionado	6 Ton de Refrigeración	12,155.00
Conductos, Rejillas, Accesorios e Instalación		2,115.00
		14, 270.00
Costo del equipo de Refrigeración		14, 270.00

Costo Total del Área de Operación :

Consola de Monitoreo	11,210.00 U.S. DLS
Isla de Control	10,250.00 U.S. DLS
Sistema de Conmutación de Rutas para T.V.	50,000.00 U.S. DLS
Equipo de Refrigeración	14,270.00 U.S. DLS
	85,730.00 U.S. DLS

La presente tesis se realizó con la firme convicción y con la esperanza que sirva ó pueda servir como material de apoyo para los compañeros de generaciones venideras, que se interesen en la realización de este tipo de proyectos.

Se diseñó un proyecto que se espera cumplirá con las necesidades del país, con un conocimiento general del funcionamiento integral de éste, se sustituirá la importación de materiales y equipos periféricos, además de utilizarse mano de obra Nacional.

Ya que con la apertura de la economía en México nos enfrentamos a una nueva etapa donde los servicios de comunicaciones deben ser más eficientes.

El equipo a emplear fue seleccionado en base a la experiencia obtenida y buscando compatibilidad en el mismo. Se concluye que el monto de la inversión queda ampliamente justificado, debido al servicio que proporcionará, ya que como sabemos, la comunicación es una necesidad básica en nuestra sociedad moderna.

Durante el desarrollo de la tesis nos encontramos con grandes obstáculos, por ejemplo la información en esta área es estratégica y por lo tanto no se encuentra disponible fácilmente.

La Facultad de Ingeniería debería de solicitar a la UNAM y SCT, la posibilidad de tener un canal de T.V. para difusión, que sea regulada por instancias gubernamentales y no en forma autónoma, para poder crear fuentes de capacitación y de práctica a la comunidad universitaria en diferentes disciplinas. Innovaciones, Aplicaciones, Mantenimiento y Desarrollo. Sin intervenir directamente en situaciones políticas.

Otra conclusión en la que hemos llegado es que en la Facultad de Ingeniería se debe crear un respaldo de patentes para los alumnos y también despertar el interés en la industria para apoyar estos desarrollos.

Al elaborar una tesis surge la necesidad de basarse en el conocimiento desarrollado a través de los tiempos, por lo que la historia funge un papel principal y ubica cada acontecimiento, llevándonos a proseguir un camino que es continuación de los grandes avances científicos.

Por otra parte continuando con el desarrollo tecnológico, algunos de los problemas observados en cada cambio analógico \leftrightarrow digital es una cierta degradación acumulativa que afecta el resultado final. A pesar de las ventajas de "transparencia" que ofrece el uso de las señales digitales, todavía existen limitaciones técnicas que impiden alcanzar el objetivo de un Estudio al 100% digital. La razón fundamental es la existencia de equipos que usan señales analógicas NTSC / PAL todavía en servicio tanto por razones de amortización, como porque la tecnología digital ha encontrado dificultades de aplicación operativas o económicas.

Puede así afirmarse que para ganar el mundo digital se requiere una total facilidad de interconexión entre equipos que los conviertan en realmente universales.

Aunque el cambio de sistema de T.V. NTSC al de TVHD es inminente, este todavía tardará en darse, debido a la lenta adquisición de televisores comerciales por parte de los televidentes, y a la adquisición de cámaras de T.V., medios de transmisión y equipos de procesamiento de TVHD (Televisión de Alta Definición) por parte de las televisoras, así es que mientras se presenta el cambio es indispensable brindar el servicio del CESCOD.

Por otra parte, es prioritaria la preparación del personal del CESCOD previendo dicho cambio a la TVHD, así como también la adquisición de equipos de transmisión, distribución y supervisión que sean compatibles del NTSC con los de TVHD, por el proveedor del servicio.

Como paso siguiente el proveedor del servicio debe investigar la adquisición de equipo digitalizador de vídeo para un medio de transmisión por fibra óptica para TVHD.

APÉNDICE I

TELEVISIÓN DIGITAL

VIDEO DIGITAL

La convergencia de las Tecnologías de Telecomunicaciones y Computación así como los grandes avances en el desarrollo de la Microelectrónica, nos permite en la actualidad contar con sistemas de alta integración cuya tendencia evolutiva traerá mayores aplicaciones y mayores demandas de servicios.

La televisión digital es probablemente una de las tecnologías que más impacto han tenido recientemente a nivel mundial. La posibilidad de transmitir múltiples fuentes de información por un mismo canal de comunicación, inclusive en forma interactiva, la exitosa invasión del mundo de la internet, los nuevos potenciales que presentan a través de los sistemas de cable, así como su inminente integración con las aplicaciones de realidad virtual, la hacen un campo de desarrollo sumamente fértil, como se muestra en la figura A - 1.

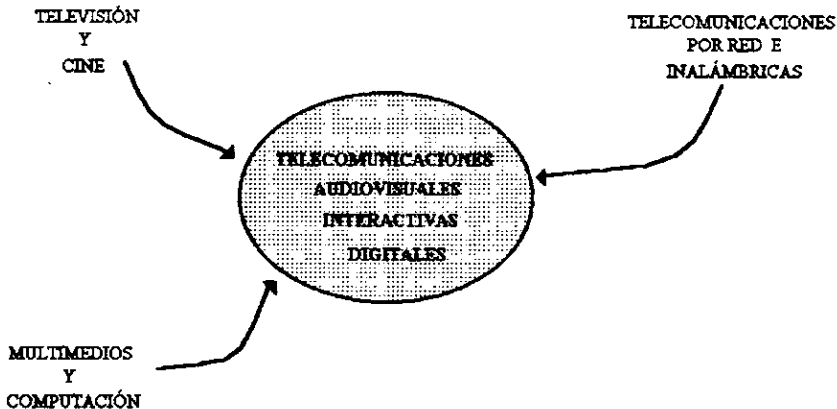


Fig. A - 1 Tendencias en la Integración.

La televisión digital tendrá posibilidades de supervivencia en la misma medida en que posea marcadas ventajas con respecto a los sistemas analógicos clásicos.

Hay que advertir de entrada la existencia de una serie de puntos favorables :

Primero, podemos decir con seguridad que con las señales digitales se mejorará considerablemente la calidad de la transmisión, el tratamiento de la imagen y la multicopia magnética.

En segundo lugar, la T.V. digital da una imagen codificada que permite obtener efectos especiales imposibles de conseguir con los sistemas analógicos.

Los tres campos de aplicaciones en los que la televisión digital tendrá que aportar soluciones son:

- la producción
- la transmisión
- la distribución o emisión.

El más avanzado de los tres, parece ser la producción, mientras que las dificultades mayores se sitúan en el campo de la distribución al espectador.

Además, resulta imprescindible el acuerdo internacional de muchas normas a todos los niveles, desde los estudios hasta la sala de recepción, y preferentemente determinar una norma internacional que haga desaparecer las clásicas incompatibilidades entre el NTSC - PAL - SECAM.

LA DIGITALIZACIÓN.

Los convertidores opto - electrónicos actuales todavía son del tipo analógico. Esto supone que una señal analógica deberá convertirse en una señal digital. Esta conversión se efectúa en tres pasos, como se muestra en la figura A- 2.

El primer paso es el circuito de muestreo y retención gobernado por la frecuencia de muestreo f_s , tal que f_s satisfaga el criterio de Nyquist.

El segundo paso es la cuantificación, por el que se asigna a cada muestra un valor dentro de los niveles en que se divide la excursión total de la señal.

El tercer paso es el codificador que convierte los niveles de las muestras cuantificadas a palabras de códigos de n bits. La salida puede fluir en paralelo cuando los n bits se presentan simultáneamente en n hilos paralelos, o en serie cuando los bits de una palabra circulan en serie por un solo hilo.

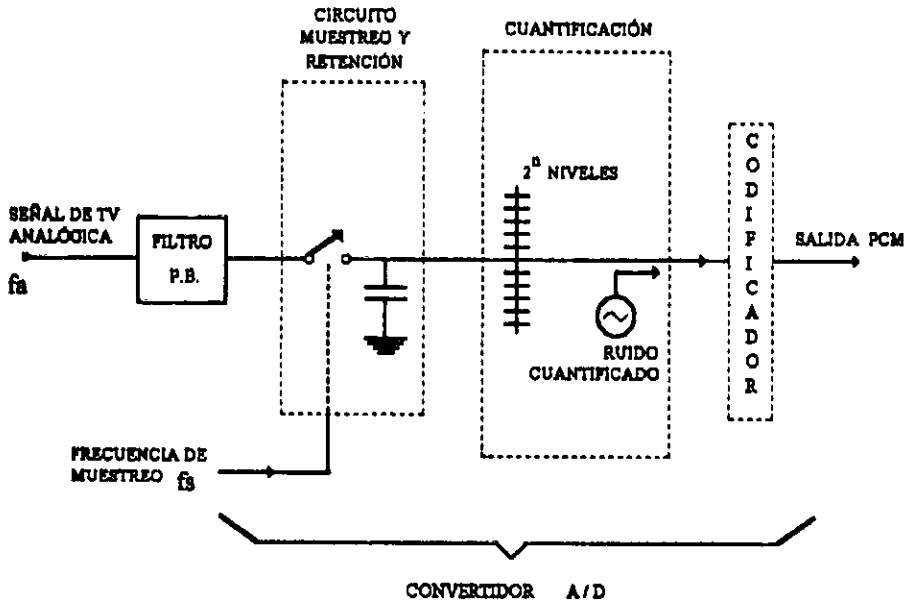


Fig A - 2. Proceso de conversión Analógico a Digital.

El muestreo.

El muestreo es la operación por la que a intervalos regulares de tiempo se mide el valor instantáneo de la señal analógica, es decir, que se forma una muestra.

Selección de la frecuencia de muestreo.

Primera exigencia. Como expresa el teorema de muestreo (o criterio de Nyquist), la frecuencia de muestreo debe ser como mínimo el doble de la mayor frecuencia a transmitir. Como hay normas de televisión en las que la señal de luminancia se emite con ancho de banda de 6 MHz, se hace preciso para una norma internacional que la frecuencia de muestreo sea por lo menos 12 MHz.

Segunda exigencia. Para favorecer la uniformidad de las memorias digitales al almacenar las diferentes líneas de televisión muestreadas, es preferible que el número de

muestras por línea sea idéntico para todas. Esto significa que la frecuencia de muestreo debe ser un múltiplo entero de la frecuencia de líneas (n muestras por línea).

Tercera exigencia. Para obtener una frecuencia de muestreo universal, ésta debe ser un múltiplo de todas las frecuencias de línea de los estándar existentes en el mundo. En este momento existen dos normas distintas: una con 625 y otra con 525 líneas por cuadro, lo que corresponde a las frecuencias de 15 625 y 15 734.26573 Hz respectivamente..

Para obtener una frecuencia de muestreo idéntica tanto para la norma de 625 líneas como para la de 525 líneas, es necesario que esta sea un múltiplo común de ambas frecuencias de línea.

El mínimo común múltiplo de estas frecuencias es 2.25 MHz o sea $144 \times 15\,625$ y $143 \times 15\,734.26573$ Hz. Con los valores de la frecuencia de líneas NTSC, ese múltiplo se ajustó para un error de $2.7 \times 10^{-4} \%$. Esta frecuencia es sin duda demasiado baja ya que tenía que ser superior a 12 MHz. Un valor adecuado es $6 \times 2.25 \text{ MHz} = 13.5 \text{ MHz}$, que corresponde a

$$6 \times 143 \times \text{la frecuencia de línea NTSC} = 858 f_{L(\text{NTSC})} = 13.5 \text{ MHz}$$

y

$$6 \times 144 \times \text{la frecuencia de línea PAL (SECAM)} = 864 f_{L(\text{PAL,SECAM})} = 13.5 \text{ MHz}$$

que fue aceptada internacionalmente como frecuencia de muestreo para los sistemas digitales (para la señal de luminancia).

Cada línea del sistema NTSC se muestreará en 858 muestras; para los sistemas con 625 líneas ese número asciende a 864.

La cuantificación.

Para poder determinar el número de niveles de cuantificación y por lo tanto el número de bits por muestra, es preciso saber cual puede ser la amplitud máxima permitida del valor de cresta de la señal analógica y del ruido de cuantificación

Por razones de facilidad operativa, el número de niveles se hace coincidir con una potencia de 2 y los impulsos de la señal (muestras), se redondean al valor superior o inferior según sobrepasen o no la mitad del ancho del nivel en que se encuentren.

El error cometido con estas aproximaciones equivale a sumar una señal errática a los valores exactos de las muestras, como se ve en la figura A - 3 (a) .

Estos errores de cuantificación estarán presentes en la señal recuperada después de la decodificación digital / analógica en forma de ruido.

La relación señal / ruido de una señal de vídeo se define como

$$S / R = 20 \log S_V / S_R$$

donde S_V = Valor de pico de la señal de vídeo (0.7 V).
 S_R = Valor eficaz del ruido de cuantificación.

Se admite generalmente que un valor aceptable para la relación señal / ruido en una señal de vídeo es de 45 dB.

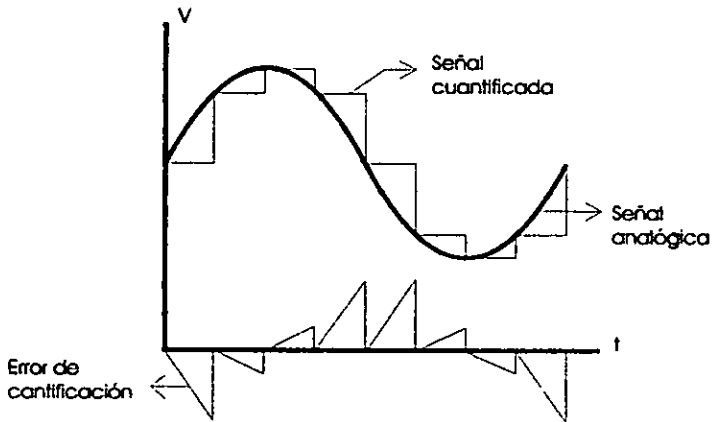
$$45 \text{ dB} = 20 \log S_V / S_R$$

de donde $S_V / S_R = \log^{-1} 45 / 20 = 178$

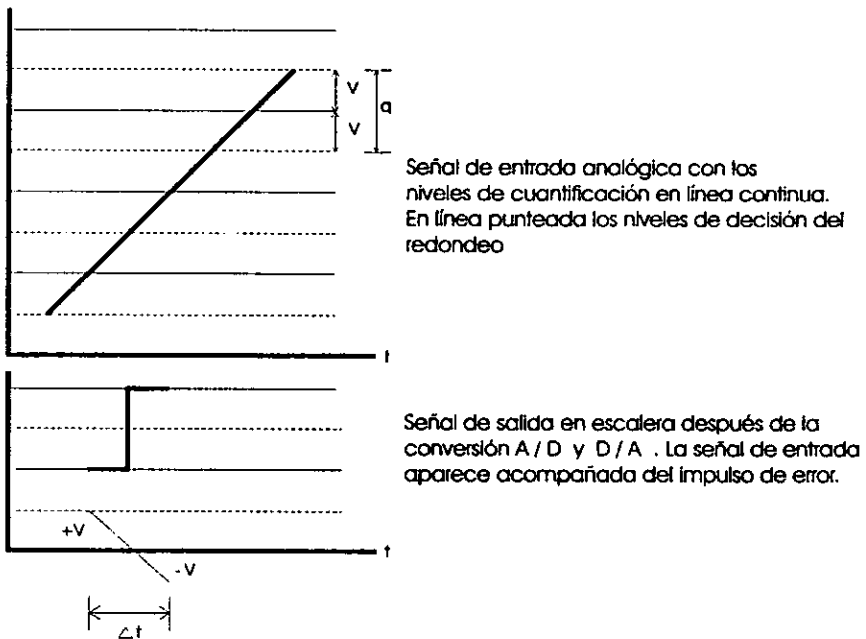
Por lo tanto, la señal de ruido aceptable es $S_R = 0.7 / 178 = 3.93 \text{ mV}$

Para calcular el valor de cresta del ruido admisible, debe conocerse la estructura del ruido en términos de frecuencia y variaciones de voltaje.

En la figura A - 3 (b) se tiene una señal analógica de entrada en forma de rampa. Las líneas gruesas representan los niveles de cuantificación y las interrumpidas los niveles de indecisión. A los picos de la señal muestreada que caen dentro de los intervalos de cuantificación se les asigna el valor más próximo.



(a) Estructura de los impulsos del ruido de cuantificación.



(b) Errores de cuantificación durante un intervalo Δt

Fig. A - 3 Errores de cuantificación.

En la parte inferior de la fig. A - 3 (b) se ven los impulsos de error en función de sus amplitudes, donde se observa su estructura triangular con una amplitud pico a pico de $2V$ (el error tiene por límites $\pm V$ en el intervalo de tiempo Δt), equivalente a un intervalo de cuantificación q . La ecuación de la recta (hipotenusa) del triángulo error puede escribirse

$$s(t) = \frac{-2V}{\Delta t}t = -\frac{q}{\Delta t}t$$

el valor eficaz de una función Y se determina por la ecuación:

$$Y_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} Y^2 dt}$$

Al sustituir Y por $s(t) = -\frac{q}{\Delta t}t$ y T por Δt , se obtiene

$$S_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{\Delta t} \int_{-\Delta t/2}^{\Delta t/2} \left(\frac{qt}{\Delta t}\right)^2 dt}$$

como q y Δt son constantes, se obtiene

$$S_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{q^2}{\Delta t^3} \int_{-\Delta t/2}^{\Delta t/2} t^2 dt} = \sqrt{\frac{q^2}{\Delta t^3} \left[\frac{t^3}{3}\right]_{-\Delta t/2}^{\Delta t/2}} = \sqrt{\frac{q^2}{\Delta t^3} \left[\frac{\Delta t^3}{24} + \frac{\Delta t^3}{24}\right]} = \frac{q}{\sqrt{12}}$$

La fórmula que proporciona la relación señal / ruido de cuantificación resulta entonces

$$\text{Relación S / C} = 20 \log \frac{S}{\frac{q}{\sqrt{12}}} = 20 \log \frac{S \times \sqrt{12}}{q}$$

Al poner que el margen de excursión S está subdividido en N niveles de cuantificación, cada nivel adquirirá un valor $q = S / N$, de donde se sigue que $S = N q$ y

$$S / C = 20 \log \frac{N q \sqrt{12}}{q} = 20 \log N \sqrt{12} = (20 \log N + 10.8) \text{ dB}$$

Puesto que N está determinado por el mismo número de bits empleado para la cuantificación, podemos escribir

$$N = 2^m$$

en la m representa el número de bits.

Así pues, la fórmula S / C puede escribirse como sigue:

$$S / C = 20 \log 2^m + 10.8 = m \cdot 20 \log 2 + 10.8 = (m \cdot 6 + 10.8) \text{ dB}$$

Este valor tiene que ser igual o superior a 45 dB.

$$\text{Por consiguiente: } 45 \text{ dB} \geq (m \cdot 6 + 10.8) \text{ dB}$$

de donde $m \geq 5.7$ bits o sea 6 bits.

Con 6 bits el margen de excursión se divide en $2^6 = 64$ pasos o niveles de cuantificación, es decir, pasos mayores que 1 % video (1.6 %). Al tener en cuenta que una variación de 0.5 % del nivel individual de negro de las señales primarias (rojo, verde y azul) produce todavía desviaciones de color más o menos visibles, es necesario que se utilicen por lo menos 8 bits, lo que produce pasos de $1 / 2^8 = 1 / 256$, es decir 0.4 % video.

La relación S / C será pues

$$S / C = 20 \log 2^8 + 10.8 = 8 \times 20 \log 2 + 10.8 = 48 + 10.8 = 58.8 \text{ dB.}$$

Es de advertir que la relación señal / ruido, en lo que al video se refiere, se compone por una parte de

$$20 \log 2^m = m \cdot 20 \log 2 = m \cdot 6$$

es decir, una razón directa del número de bits (m), y por otra, de una cantidad constante de 10.8 dB, determinada por el valor eficaz del ruido de cuantificación.

La relación señal / ruido de cuantificación se puede calcular así fácilmente por la adición de seis veces el número de bits más 10.8 dB.

En alta resolución $m = 10$ ó 12 , aplicaciones en Medicina y Astronomía.

Codificación.

La codificación final de una señal de salida de un equipo depende de su aplicación. Para una utilización local normal, basta un código binario puro o quizás un código de complemento a dos. Pero cuando se trata de aplicaciones específicas, la codificación se convierte en un tema trascendente. Tal es el caso de la transmisión de señales donde es imprescindible tener en cuenta el medio por el que se transmite y los múltiples recursos utilizados para garantizar la corrección de errores, lo que motiva al análisis de múltiples posibilidades.

Dos planteamientos aparentemente contradictorios se mantienen aún hoy día acerca de la digitalización de la señal de TV en color :

1. La codificación de señal compuesta (fig. A - 4 a)
2. La codificación de las componentes (fig. A - 4 b)

La codificación de la señal compuesta .

Esta solución, propone simplemente digitalizar las señales compuestas existentes NTSC, PAL y SECAM . Está claro que de esta manera no se evita el problema de las distintas normas de televisión (incompatibilidad), ni siquiera empleando una frecuencia y una codificación idénticas. Después de la conversión digital / analógica obtenemos de nuevo las señales NTSC, PAL o SECAM.

La ventaja es que un equipo digital de este tipo se puede implementar sin la menor dificultad en los estudios analógicos existentes, sin codificar o decodificar la señal a PAL, NTSC o SECAM suplementariamente.

Sin embargo, esto sólo constituye una ventaja durante la fase de la transición de los estudios o equipos de postproducción analógicos a digitales, ya que con toda posibilidad, los estudios digitales evolucionarán lentamente.

Pasada la transición, la única ventaja que puede aportar la codificación de señal compuesta es el tratamiento de una señal única de vídeo, como ocurre actualmente en los estudios analógicos.

Así pues, concluimos que la coexistencia entre ambas codificaciones tiende a la digitalización global empleando las codificación de señales en componentes.

La codificación de las componentes .

Con este método, se digitalizan tres señales, es decir Y , $k_1(R - Y)$, $k_2(A - Y)$ en las que K representa un factor de multiplicación determinado por las características del sistema digital.

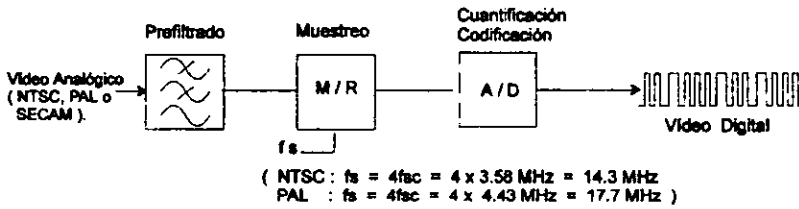
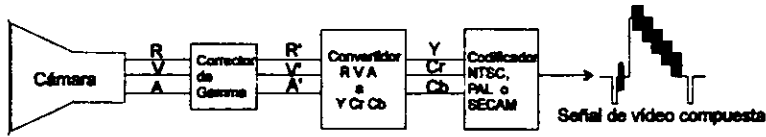
Las ventajas que se derivan son evidentes. Como los tres sistemas de televisión parten todos de las señales de luminancia y de las diferencias de color se alcanza un método mutuamente compatible. Se hace posible el intercambio internacional de señales digitales sin más operaciones. La compatibilidad puede alcanzarse por regulación internacional de los parámetros de muestreo, cuantificación y codificación.

En tal sentido, el CCIR emitió en 1982 la norma 4 : 2 : 2 CCIR 601 de televisión digital en componentes.

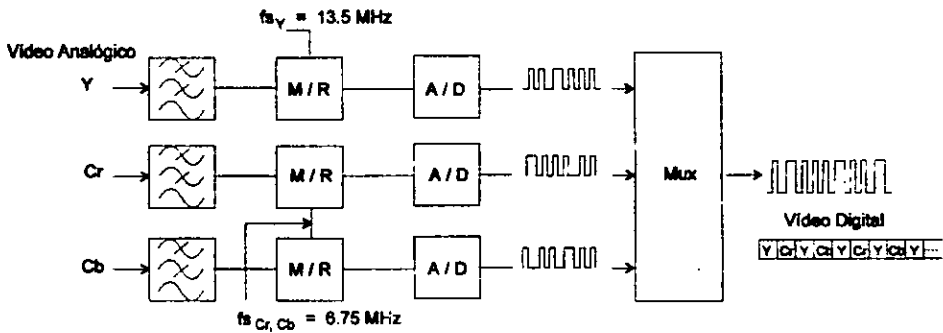
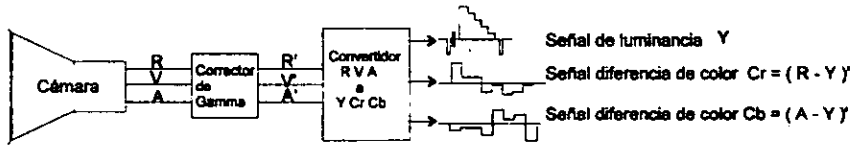
La segunda ventaja de esta codificación es que una vez alcanzada la digitalización plena de la producción, sólo se requiere un paso final de conversión digital / analógico y una codificación PAL, NTSC o SECAM según el sistema adoptado de transmisión.

Se anexará a las ventajas ya señaladas que el tratamiento digital en componentes elimina los efectos perturbadores mutuos de luminancia y crominancia .

Como desventaja se ha señalado que la codificación por componentes requiere un tratamiento de las tres señales mediante multiplexión, cuestión que en la técnica digital actual no ofrece dificultades notables.



a) Conversión A/D para vídeo compuesto.



b) Conversión A/D para vídeo en componentes.

Fig. A - 4 Digitalización de señales de televisión a) Señal compuesta, b) Señal en componentes

La norma 4 : 2 : 2 CCIR 601 de TV digital (MOVING PICTURE EXPERT GROUP - 2 " MPEG - 2 ").

Esta norma define los parámetros básicos del sistema de TV digital que asegura la mayor compatibilidad mundial, a la vez que permiten desarrollo de posteriores normatividades sobre otras cuestiones específicas y la posibilidad de unir esfuerzos de radiodifusores y fabricantes en una línea segura de progreso.

Señales Codificadas .

Se trata de un sistema de codificación de componentes, o sea que se muestrean las señales de luminancia Y' y las dos señales diferencias de color $(R - Y)'$ y $(A - Y)'$, señales que han pasado ya por el corrector de gama.

Si los valores de las señales primarias se fijan en 1V, la señal Y' variará entre 0 y 1 (V).

$(R - Y)'$ tendrá como valores extremos + 0.701 V y - 0.701 V respectivamente para el color rojo y el ciano saturado al 100% .

$(A - Y)'$ se elevará, para el azul y el amarillo saturados al 100% respectivamente a + 0.886 V y - 0.886 V.

Para reducir estos valores extremos a 1 V, esto es a + 0.5V y - 0.5V, los coeficientes se calculan como sigue :

$$\text{para el rojo } k_R = 0.5 / 0.701 = 0.713$$

$$\text{para el azul } k_A = 0.5 / 0.886 = 0.564$$

Las señales diferencias de color muestreadas se transforman entonces en :

$$0.713(R - Y)' \text{ y } 0.564(A - Y)'$$

La frecuencia de muestreo .

La frecuencia de muestreo se fijó en 13.5 MHz para la señal de luminancia. Para señales diferencias de color basta con un ancho de banda más limitado. Se muestrean pues con la mitad de la frecuencia de la luminancia, o sea 6.75 MHz.

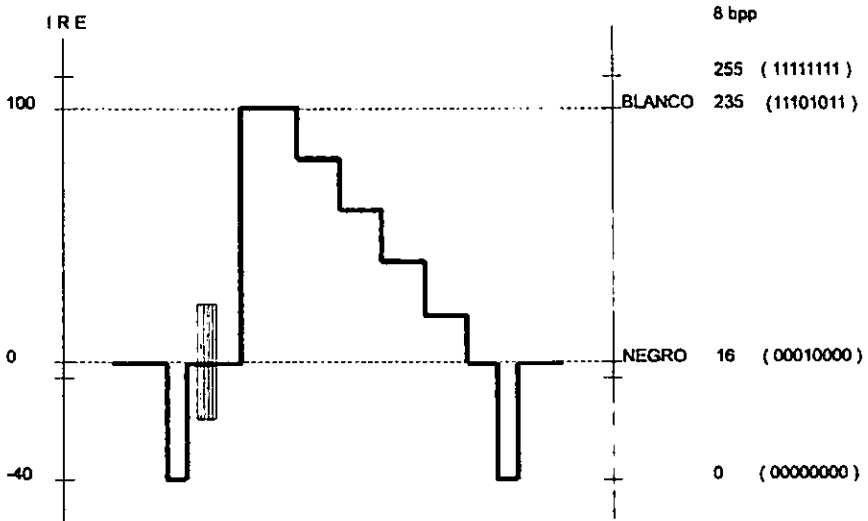
Esto conduce respectivamente en PAL y NTSC a 864 y 858 muestra por línea en lo que corresponde a la luminancia y a 432 y 429 para las señales diferencias de color.

La estructura de muestreo es ortogonal ya que la frecuencia de muestreo es un múltiplo entero de la frecuencia de líneas.

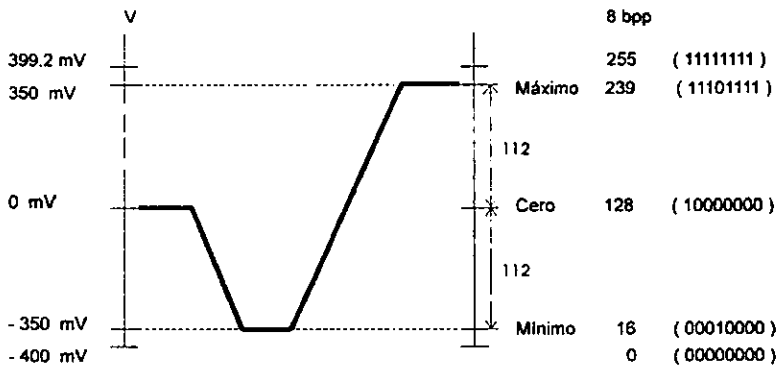
Esta estructura se repite a cada campo y cuadro. Las muestras de las señales diferencias de color se toman al mismo tiempo que las muestras impares de la luminancia, o sea a la primera, tercera, quinta, ... muestra de cada línea. La codificación es lineal y se compone de 8 bits por muestra, tanto para la luminancia como para las señales diferencias de color, lo que corresponde a $2^8 = 256$ niveles de cuantificación.

Se toman 220 niveles de cuantificación para la luminancia. El nivel del negro corresponde al número 16; el nivel del blanco al 235 ($235 - 16 + 1 = 220$). Queda una pequeña reserva de cerca del 10% para tener en cuenta una eventual sobremodulación.

Se utilizan 224 niveles de cuantificación para las señales diferencias de color con un valor de cero analógico correspondiente al número digital 128, lo que proporciona como valores extremos (128 ± 112) o sea entre 240 y 16, lo que supone una reserva de 16 niveles a ambos lados. Esto se representa en la figura A - 5 .



(a)



(b)

Fig. A - 5 Cuantificación de la señal de a) luminancia y b) crominancia.

Distribución de muestras por línea .

Los bits de luminancia y de diferencia de color se transmiten multiplexados en el tiempo. Para evitar velocidades binarias elevadas, se puede omitir el muestreo durante la supresión de línea, puesto que la información que se halla en este intervalo es idéntica para todas las líneas y es bien conocida. Por ello, el número de muestras activas se fijó en 720 por línea, tanto para la norma de 625 como para la de 525 líneas.

Como el periodo de muestreo es

$$T = 1 / 13.5 \text{ MHz} = 0.074074 \mu\text{s}$$

una línea activa tendrá $0.074074 \mu\text{s} \times 720 = 53.33 \mu\text{s}$ valor suficiente, al sobrepasar el valor de la línea activa analógica (53 μs).

El origen del tiempo 0H de una línea de TV se hace coincidir con el flanco frontal de sincronismo horizontal. A partir de 0H se tiene la siguiente distribución de muestras en el sistema 625 - 50 (figura A - 6):

- _ Un tiempo equivalente a 132 periodos de muestreo donde no se realizan muestras. Esto equivale a $0.074074 \mu\text{s} \times 132 = 9.778 \mu\text{s}$.
- _ 720 periodos de muestras activas que equivalen a $720 \times 0.074074 \mu\text{s} = 53.33 \mu\text{s}$.
- _ Un tiempo equivalente a 12 periodos de muestreo en el que no se toman muestras activas.

Dando un total de muestras no activas de $132 + 12 = 144 \times 0.074074 \mu\text{s} = 10.66 \mu\text{s}$

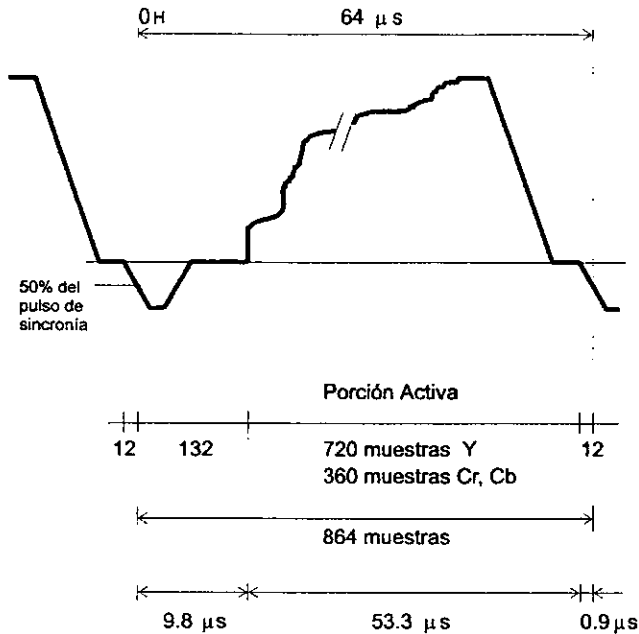


Fig. A - 6 Distribución de las muestras en los sistemas 625 - 50 .

En la norma de 525 líneas hay también 720 muestras activas por línea, pero el número de muestras no activas $858 - 720 = 138$, se dividen en 122 muestras antes y 16 detrás de las muestras activas (figura A - 7).

La codificación lineal con 8 bits es la forma en la que las señales tienen que presentarse a la entrada y a la salida de los equipos. Dentro de los aparatos, sin embargo el número puede ser diferente. Por ejemplo, la señal en una cámara o telecine antes del corrector de gama podrían codificarse con 10 ó 12 bits para aumentar la precisión y evitar así pasos demasiado grandes. Después del tratamiento dentro del equipo, la señal puede reducirse a 8 bits.

A continuación mostramos en la tabla No. 1 un resumen de la norma completa de TV digital y en la tabla No 2 la duración de una línea digital.

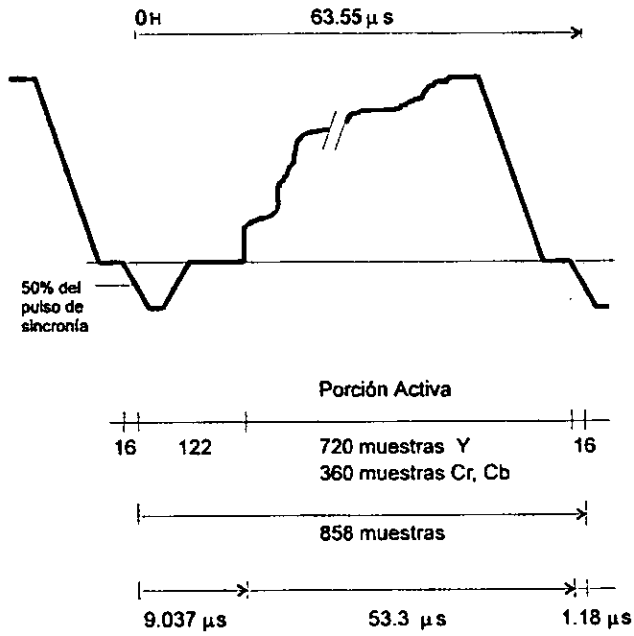


Fig. A - 7 Distribución de las muestras en los sistemas 525 - 60 .

Tabla No. 1

Parámetros de la norma 4 : 2 : 2	Sistema	
1. Señales codificadas	525 líneas 60 campos	625 líneas 50 campos
2. Número de muestras por línea completa: - luminancia Y - cada señal de diferencia de color (R - Y), (A - Y)	Y, (R - Y), (A - Y)	
3. Estructura de muestreo	Ortogonal, estructura idéntica para todos los campos y cuadros. Las señales (R - Y) y (A - Y) se muestrean simultáneamente con las muestras impares de la luminancia.	
4. Frecuencia de muestreo : Y (R - Y), (A - Y)	13.5 MHz 6.75 MHz	
5. Codificación	Cuantificación lineal. Codificación con 8 bits por muestra por la luminancia y cada diferencia de color.	
6. Número de muestras activas por línea digital : Y (R - Y), (A - Y)	720 360	
7. Correspondencia entre los niveles video y de cuantificación : Y (R - Y), (A - Y)	220 niveles de cuantificación. El nivel negro corresponde al número digital 16; el nivel nominal de blanco al número 235. 224 niveles de cuantificación en la parte central del margen de cuantificación. El nivel de video cero corresponde al número 128.	

Tabla No. 2

Parámetros de la norma 4 : 2 : 2	Sistema	
	525 líneas 60 campos muestras / μ s	625 líneas 50 campos muestras / μ s
Duración del intervalo entre el origen de tiempo 0H y el principio de las muestras activas.	122 / 9.037	132 / 9.778
Duración de la línea digital activa.	720 / 53.33	720 / 53.33
Duración del intervalo entre el fin de la línea digital activa y el origen 0H.	16 / 1.185	12 / 0.889
Total	858 / 63.55	864 / 64

Técnicas que hacen posible la transmisión de vídeo y audio digitales.

Las principales características de un sistema de transmisión son :

- velocidad de transmisión
- ancho de banda necesario
- relación señal a ruido
- probabilidad de error

Estos cuatro conceptos están íntimamente ligados en la fórmula de Shanon-Hartley referentes a la capacidad del canal. Es decir, la máxima rapidéz con la que podemos transmitir información a través de un canal con ancho de banda y relación señal a ruido especificadas, con una probabilidad de error tan pequeña como se requiere, tiene un límite determinado por la capacidad del canal.

La velocidad de transmisión depende fundamentalmente del ancho de banda del canal y de la relación señal a ruido que se puede tener. Desde luego, entre mayor es la velocidad de transmisión mayor cantidad de información se puede transmitir en un momento dado, o inversamente entre mayor cantidad de información se requiera transmitir, tendrá que disponerse de mayor ancho de banda.

El problema de la transmisión de vídeo y audio digital reside principalmente en que la velocidad binaria es demasiado alta.

A partir de la frecuencia de muestreo y el número de bits por muestra, obtenemos como velocidad binaria para un sistema de 625 líneas :

$$(864 \text{ muestras} + 432 \text{ muestras} + 432 \text{ muestras}) \times 8 \text{ bits/muestras} \times 625 \text{ líneas} \times 25 \text{ cuadros} = 216 \text{ M bits/s.}$$

Esa velocidad binaria supone una frecuencia fundamental de 108 MHz, valor exageradamente elevado.

Transmitiendo únicamente las 720 muestras correspondientes a una línea de televisión activa, la cantidad de bits se reduce a 180 Mbits/s, lo que sigue siendo muy alto, y en este caso se trata únicamente de datos de vídeo sin bits de protección, sincronismo, etc.

En el formato de vídeo de acuerdo con la recomendación CCIR 601 para NTSC se tienen las siguientes velocidades :

Vídeo en componentes 270 Mbps

Vídeo compuesto 143 Mbps

Y la capacidad de canal de algunos medios es :

T1	1.5 Mbps
E1	2 Mbps
Canal para vídeo	4 - 20 Mbps
ATM	100 Mbps

Es por lo tanto necesario aplicar métodos para reducir la velocidad binaria teniendo en cuenta la calidad de imagen, capacidad de tratamiento y resistencia a los errores de transmisión.

Factores que hacen posible la reducción de la velocidad binaria.

Existen varias fuentes de redundancia en las señales de televisión que posibilitan la reducción de la velocidad binaria, estas incluyen la redundancia estadística, la redundancia espectral y la redundancia de percepción.

La redundancia estadística proviene del alto grado de similitud entre muestras adyacentes en el espacio es decir en la dirección horizontal (x), vertical (y), y en el tiempo (z). Este tipo de redundancia se puede reducir sin degradar la imagen.

La redundancia espectral (en el campo digital), es el resultado del sobremuestreo.

Utilizando técnicas apropiadas, la frecuencia de muestreo efectiva puede reducirse (submuestreo), pero por lo regular, con una degradación irreversible de la señal.

La redundancia de percepción se relaciona con ciertas limitaciones del sistema visual humano, o sea del mecanismo ojo - cerebro. El cine y la televisión ya sacan partido de eso, proyectando sólo respectivamente 24 y 25 (ó 30) imágenes por segundo.

Técnicas para la reducción de la velocidad binaria.

Los métodos no reducen la velocidad binaria por si misma, sino que tienden a obtener una nueva señal más adecuada para su codificación utilizando un menor número de bits por muestra que el original. Sin embargo debe señalarse que la magnitud de la reducción de redundancia que puede conseguirse, sin pérdidas de información, es generalmente muy baja. **Relaciones de compresión** más elevadas pueden obtenerse únicamente recortando una cierta parte de las señales no redundantes. El procedimiento según el cual funcionan estas técnicas es el de la eliminación de la parte de la información que resulta menos necesaria para la reproducción correcta de la imagen.

A continuación se indica un cierto número de técnicas que se utilizan para conseguir la reducción real de la velocidad binaria:

Eliminación de los intervalos de sincronización y supresión.

La eliminación de los intervalos de sincronización y supresión, que son altamente redundantes, proporcionan un ahorro apreciable de velocidad binaria sin introducir ninguna degradación de la calidad de imagen y es relativamente fácil de conseguir . Esta técnica resulta aplicable a todos los sistemas de codificación de televisión.

Submuestreo.

El submuestreo espacio - temporal es el método más obvio de reducción de la velocidad. En general, la consecuencia de este proceso es la pérdida de resolución de la señal. Sin embargo con la utilización de un esquema adecuado de muestreo, junto con una operación correspondiente de prefiltrado, puede reducirse la repercusión del proceso del submuestreo. El submuestreo puede llevarse a cabo sobre toda la imagen o puede restringirse a ciertas zonas específicas de ella.

Cuantificación.

La cuantificación efectiva implica la reducción del número de bits que representa cada muestra, pueden utilizarse varios cuantificadores. La conmutación entre cuantificadores puede basarse en el modo en que está funcionando el codificador o la conmutación puede basarse en las propiedades de la imagen.

Técnicas de codificación.

La idea tras un codificador es minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la salida del cuantificador.

Cuantificación entrópica (Huffman) : Dependiendo de la probabilidad de aparición de cada uno de los valores de salida del cuantificador asigna códigos de longitud más corta a valores frecuentes y códigos de longitud mayor a valores menos frecuentes.

Métodos de las transformaciones.

En las técnicas de codificación por transformación la señal se segmenta en bloques, cada bloque se transforma utilizando una de las transformadas ortogonales conocidas, por ejemplo la transformada de coseno discreta (DCT).

En este método, cada muestra digital se multiplica por una matriz de transformación que reordena la composición espectral de la señal dando por resultado un cambio en el formato de la señal para eliminar la redundancia entre píxeles, logrando la compresión de la imagen .

Técnicas de codificación con predicción.

Debido a que la señal de TV no cambia apreciablemente de un elemento de imagen a su adyacente, de una línea a su consecutiva y de un cuadro al siguiente, puede conseguirse una reducción de la velocidad binaria enviando sólo las diferencias detectadas en la señal. El valor de cada nuevo elemento de imagen (pixel) se compara con el valor medio de los elementos de imagen adyacentes. La diferencia entre estos valores será en general pequeña y su transmisión requieren menos bits de codificación

Técnicas de estimación de movimiento.

Consiste en la estimación del movimiento de diferentes objetos desde una trama (o cuadro) a la siguiente, realizando la predicción en la dirección del movimiento.

La estimación del desplazamiento puede llevarse a cabo antes de la codificación, en cuyos casos los vectores de desplazamiento habrán de transmitirse al receptor. Como alternativa, la estimación del movimiento puede llevarse a cabo en base a la información previamente codificada. En este caso las estimaciones de desplazamiento no han de transmitirse y pueden generarse en el receptor.

Los métodos de codificación más eficaces para la reducción de la velocidad binaria son la codificación con predicción y la codificación por transformación junto con la eliminación de los intervalos de supresión de línea, aunque, desde el punto de vista práctico la mayoría de los equipos de codificación desarrollados hasta el momento se basan en la codificación con predicción.

Es importante reconocer que los requisitos de la calidad de la imagen para su presentación en pantalla en condiciones normales de visión son bastante diferentes de los necesarios para un tratamiento posterior. Por tanto, al seleccionar los sistemas, técnicas y parámetros de reducción de la velocidad binaria, es importante tener en cuenta las propiedades del receptor es decir el sistema visual humano o un equipo de tratamiento.

En general estos sistemas digitales se diferencian por las distintas relaciones de compresión y descompresión aplicadas a la luminancia y señales diferencias de color, así como a la distribución temporal de la información más adecuada a los fines que se persiguen en cada caso.

A pesar de las ventajas de "transparencia" que ofrece el uso de las señales digitales, todavía existen limitaciones técnicas que impiden alcanzar el objetivo de un Estudio al 100% digital. La razón fundamental es la existencia de equipos que usan señales analógicas NTSC / PAL todavía en servicio tanto por razones de amortización, como porque la tecnología digital ha encontrado dificultades de aplicación operativas o económicas.

En cada cambio analógico \leftrightarrow digital se genera una cierta degradación acumulativa que afecta el resultado final. Otra limitación notable la establecen las interfaces de distribución y enrutadores que si bien han sido ya normalizados por el CCIR, todavía no han alcanzado el desarrollo demandado por las necesidades prácticas, a la vez que mantienen costos nada despreciables.

Puede así afirmarse que para ganar el mundo digital al 100% se requiere una total facilidad de interconexión entre equipos que los conviertan en realmente universales. En tanto esto ocurre, el atractivo que ofrece la distribución en señales codificadas NTSC, PAL y SECAM es bien grande y mantiene reticentes a muchos radiodifusores a emprender el avance total hacia lo digital.

APÉNDICE II

TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN

TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN

Los prototipos de equipamiento de T.V. de alta definición (High Definition TV, HDTV) que han sido desarrollados en Japón, se han usado para demostrar la factibilidad técnica de producir programas de T.V. en video de auténtica alta definición. También están familiarizados con las tendencias y predicciones en tecnología de máxima integración que sugieren que en unos pocos años la capacidad de los chips en términos de aumento de puertas por chip y mayor velocidad de respuesta, supondrá un incremento del tiempo útil, de más del doble del actual, sin variación en el costo.

Los progresos de la tecnología de comunicaciones por satélite y cable refuerzan ese punto de vista, considerando que estamos en el umbral de una revolución en la difusión, lo que supondrá un salto cualitativo en el funcionamiento de los sistemas de televisión y llevará a los hogares la experiencia del cine en casa. Respecto al punto de vista de la inminencia de cambios revolucionarios, existe una presión creciente frente a la adopción de estándares para la producción de HDTV, ya que el estándar universal sería parecido al sistema 1125 / 60 / 2 : 1 (1125 líneas, 60 campos y barrido entrelazado 2 : 1) con una relación de aspecto 16 : 9 propuesto por NHK (Nippon Hoso Kyokai : Organización Pública de Radio- Difusión en Japón) y la industria japonesa (también probado por la CBS en los Estados Unidos).

Para la difusión de dicho estándar, se requiere 5 veces el ancho de banda de los sistemas normales de T.V.; esto se puede reducir adoptando un sistema de modulación digital al que se añade un sofisticado procesador digital en el transmisor y en el receptor. Por medio de esto se espera reducir las necesidades de ancho de banda de radio-frecuencia y hacerlas equivalentes a aquellas de sólo dos canales de televisión convencionales.

Haciendo una comparación, la resolución potencial de la imagen disponible en este sistema compatible de 625 líneas, a una distancia de visionado de unos 3.8 H (3.8 veces la altura de la pantalla de T.V.), debe ser equivalente a la que se obtendría con el propuesto NHK, a una distancia de visionado de 3.8 H.

Los procesos que implican este tipo de transmisiones de alta definición compatible podrán ser aplicados en usos domésticos por medio de la inclusión de memorias de campo en los equipos de recepción. Las predicciones de desarrollo en tecnología sugieren que esto podría ser económicamente viable. Estos procesos ya han sido estudiados en laboratorio y los resultados obtenidos hasta ahora permiten suponer que los objetivos técnicos serán alcanzados.

El método convencional de televisión de alta definición consiste en aumentar el número de líneas del sistema de transmisión, que conlleva un aumento de ancho de banda y la incompatibilidad con los sistemas existentes.

Requisitos para un sistema de T.V. de Alta Definición.

Los requisitos para un sistema de este tipo han sido objeto de estudio en todo el mundo, quizá los estudios más extensos en los últimos tiempos han sido los que han hecho en Japón en los laboratorios de la NHK. Aunque algunos de los resultados obtenidos por NHK han sido objeto de continua polémica, es generalmente aceptado que los trabajos que han publicado establecen los requisitos básicos para la HDTV.

Las necesidades más importantes para la televisión de alta definición están recogidas en los siguientes párrafos.

- Área de imagen, relación de aspecto y distancia de visionado.
- Resolución espacial.
- Resolución temporal.
- Exigencias de proyección.

Superficie de imagen, relación aspecto y distancia de visionado.

Los resultados de las extensas pruebas que NHK han realizado, sugieren que la distancia de visionado óptima para imágenes de alta resolución en pantalla grande, está en la escala comprendida entre $3H$ y $4H$ (siendo H la altura de la imagen). Para esta distancia de visionado, la relación de aspecto preferible es de alrededor de $16 : 9$. Para imágenes estáticas sería preferible áreas más grandes (a una distancia menor de $2.5 H$) y una relación de aspecto más amplia (hasta $2 : 1$). Para imágenes que contienen un movimiento considerable, la visión a distancias cortas puede producir mareo y fatiga, siendo preferible aumentar la distancia de visionado a unos $4 H$. Los resultados obtenidos (a distancia de $2.5 m$) son consecuentes con la práctica que se viene desarrollando en los cines en los Estados Unidos, donde las prospecciones muestran que la media de la distancia de visionado - centro de cine - es de $3.3 H$.

Respuesta del ojo humano a la frecuencia espacial - temporal.

Para una relación alta de contraste y brillo el ojo puede *resolver* frecuencias de hasta 60 ciclos por grado (c / deg) espacialmente y de 70 Hz temporalmente, ver figura B - 1.

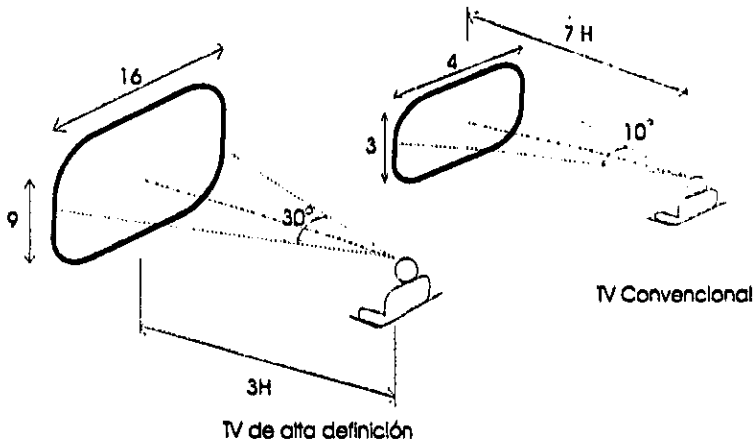


Fig. B - 1 Comparación de HDTV y un sistema de T.V. convencional.

Otro factor a considerar es la interrelación entre las frecuencias espacial y temporal. Por ejemplo, la respuesta del ojo a la frecuencia espacial disminuye con el aumento de la frecuencia temporal. Para una distancia de visionado de 4 veces la altura de la imagen (4 H), una frecuencia espacial de 60 ciclos por grado representa una frecuencia vertical de 855 ciclos por altura de imagen (c / ph). Para 3 H el equivalente en frecuencia vertical es de 1135 c / ph. Entonces, en términos de resolución vertical, supondría que sería necesario un estándar de exploración con 1710 líneas activas para la transmisión de imágenes lo más naturales posible (life - like) a una distancia de visionado de 4 H; y 2270 líneas activas para 3 H. Para poder acomodar la resolución temporal de 70 Hz será preciso un nivel de campo de 140 Hz. Aunque si tenemos en cuenta el seguimiento del movimiento por el ojo, los requisitos de resolución temporal varían para alcanzar una perfecta reproducción y la resolución precisa necesitará ser más alta. Según esto, resulta evidente que la televisión " perfecta " (en términos de resolución) es poco práctica.

Por tanto, habría que definir objetivos más razonables para un nuevo sistema, que aunque no ofrezca una reproducción perfecta, si ofrezca mejoras en comparación con los sistemas convencionales.

Resolución Espacial.

Usando una exploración de 2 : 1 y una frecuencia de campo de 60 Hz, los investigadores de la NHK han aplicado una resolución espacial de 14 ciclos por grado para llegar a calcular que el número de líneas requeridas para las distancias de visionado en consideración, estarían entre 940 líneas a 4 H y 1240 para imágenes a 3 H. De cualquier manera hay que destacar que para un barrido entrelazado, un factor de entrelazado de 0.6 aproximadamente resulta ser más interesante, debido al efecto subjetivo de los defectos de reproducción. En el caso que se estudia, se ha utilizado un factor de entrelazado de 0.65: además se ha dado por supuesto un factor de 0.7. Para la pérdida de resolución subjetiva, debida a la exploración de línea, el número equivalente de líneas por imagen necesarias para una exploración secuencial sería de:

$$940 \times 0.65 = 611 \text{ líneas, para 4 H}$$

$$1240 \times 0.65 = 806 \text{ líneas, para 3 H}$$

Evidentemente, la representación de imágenes con un factor próximo a la unidad, precisaría de muy pocas líneas. Utilizando los resultados de la NHK, los requisitos de resolución espacial de luminancia quedan resumidos en el cuadro número 1.

CUADRO 1. Necesidades de variación de la resolución de la luminancia espacial con relación a distancia de visionado.

Distancia de visionado (múltiplos de la altura de la imagen)	4 H	3.5 H	3.3 H	3 H
Número de líneas por imagen (Exploración entrelazada 2 : 1)	940	1060	1125	1240
Número equivalente de líneas para exploración secuencial	611	689	731	806
Resolución vertical (Ciclos por altura de imagen)	200	225	239	264
Ancho de banda de luminancia (BL) para resolución horizontal equivalente (MHz)	11	14	16	19

Las exigencias de resolución de color están poco definidas en los textos existentes, sin embargo, queda claro que la relación de resolución espacial color - luminancia debe de estar en la escala de 3 : 1 a 4 : 1.

Resolución Temporal.

En el texto de la NHK no quedan muy claras las exigencias de resolución temporal precisas para la HDTV, sin embargo se sugiere que una relación de campo entrelazado de 40 Hz puede ser suficiente en términos de resolución, aunque por supuesto no en términos de oscilación de imagen en pantalla.

Estándar provisional para HDTV propuesto por NHK.

De acuerdo con los resultados de sus estudios , NHK ha propuesto un estándar provisional para la televisión de alta definición, cuyos principales parámetros quedan expuestos a continuación en el cuadro número 2.

CUADRO 2 : Estándar provisional para T.V. de alta definicion de NHK

Número de líneas de exploración	1125
Relación de aspecto	16 : 9
Relación de entrelazado de línea	2 : 1
Frecuencia campo - repetición	30 Hz
Anchos de banda de video:	
Señal de luminancia (Y)	20 MHz
Señales de diferencia de color (C) con:	
Banda ancha	7 MHz
Banda estrecha	5.5 MHz

Desde hace unos años se vienen desarrollando prototipos de televisión de alta definición que trabajan de acuerdo al estándar provisional, y se han hecho numerosas demostraciones de la calidad de la imagen que se puede obtener a partir de este sistema. La reacción general que ha suscitado estas demostraciones ha sido muy positiva y se acepta generalmente que el estándar provisional ofrece una verdadera alta resolución, con una calidad comparable a la que obtiene con película de 35 mm.

Sin embargo, a la hora de ofrecer un estándar de HDTV para todo el mundo, los supuestos de la NHK se encuentran con dos problemas importantes. El primero es el gran ancho de banda de RF requerido para transmitir señales de video de gran amplitud de banda. Como contrapartida se han sugerido numerosos métodos de codificación de las señales de video para la transmisión de tipo DBS (Direct Broadcasting Satellite), pero parece ser que todas necesitan un ancho de banda de video de unos 30 MHz y un ancho de banda de radiofrecuencia superior a 100 MHz.

El segundo problema está directamente relacionado con la compatibilidad. Incluso si pudiéramos comprimir la señal hasta un ancho de banda de radiofrecuencia de unos 50 MHz, la señal transmitida sería absolutamente incompatible con cualquiera de los estándares terrestres existentes. Aunque esto no fuera un problema insalvable en algunas partes del mundo, sí lo sería en Europa, donde según el plan WARC 77 para la región 1; a cada país le ha sido asignado un máximo de 5 canales no adyacentes de 27 MHz, dentro de un plan de frecuencias basado en una separación por canal de 19.08 MHz. El único camino posible que Europa toma (parece ser) es encontrar una solución que tienda un puente para superar la distancia entre el sistema de T.V. convencional 625 / 50 / 2 : 1 y las exigencias expuestas para la HDTV.

Es de particular interés desde el punto de vista de la HDTV la propuesta presentada por el IBA (Independent Broadcasting Authority) para un sistema de modulación DBS conocido como C - MAC, cuyas características se adaptan a la futura evolución de la T.V. de alta definición compatible.

C - MAC. (Codificación de Componentes, Analógicos y Multiplexados).

El sistema C - MAC que ha sido propuesto por la EBU (European Broadcasting Union) al CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications) como estándar europeo, transmite las señales que componen la imagen y las señales de sonido digital en un multiplexor de tiempo compartido dentro de una línea de T.V. (64 μ s).

Las señales de sonido digital son comprimidas en un burst (impulso) de 20.25 Mbits/s, de aproximadamente 10 μ s que quedan situados en el período de blanking de línea, la luminancia (Y) y las señales de color (U y V) sufren una compresión de tiempo, para formar una señal de componentes analógicos en tiempo compartido multiplexado, que

se ajusta al período activo de la línea que sigue a la información digital, tal como se muestra en la figura B - 2.

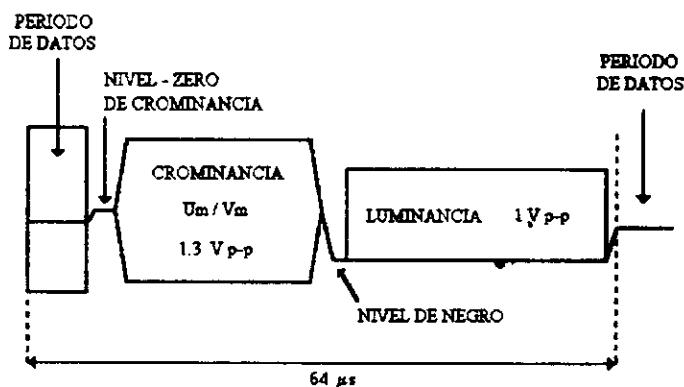


Fig. B - 2 Una línea típica del C - MAC.

Las señales de diferencia de color se transmiten en líneas alternas para poder minimizar las proporciones de compresión para todas las señales y mejorar las condiciones de ruido. Las proporciones resultantes de compresión para la luminancia y las señales de diferencia de color son de 3 : 2 y 3 : 1 respectivamente. Como consecuencia de la compresión de tiempo se produce un aumento proporcional de ancho de banda. Por tanto, para un sistema básico C - MAC con un ancho de banda de luminancia de 5.6 MHz se precisa un ancho de banda de 8.4 MHz, en función de la compresión.

Hay que resaltar sin embargo, que la ausencia de subportadora en el sistema C - MAC implica, en principio, que el ancho de banda de transmisión de video puede ser ampliado para aumentar la resolución horizontal. Las únicas limitaciones vendrían impuestas por el canal adyacente de radiofrecuencia, y se puede asegurar que el ancho de banda de transmisión de la señal de luminancia puede ser ampliado de 8.4 MHz a unos 11 MHz, sin encontrar dificultades.

Una característica más del sistema C - MAC es la facilidad para percibir cambios en los límites existentes entre las señales de diferencia de color e información digital y entre las señales de luminancia y diferencia de color, permitiendo así diversas opciones de uso. De forma resumida el sistema básico C - MAC consiste en los siguiente:

- Señal de luminancia limpia, con un ancho de 5.6 MHz (en comparación con los aproximadamente 3.5 Mhz del sistema PAL).
- Señales de diferencia de color limpias, con un ancho de banda de hasta 2.8 MHz (para 3 dB) (en comparación con el aproximadamente 1 MHz en PAL).
- Eliminación de los cruces (cross) de color y luminancia.
- Proporciona una mejora general de los niveles de ruido en comparación con PAL.
- Permite la inclusión de hasta ocho canales de sonido de alta calidad para acompañar a las imágenes del estándar MAC.
- Cumple todas las exigencias técnicas para la adopción de un estándar de transmisión europeo para la difusión directa por satélite DBS.
- Además, el sistema guarda un cierto potencial para la transmisión de la información adicional, necesaria para producir imágenes de alta definición y una mejor relación de aspecto para el visionado en pantalla grande en los hogares.

Hay cuatro factores importantes que se tratan a continuación en el campo de la TV de superior definición y que deben ser considerados al establecer comparaciones entre un sistema compatible y un sistema de auténtica TV de alta definición (HDTV) :

Las pantallas grandes.

Una imagen grande, aparte de tener el brillo y la fidelidad de color suficiente causa por si misma un aumento del impacto visual en el observador . Sin duda las grandes pantallas de alta calidad desarrolladas por la NHK y la industria japonesa han jugado un papel importante en el éxito de las demostraciones del sistema de 1125 líneas.

Mayor relación de aspecto.

Se ha alcanzado un cierto consenso tras la realización de tests subjetivos con respecto al aumento del tamaño de la imagen. Una mayor relación de aspecto es sin duda más favorable para la mayoría de las composiciones de cuadro. Debido a esto, el sistema de 1125 líneas tiene una relación de aspecto de 16 : 9 con preferencia sobre la relación 4 : 3 comúnmente empleada en TV.

En la industria del cine relaciones de aspecto superior son normalmente usadas. En cualquier caso se acepta generalmente que una relación de aspecto superior es favorable

para las pantallas grandes. La importancia relativa del tamaño de la pantalla y de la relación de aspecto es difícil de determinar.

Mejor resolución.

La resolución es claramente un factor importante desde el punto de vista de la imagen en grandes pantallas. En una situación ideal la resolución de una HDTV sería tan buena como el poder de resolución del ojo (para una distancia de visión típica). Con la capacidad de resolución de las 1125 líneas no se consigue, esto es impracticable por las requerimientos técnicos.

Desaparición de los efectos espurios.

Las emisiones de TV convencionales tienden a plagarse de los llamados efectos espurios. En realidad la mayoría de estos efectos lo que consiguen es reducir la resolución de imagen percibida por debajo de la capacidad teórica del sistema.

Resolución.

El punto clave en el que un sistema compatible se ve más presionado a acercarse a la calidad del sistema de 1125 líneas es el de la resolución. Aquí, la resolución se toma por referencia a las resoluciones horizontal, vertical y temporal.

Resolución horizontal.

El ancho de banda de vídeo que se puede conseguir en el canal de frecuencia modulada DBS (Direct Broadcasting by Satellite) de 27 MHz está probablemente entre los 9 y los 12 [MHz]. En las pruebas más normales se ha usado un ancho de banda de 8.5 MHz, en cualquier caso, y puesto que no hay subportadoras (ni para sonido ni para color) en el sistema de codificación MAC (Componentes analógicos multiplexados), este ancho de banda puede ser aumentado libremente hasta que aparezcan limitaciones por culpa de las interferencias. El ancho de banda entre 9 y 12 [MHz] corresponde a un ancho de banda de luminancia sin comprimir de entre 6 y 8 [MHz] y un ancho de banda máximo de diferencia de color sin comprimir de 3 a 4 [MHz].

Resolución Vertical.

La influencia de la línea estándar de transmisión y de la línea estándar de imagen necesitan ser consideradas de forma separada. El límite de la resolución vertical teórica es fijado por el formato de líneas enviado en la transmisión y puede ser definido como la mitad de la frecuencia de muestreo vertical. Si nos fijamos en un sistema con un formato de transmisión de 625 líneas para la luminancia (de las cuales 575 son activas) entonces el

limite superior de la frecuencia vertical en el sistema es $575 / 2 = 287.5$ ciclos por altura de imagen [c / pH].

Por último, habiendose mostrado una sinópsis del concepto conocido como TVHD, podemos entender la dificultad de implantar un sistema de TV con estas características a nivel mundial. Por el momento se encuentran inconclusas las normas que regirán este servicio. Pero si se desea detallar en aspectos relacionados con TVHD, consultar bibliografía.

APÉNDICE III

NORMAS

NORMAS DE TV

El volumen XII de normas del CMTT nos muestran las normas de transmisión a Larga Distancia de señales de radiodifusión sonora y de televisión, las cuales nos permitirán entregar y brindar un servicio con calidad. Por esta razón decidimos enumerar las normas que regulan cada área de manejo de TV de forma Analógica y Digital.

Cabe hacer mención que las normas de Video Analógico en las cuales se ha basado el Reporte No. 7 de NTSC y TVSA están contenidas en la Recomendación 567-2.

A continuación se presenta una lista de normas de video:

Sección CMTT A

Normas y Objetivos de calidad de transmisión de señales de televisión.

- | | |
|---------------|--|
| Re. 576-2 | Calidad de transmisión de los circuitos de televisión diseñados para ser utilizados en conexiones internacionales. |
| Informe 965 | Características de transmisión de circuitos de televisión por sistemas del servicio fijo por satélite. |
| Informe 815-1 | Características de transmisión de los enlaces ascendentes para los satélites de radiodifusión de TV. |
| Informe 1090 | Utilización de estaciones terrenales transmisoras transportables para la transmisión por satélite de reportajes de TV. |
| Re. 568 | Valor único de relación señal / ruido para todos los sistemas de TV. |
| Informe 637-3 | Relación señal / ruido en TV. Efectos de la red de desacentuación, sola o combinada con una red de ponderación. |
| Informe 816-2 | Características, métodos y objetivos de diseño de los circuitos internacionales de TV. |
| Informe 636-3 | Distorsión de señales de larga duración en circuitos de TV de larga distancia. |

- Informe 635-2** Distribución de las tolerancias para la TV en color.
- Informe 966-1** Objetivos de calidad de transmisión para convertidores de normas de TV que utilizan memorias de trama.
- Informe 1091** Técnicas de embrollamiento de la señal de imagen para garantizar el secreto de las transmisiones de TV analógicas.
- Informe 1092** Transmisión de señales de TV de alta definición.
- Rc. 603** Cadena ficticia de referencia para transmisiones de TV a muy larga distancia.
- Rc. 604-1** Transmisión digital de TV : Principios generales.
- Rc. 658** Transmisión mixta analógica y digital de señales compuestas analógicas de TV.
- Informe 646-3** Transmisión digital o mixta analógico-digital de señales de TV.
- Informe 1093** Transmisión digital de señales de TV con codificación de componentes y técnicas de reducción de la velocidad binaria.
- Informe 817-2** Información recibida de las Comisiones de estudio XV y XVIII del CCITT relativa a los sistemas de transmisión digital.
- Informe 967-1** Televisión digital : Degradaciones en la transmisión y métodos de protección.

Sección CMTT B

Métodos de explotación y evaluación de la calidad de los sistemas de transmisión de señales de TV.

- Rc. 473-4** Inserción de señales de prueba en el intervalo de supresión de trama de señales de TV en blanco, negro y en color.
- Informe 314-6** Inserción de señales especiales en el intervalo de supresión de trama de una señal de TV.

- Informe 818-2** **Sistemas de conmutación automática para circuitos de TV.**
- Informe 639-2** **Disponibilidad de un circuito o cadena internacional de TV**
- Informe 1094** **Influencia de una señal de dispersión de energía en la calidad de imagen de las transmisiones de señales de TV por satélite y en la medición automática de ciertos parámetros.**
- Rc. 569-2** **Definiciones de los parámetros para la medición automática simplificada de señales de prueba de inserción en TV.**
-
- Informe 411-4** **Medición y comprobación técnica automáticas de la calidad de funcionamiento de las cadenas de TV.**
- Rc. 570** **Utilización de una señal de prueba normalizada como carga convencional de un canal de TV.**
- Informe 643-2** **Utilización de una señal de prueba normalizada como carga convencional de un canal de TV.**
- Informe 819** **Aplicación de señales de prueba de inserción en circuitos de TV digitales y mixtos analógico-digitales.**

Sección CMTT C

Normas y objetivos de calidad para la transmisión de canales de sonido.

- Rc. 502-2** **Circuitos ficticios de referencia para transmisiones radiofónicas. Sistemas terrenales y Sistemas del servicio fijo por satélite.**
- Rc. 503-3** **Características de los circuitos radiofónicos del tipo de 7 KHz (ancho de banda reducido). Circuito para transmisiones monofónicas de calidad media.**
- Rc. 505-3** **Características de los circuitos radiofónicos del tipo de 15 KHz. Circuitos para transmisiones radiofónicas, monofónicas y estereofónicas de alta calidad.**

- Informe 496-4 Circuitos de alta calidad para transmisiones monofónicas y estereofónicas.
- Informe 491-3 Características de las señales transmitidas por los circuitos para transmisiones radiofónicas.
- Informe 493-3 Compresores - Expansores para circuitos radiofónicos.
- Rc. 605-1 Estimación de la calidad de transmisión de circuitos radiofónicos de longitud menor o mayor que el circuito ficticio de referencia.
- Rc. 474-1 Modulación de señales en circuitos radiofónicos por señales perturbadoras producidas por fuentes de energía eléctrica.
- Rc. 659 Transmisión digital de programas radiofónicos - principios generales.
- Rc. 660 Transmisión de señales radiofónicas analógicas de alta calidad por circuitos analógico - digital utilizando canales de 384 Kbits / s.
- Informe 647-3 Transmisión digital de señales radiofónicas.
- Rc. 606 Frecuencia de muestreo que ha de utilizarse para la transmisión digital de señales radiofónicas de alta calidad.
- Informe 1095 Transmisión de señales radiofónicas con calidad de estudio digital.
- Informe 648-3 Degradaciones en la transmisión digital de señales radiofónicas y métodos de protección frente a ellas.

Sección CMTT D

Métodos de explotación y de evaluación de la calidad para la transmisión de los canales de sonido.

- Rc. 571-1 Señal convencional de prueba simuladora de señales radiofónicas para medir la interferencia en otros canales.
- Informe 497-3 Señal convencional de prueba que simula señales de programas

- radiofónicos para medir la interferencia en otros canales.
- Rc. 645 Señales de prueba para los enlaces radiofónicos internacionales.
- Rc. 661 Señales para la alineación de las conexiones radiofónicas internacionales.
- Rc. 642 Limitadores para las señales de programas radiofónicos de alta calidad
- Informe 820-1 Valores relativos de los niveles de señales radiofónicas establecidos por medio de un vúmetro y de un indicador de cresta de señal radiofónica.
- Informe 642 Interrupciones en los servicios radiofónicos .
- Informe 822-2 Transmisión de señales radiofónicas a larga distancia. Aparatos para pruebas automáticas, periódicas de los circuitos radiofónicos.
- Informe 968 Métodos de medición de la distorsión debida a los errores en los bits de las señales radiofónicas codificadas digitalmente.

Sección CMTT E

Transmisión de señales que asocian por multiplaje las señales de imagen, de sonido y de datos . Transmisión de señales de nuevos sistemas.

- Informe 412-3 Diferencias entre los tiempos de transmisión de las componentes de sonido y de imagen de una señal de TV.
- Rc. 572 Transmisión de un programa radiofónico asociado a una señal analógica de una TV, mediante multiplaje por distribución en el tiempo en los impulsos de sincronismo de línea.
- Informe 488-4 Transmisión de señales de ruido y de imagen con multiplaje por distribución en el tiempo o con multiplaje por distribución de

frecuencia.

- Informe 969** Métodos de medición y procedimientos de prueba para señales especiales insertadas por multiplexión en el tiempo en el intervalo de supresión de trama de una señal analógica de TV.
- Informe 970** Características de las señales de vídeo. Limitación de las componentes espectrales fuera de banda.
- Informe 823-1** Tratamiento de las señales especiales insertadas en el intervalo de supresión de trama de una señal de TV, es un punto en el que se efectúa la conversión de normas de TV o de sistema de color en un circuito internacional.
- Informe 1096** Transmisión de señales de TV que utilizan componentes analógicas multiplexadas .

Cuestiones y Programas de Estudios. Resoluciones, Ruegos y Decisiones.

Cuestión 13 / CMTT Normas para los sistemas analógicos de transmisión de señales de TV a larga distancia.

Programa de Estudio 13 A - 1 / CMTT Características y objetivos de diseño para circuitos internacionales de TV.

Programa de Estudio 13 B / CMTT Distorsión de las señales de larga duración en un circuito de TV de gran longitud.

Programa de Estudio 13 C - 1 / CMTT Repartición de las tolerancias para la TV en color.

Programa de Estudio 13 D - 1 / CMTT Cadenas de referencia de TV para enlaces por sistemas terrenales y por sistemas del servicio fijo por satélite.

Programa de Estudio 13 E - 1 / CMTT Modulación de las señales de TV por el ruido debido a los temblores de fase de la portadora.

Niveles admisibles.

Programa de Estudio 13 F / CMTT	Objetivos de calidad para convertidores de normas utilizados en transmisiones internacionales de TV.
Programa de Estudio 13 G / CMTT	Utilización de estaciones terrenas transmisiones transportables y móviles para la transmisión por satélite de reportajes de TV.
Cuestión 15 - 1 / CMTT	Métodos de medición, Señales de prueba y Características operacionales de los sistemas analógicos de transmisión de señales de TV.
Programa de Estudio 15 A / CMTT	Inserción de señales de prueba en los intervalos de supresión de trama de una señal de TV analógica.
Programa de Estudio 15 B - 1 / CMTT	Sistema de comunicación automática para circuitos de TV.
Programa de Estudio 15 C - 2 / CMTT	Disponibilidad de un circuito internacional o de una cadena internacional de TV.
Programa de Estudio 15 D - 1 / CMTT	Automatización de las mediciones y de la comprobación técnica en las cadenas de TV.
Programa de Estudio 15 E - 1 / CMTT	Utilización de una señal de prueba normalizada como una carga convencional de un canal de TV.
Programa de Estudio 15 F / CMTT	Distorsión de las señales de larga duración en circuitos de TV de gran longitud. Métodos de medición y Señales de prueba.
Programa de Estudio 15 G - 1 / CMTT	Modulación de las señales de TV por ruido debido a los temblores de fase de la portadora . Métodos de medición.
Cuestión 16 - 1 / CMTT	Métodos de medición, Señales de prueba y Características operacionales de los sistemas

	digitales de transmisión de señales de TV.
Programa de Estudio 16 A / CMTT	Métodos de medida para sistemas de transmisión de TV que utilizan modulación digital o modulación analógica y digital.
Programa de Estudio 16 B / CMTT	Aplicación de señales de prueba de inserción a los circuitos de TV que utilizan modulación digital o modulación analógica y digital.
Programa de Estudio 16 C / CMTT	Objetivo de disponibilidad aplicables a los sistemas de transmisión de TV que utilicen la modulación digital.
Cuestión 17 - 1 / CMTT	Normas para la transmisión analógica o mixta analógica y digital de señales radiofónicas a larga distancia.
Programa de Estudio 17 D - 1 / CMTT	Estimación de la calidad de transmisión de los circuitos radiofónicos de longitud menor o mayor que el circuito ficticio de referencia.
Programa de Estudio 17 G / CMTT	Características de funcionamiento de los circuitos radiofónicos analógicos o mixtos analógico y digitales.
Programa de Estudio 17 H / CMTT	Transmisión de señales radiofónicas analógicas por enlaces de conexión con satélites de radiodifusión.
Cuestión 18 - 2 / CMTT	Normas para la transmisión digital de programas radiofónicos a larga distancia.
Programa de Estudio 18 A - 2 / CMTT	Normas para la transmisión digital de señales radiofónicas.
Programa de Estudio 18 B - 1 / CMTT	Normas para la utilización de un canal auxiliar de datos multiplexados en el tiempo con señales radiofónicas.
Programa de Estudio	Normas para la multiplexión y el encaminamiento

18 C - 1 / CMTT	de señales radiofónicas digitales por redes digitales especiales.
Programa de Estudio 18 D - 1 / CMTT	Objetivos en cuanto a la calidad de funcionamiento de las conexiones y circuitos digitales de larga distancia utilizados para señales de radiodifusión sonora.
Programa de Estudio 18 E - 1 / CMTT	Requisito específico para la red digital de servicios integrados (RDSI) que transmiten servicios radiofónicos.
Programa de Estudio 18 F / CMTT	Transmisión digital de señales radiofónicas de calidad correspondiente a la de los estudios digitales.
Programa de Estudio 18 G / CMTT	Normas para la transmisión digital de señales radiofónicas por uno o dos canales a 64 Kbits s.
Programa de Estudio 18 H / CMTT	Transmisión de señales radiofónicas digitales por enlaces de conexión con satélites de radiodifusión.
Programa de Estudio 18 J / CMTT	Definición de una conexión digital ficticia de referencia para la transmisión radiofónica digital.
Programa de Estudio 18 K / CMTT	Normas para las interfaces digitales entre los estudios de radiodifusión y las redes digitales de servicios especializados o servicios integrados.
Cuestión 19 - 2 / CMTT	Métodos de medición, Señales de prueba y Requisitos operacional para la transmisión analógica o mixta analógico - digital de señales radiofónicas.
Programa de Estudio 19 B -1 / CMTT	Disponibilidad de un circuito internacional o de una cadena internacional analógicos y mixtos digital - analógico para transmisiones radiofónicas.

- Parte A Definiciones de conexión y de circuitos.
- Parte B Definiciones de parámetros.
- Parte C Métodos de medición y de señales de prueba.
- Parte D Objetivos de diseño y de tolerancias aplicables a circuitos ficticios de referencia.
- Parte E Calidad de funcionamiento para circuitos de longitud inferior o superior a la del circuito ficticio de referencia.

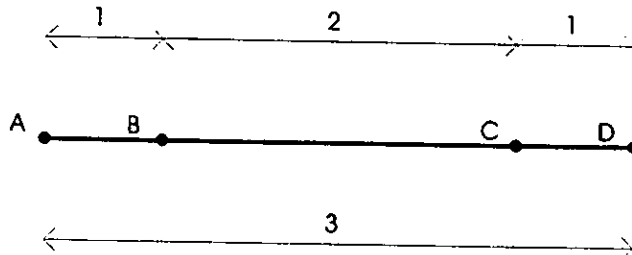
Parte A Definición de una conexión de televisión y de los circuitos ficticios de referencia para los sistemas terrenales y para los sistemas de telecomunicación por satélite.

**A . 1 Definición de una conexión internacional de televisión.
(véase la fig. C - 1)**

El punto A, tomado como el origen de la conexión internacional de televisión, puede ser el punto de producción del programa (estudio o lugar del reportaje), un centro de conmutación o un convertidor de normas.

El punto D, considerado el de destino de la conexión de televisión internacional, puede ser un centro de programas, una estación de radiodifusión, un centro de conmutación o un convertidor de normas.

El circuito local de televisión AB conecta el punto A con el punto B, primera estación de repetidores de la línea de larga distancia de televisión internacional.



- 1 : Circuito local de televisión
- 2 : Circuito internacional de televisión
- 3 : Circuito internacional de televisión

Fig. C - 1 Conexión internacional de televisión.

El circuito internacional de televisión BC está constituido por una cadena de circuitos nacionales e internacionales para transmisión de televisión. Las administraciones interesadas designarán los lugares precisos que deban considerarse puntos B y C.

El circuito local de televisión CD conecta el punto C, última estación de repetidores de la línea de larga distancia de televisión internacional, con el punto D.

El conjunto AD constituye la conexión de televisión internacional.

Las especificaciones que figuran a continuación en la presente Recomendación se refiere sólo a las características de los circuitos internacionales de televisión; no se han establecido especificaciones para los circuitos locales de televisión AB y CD.

A . 2 Definición del circuito ficticio de referencia terrenal (Fig. C - 2).

El circuito ficticio de referencia terrenal de televisión, que es un ejemplo de línea internacional de televisión (BC en la fig. C - 1) y que puede ser un sistema de relevadores radioeléctricos o un sistema por cable se caracteriza principalmente por:

- una longitud total, entre puntos de vídeo de 2500 Km,
- dos puntos intermedios M y M' de demodulación hasta la banda de las frecuencias de vídeo, que dividen el circuito en tres secciones de la misma longitud,

D :	valor instantáneo de la componente de luminancia
E :	valor instantáneo de la señal medida con respecto al nivel inferior de los impulsos de sincronismo
F :	amplitud de cresta de la señal (positiva o negativa con relación al nivel de supresión)
G :	amplitudes de cresta de las componentes de crominancia
H :	amplitud cresta a cresta de la señal
J :	diferencia entre el nivel del negro y el nivel de supresión (pedestal)
K :	amplitud cresta a cresta de la ráfaga de color
L :	valor nominal de la componente de luminancia
M :	amplitud cresta a cresta de la señal de vídeo en blanco y negro compuesta ($M = L + S$)
S :	amplitud de los impulsos de sincronismo
T_{SY}	duración del impulso de sincronismo de línea
T_{lb}	duración del intervalo de supresión de línea (l b : line blanking)
T_U	duración del período activo de línea
T_b	intervalo previo a la ráfaga de color (b : breezeway)
T_{fp}	duración del umbral anterior (f p : front porch)
T_{bp}	duración del umbral posterior (b p : back porch)

Las amplitudes L , S , y M son las amplitudes de referencia de la señal de vídeo. Las amplitudes designadas anteriormente por los símbolos B , C , D , E , F , G , H y J pueden expresarse como un porcentaje de L .

La componente media de la imagen (CMI) es la media de los valores de C en un periodo igual a la duración de una trama, excluyendo las duraciones de supresión, expresándose como porcentaje de L .

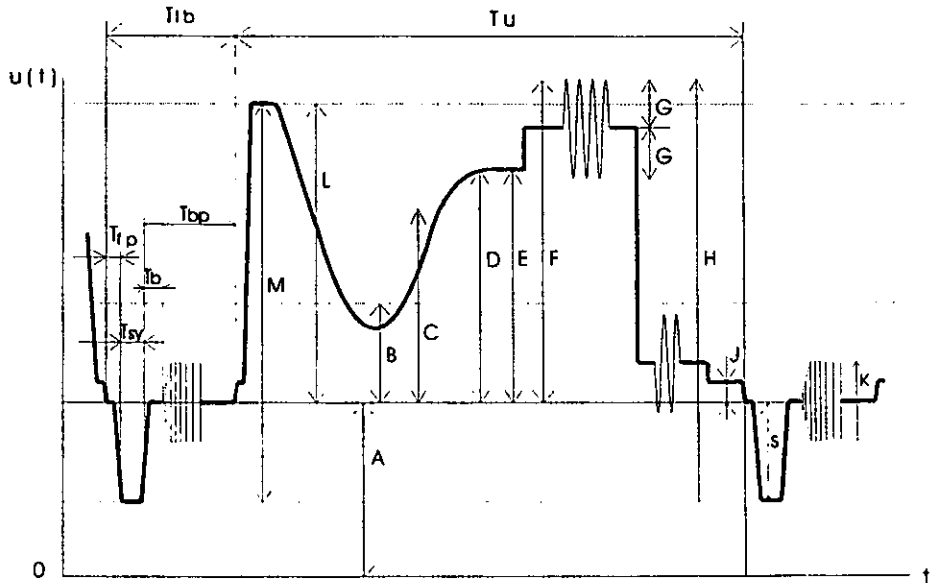


Fig. C - 4 Una línea de la señal compuesta de video en color.

B. 2 Especificaciones en los puntos de interconexión de video.

B.2.1 Impedancia nominal (Z_0)

En los puntos de interconexión de video, las impedancias de entrada y de salida de cada sección deben especificarse bien como asimétricas con relación a Tierra o como simétricas con relación a Tierra, sujetas a un acuerdo bilateral.

B.2.2 Pérdida de adaptación

La pérdida de adaptación, con relación a Z_0 producida por una impedancia Z es, en función de la frecuencia :

$$20 \log \left| \frac{Z_0 + Z(f)}{Z_0 - Z(f)} \right| \quad \text{dB}$$

En función del tiempo, esta pérdida se expresa por la fórmula :

$$20 \log \left| \frac{A_1}{A_2} \right| \quad \text{dB}$$

en la que A_1 es la amplitud cresta a cresta de la señal incidente y A_2 la amplitud cresta a cresta de la señal reflejada. Numéricamente, el resultado es el mismo que el que se obtiene utilizando el procedimiento de cálculo en función de la frecuencia.

B.2.3 Polaridad y Componente de corriente continua.

La polaridad de la señal debe de ser positiva, es decir, debe ser tal que los pasos del negro al blanco entrañen un aumento algebraico del potencial.

La componente útil de corriente continua (B en fig. C - 4), que está en relación con la luminosidad media de la imagen, puede hallarse presente o no en la señal de vídeo y no tiene que transmitirse o restituirse en los bornes de la salida.

Una componente de corriente continua no significa que sea (A en la fig. C - 4), procedente, por ejemplo, de la alimentación de corriente continua, puede estar presente en la señal. Los límites de tal componente han de especificarse para las dos condiciones siguientes: con terminación y sin terminación.

B.2.4 Amplitud nominal de la señal.

La amplitud nominal de la señal es la amplitud cresta a cresta de la señal de vídeo en blanco y negro que comprende el impulso de sincronismo y la componente de la señal de luminancia correspondiente a la cresta de blanco (M de la fig. C - 4).

B.3 Especificaciones de las características de transmisión.

Las definiciones de los puntos B.3.2 y siguientes se basan en la hipótesis de que el circuito tiene la ganancia de inserción que se define en el punto B.3.1 siguiente.

B.3.1 Ganancia de inserción.

La ganancia de inserción se define como la relación, expresada en decibelios, entre la amplitud cresta a cresta de una señal de prueba dada en el terminal de recepción y la amplitud nominal de esta misma señal en el terminal de transmisión. La amplitud cresta a cresta se define como la diferencia entre los valores instantáneos medidos en puntos definidos de la señal utilizada.

B.3.2 Ruido.

B.3.2.1 Ruidos aleatorios continuos.

La relación señal / ruido, en el caso de ruidos aleatorios continuos, se define por la relación, en decibelios, entre la amplitud nominal cresta a cresta de la señal de luminancia (L en la fig. C - 4) y la amplitud eficaz (raíz cuadrada de la media cuadrática) del ruido medido después de la limitación de la banda. La relación / ruido ponderado se define como la relación, expresada en decibelios, entre la amplitud nominal de la señal de luminancia (L en la fig. C - 4) y la amplitud eficaz (raíz cuadrada de la media cuadrática) del ruido medido después de la limitación de la banda y de la ponderación con una red especificada.

Conviene medir esta relación con un instrumento que tenga, en términos de potencia, una constante de tiempo o una duración de integración definida.

B.3.2.2 Ruidos de baja frecuencia.

La relación señal / ruido en el caso de ruidos de baja frecuencia viene definida por la relación, en dB, entre la amplitud nominal de la señal de luminancia (L en la fig. C - 4) y la amplitud cresta a cresta del ruido después de la limitación de banda para que sólo comprenda el espectro entre 500 Hz y 10 KHz.

B.3.2.3 Ruidos recurrentes.

En el caso de ruidos recurrentes, la relación señal / ruido esta definida por la relación, en dB, entre la amplitud nominal de la señal de luminancia (L en la fig. C - 4) y

la amplitud cresta a cresta del ruido. Se especifican valores diferentes para el ruido en una frecuencia única comprendida entre 1 KHz y el límite superior de la banda de frecuencias de video y para el zumbido debido a la alimentación, incluidos sus primeros armónicos.

B.3.2.4 Ruidos impulsivos.

En el caso de ruidos impulsivos, la relación señal / ruido se define por la relación, en dB, de la amplitud nominal de la señal de luminancia (L en la fig. C - 4) y la amplitud cresta a cresta del ruido impulsivo.

B.3.3 Diafonía procedente de otro canal de televisión.

La relación señal / diafonía se define como la relación, en dB, entre la amplitud nominal de la señal de luminancia (L en la fig. C - 4) y la amplitud cresta a cresta de la señal que ocasiona la disfonía.

B.3.4 Distorsiones no lineales.

La característica de transmisión de un circuito de televisión puede no ser perfectamente lineal. La importancia de los defectos introducidos depende:

- del nivel medio de la imagen, como se define en el punto B.1;
- del valor instantáneo de la componente de luminancia (D en la fig. C - 4);
- de la amplitud de la señal de crominancia (G en la fig. C - 4).

En general, tendría poco sentido tratar de definir completamente las características no lineales de un sistema de transmisión. Es preciso, por consiguiente, limitar el número de las magnitudes que deben medirse y conservar sólo las que reconocen como más directamente relacionadas con la calidad de la imagen. Deben limitarse además, las condiciones de medición introduciendo cierta esquematización en la clasificación y la definición de estas magnitudes. En (CCIR, 1970 - 74a, b) figuran ejemplos de distorsiones no incluidas en esta clasificación.

La naturaleza de la señal de video es tal que la degradación de la calidad de la imagen debida al efecto de la no linealidad del circuito sobre las señales de sincronismo, es distinta de la debida al efecto de la no linealidad sobre la señal de la imagen.

Además, la no linealidad puede afectar a las señales de luminancia y crominancia independientemente o causar su interacción. Esto conduce al siguiente esquema de la clasificación de las distorsiones no lineales (figura C - 5).

La clasificación anterior se aplica en régimen permanente durante periodos largos con respecto a la duración de la trama. La magnitud nivel medio de la imagen tiene entonces una significación bien precisa. Cuando no se cumple esta condición, si, por ejemplo, se introduce una variación imprevista del nivel medio de la imagen, puede presentarse efectos no lineales suplementarios. Su importancia depende de la respuesta transitoria a largo plazo del circuito. Este aspecto necesita estudios complementarios. (Ver el programa de estudios 13B / CMTT, el informe 636 y [CCIR, 1970 - 74c, d, ej).

Otra fuente de distorsión de no linealidad esta constituida por los cambios bruscos de la amplitud de la señal [CCIR, 1970 - 74a].

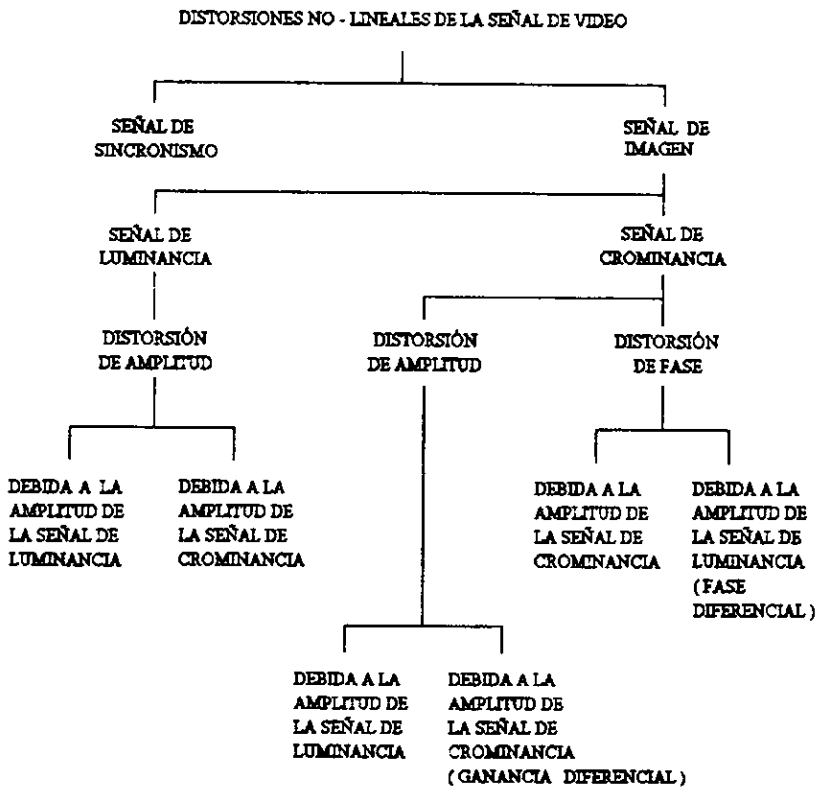


Fig. C - 5 Esquema de la clasificación de Distorsiones no - Lineales

B.3.4.1 Señal de imagen.

B.3.4.1.1 Señal de luminancia

Para un valor definido del nivel medio de la imagen, la distorsión no lineal de la señal de luminancia se define como la pérdida de proporcionalidad entre la amplitud de un pequeño escalón aplicado a la entrada del circuito y la amplitud correspondiente del escalón a la salida, cuando el nivel inicial del escalón se desplaza del nivel de supresión al nivel de blanco.

B.3.4.1.2 Señal de crominancia.

Ganancia.

Para valores definidos del nivel medio de la imagen y de la amplitud de la señal de luminancia, la distorsión de ganancia no lineal de la señal de crominancia se define como la pérdida de proporcionalidad entre la amplitud de la subportadora de crominancia, a la entrada del circuito y la amplitud correspondiente de esta señal a la salida, cuando el valor de la amplitud de la subportadora a la entrada se hace variar de un valor mínimo a un valor máximo especificados.

Fase.

Para valores determinados de la señal de luminancia y del nivel medio de la imagen, la distorsión de fase no lineal de la señal de crominancia se define por la variación en la fase de la subportadora de crominancia a la salida, cuando la amplitud de la subportadora se hace variar de un valor mínimo especificado a una valor máximo.

B.3.4.1.3 Intermodulación de la señal de luminancia sobre la señal de crominancia.

- Ganancia diferencial.

Si a una entrada del circuito se aplica una subportadora de crominancia de amplitud pequeña y constante, superpuesta a una señal de luminancia, la ganancia diferencial se define como la variación de la amplitud de la subportadora de crominancia a la salida, cuando el valor de la amplitud de la señal de luminancia varia del nivel de supresión al nivel del blanco, manteniendo a un valor definido el nivel medio de la imagen.

- Fase diferencial.

Si a la entrada del circuito se aplica una subportadora de crominancia cuya amplitud es pequeña y constante, no modulada en fase, superpuesta a una señal de luminancia, la fase diferencial se define como la variación de la fase de la subportadora a la salida, cuando el valor de la amplitud de la señal de luminancia varía del nivel de supresión al nivel de blanco, manteniendo un valor definido en nivel medio de la imagen.

B.3.4.1.4 Intermodulación de la señal de crominancia en la señal de luminancia.

Si a la entrada del circuito se aplica una señal de luminancia de amplitud constante, la intermodulación se define como la variación de la amplitud de la señal de luminancia a la salida que resulta de superponer a esta una señal de crominancia de amplitud definida, manteniendo a un valor definido el nivel medio de la imagen.

B.3.4.2 Señal de sincronismo.

B.3.4.2.1 Distorsión en régimen permanente.

Si a la entrada del circuito se aplica una señal de vídeo con un nivel medio de imagen definido, cuyos impulsos de sincronismo tienen la amplitud nominal (S en la fig. C - 4), la distorsión no lineal en régimen permanente se define como la variación de la amplitud en el punto medio, de los impulsos de sincronismo a la salida, con respecto a al valor nominal.

B.3.4.2.2 Distorsión transitoria.

Si el nivel medio de la imagen se hace variar en forma de escalón de un valor bajo a uno alto, o inversamente, la distorsión no lineal transitoria se define como la variación instantánea máxima, con respecto al valor nominal, de la amplitud en el centro de los impulsos de sincronismo a la salida del circuito.

B.3.5 Distorsiones lineales.

Constituyen distorsiones lineales las que pueden ser ocasionadas por redes lineales. Estas distorsiones no dependen del nivel medio de la imagen, ni de la amplitud o la posición de las señales de prueba.

Pueden efectuarse mediciones, incluso en el caso de redes que presentan una ligera falta de linealidad. Sin embargo, como los resultados pueden verse en cierto modo afectados por el nivel medio de la imagen y la amplitud y posición de las señales de prueba, se acostumbra especificar las condiciones de la medición al presentar los resultados.

Pueden medirse las distorsiones lineales en función del tiempo o de la frecuencia.

Los valores que pueden medirse en una u otra magnitud pueden clasificarse como sigue (figura C - 6).

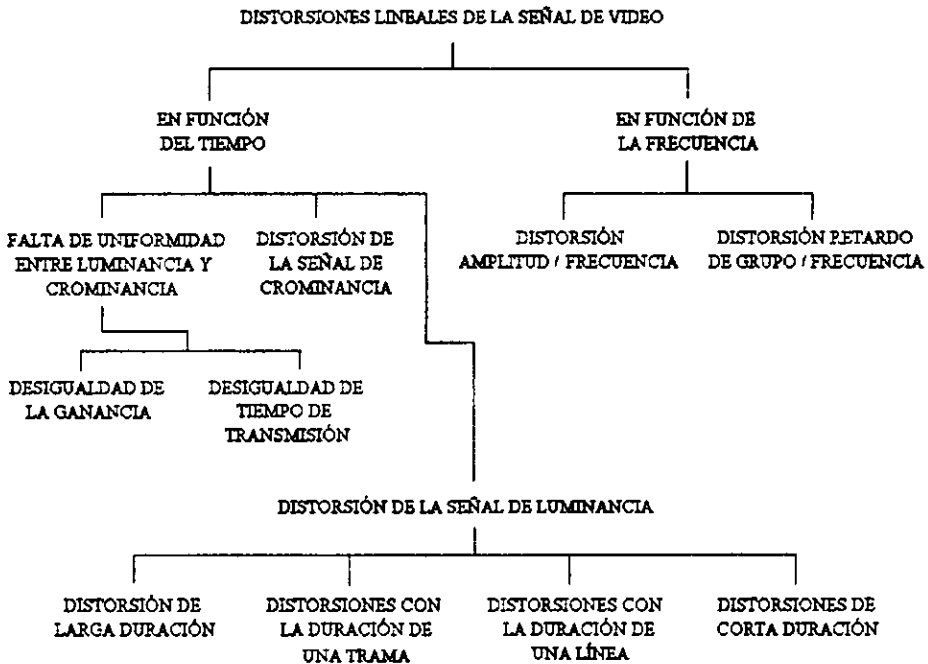


Fig. C - 6 Esquema de clasificación de Distorsiones Lineales.

B.3.5.1 Distorsiones de la señal de luminancia.

La distorsión de la señal de vídeo debida a un circuito de televisión estará representada, por lo general, por una función continua del tiempo.

Sin embargo, en la práctica, la forma de la señal de vídeo y los efectos sobre la imagen son tales que los deterioros pueden clasificarse considerando cuatro diferentes escalas de tiempo cuyas duraciones son comparables a las de muchas tramas (distorsiones de larga duración), de una trama (distorsiones de duración de una trama), de una línea (distorsiones de duración de una línea) y de un elemento de imagen (distorsiones de corta duración).

Cuando se considera cada una de estas escalas, los deterioros relativos a las otras tres no se toman en consideración en el método de medida.

B.3.5.1.1 Distorsión para señales de larga duración.

Si a la entrada de un circuito se aplica una señal de prueba de vídeo que simula un cambio brusco en el nivel medio de la imagen, de un valor bajo a uno alto, o inversamente, aparece distorsión de una señal de larga duración cuando el nivel de supresión de la señal de salida no sigue con exactitud al de la señal de entrada. Esta falta de uniformidad puede producirse de forma exponencial o, más frecuentemente, en forma de oscilaciones amortiguadas de muy baja frecuencia.

B.3.5.1.2 Distorsiones para señales con la duración de una trama.

Si a la entrada del circuito se aplica una señal rectangular cuyo período es del mismo orden que el de una trama y la amplitud igual a la amplitud nominal de la señal de luminancia, la distorsión se define como la modificación de forma del pedestal de una señal rectangular a la salida. Al principio y al final de la señal rectangular se excluye de la medición un período de duración equivalente al de algunas líneas.

B.3.5.1.3 Distorsiones para señales que tengan la duración de una línea.

Si se aplica a la entrada del circuito una señal rectangular cuyo período sea similar al de una línea y de amplitud igual a la amplitud nominal de la señal de luminancia, la distorsión se define como la modificación de forma del pedestal de señal rectangular a la salida. Al comienzo y al final de la señal rectangular, se excluye de la medición un período de duración equivalente al de algunos elementos de la imagen.

B.3.5.1.4 Distorsiones para señales de corta duración.

Si se aplica a la entrada del circuito un impulso breve de amplitud equivalente a la nominal de la señal de luminancia y de forma determinada, la distorsión se define como la modificación de forma de impulso de salida (o de la función escalón) con relación a su forma original. La elección de la duración de semiamplitud del impulso (o del tiempo de establecimiento de la función escalón) estará determinado por la frecuencia nominal de corte, f_c , del sistema de televisión (véase el informe 624).

B.3.5.2 Distorsión de la señal de crominancia.

Si a la entrada de un circuito se aplica una señal de prueba en forma de subportadora modulada en amplitud, se define la distorsión de la señal de crominancia como la modificación de la forma de la envolvente y de la fase de la subportadora modulada en la señal de prueba de salida.

B.3.5.3 Falta de uniformidad entre luminancia y crominancia.

B.3.5.3.1 Desigualdad de la ganancia.

Si a la entrada de un circuito se aplica una señal de prueba que tenga componentes definidos de luminancia y crominancia, la desigualdad de la ganancia se define como la variación en amplitud de la componente de crominancia, con relación a la componente de luminancia, entre la entrada y la salida del circuito.

B.3.5.3.2 Desigualdad de tiempo de transmisión.

Si se aplica a la entrada del circuito una señal compuesta formada por una determinada señal de luminancia en relación precisa de amplitud y de posición con una subportadora de crominancia modulada por la misma señal de luminancia, y la señal de luminancia a la salida se compara con la envolvente de la señal de crominancia, la desigualdad de tiempo de transmisión se define como la variación de posición en el tiempo de estas dos señales entre la entrada y la salida.

B.3.5.4 Características en régimen permanente.

- La característica ganancia / frecuencia del circuito se define como la variación de la ganancia entre la entrada y la salida del circuito en la banda de frecuencias que va de la

frecuencia de trama a la frecuencia nominal de corte del sistema, referida a la ganancia en una frecuencia de referencia adecuada.

- La característica retardo de grupo / frecuencia del circuito se define como la variación del retardo de grupo entre la entrada y la salida del circuito en la banda de frecuencias que va de la frecuencia de trama a la frecuencia nominal de corte del sistema, referida al retardo de grupo en una frecuencia determinada. Es, por razones prácticas, una aproximación de la pendiente (derivada) de la característica fase / frecuencia del circuito.

Así pues, hemos mencionado parte de la recomendación 567 - 2 enmarcando solo el Apartado A) y B), ya que detallar todas requiere de otro volumen de información, pero lo importante es que se haga notar la trascendencia del uso de normas para que el servicio brindado sea con calidad.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Crónica de la Técnica
Burrel I Florei Guillem
1975 - 1988

Informe Sobre el Canal Universitario de Televisión.
Centro de Estudios de la Comunicación de la Facultad de Ciencias Políticas y
Sociales

Televisión Práctica y Sistemas de Vídeo
Bernard Grob
(Marcombo)

Sistemas de Televisión Clásicos y Avanzados
Tomás Bethencourt Machado
(Centro de Formación de Radio y Televisión Española)

Radio y Televisión
Francisco Ruiz Vasallo
(CEAC)

Televisión Digital
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital 1997

Televisión Digital
Willy de Boeck
(Centro de Formación de la Televisión Belga BRT)

HDTV Advanced Television for the 1990s

K. Blair Benson, Donald G. Fink

(Mc Graw - Hill)

Termodinámica

Kenneth Wark, JR

(Mc Graw - Hill)

Reporte No. 7 del NTC

Network Transmission Committee y TVSA

(Secretaría de Comunicaciones y Transportes)

Recomendaciones e Informes del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR):

Vol. XI parte 1 Servicio de Radiodifusión (Televisión)

Recomendación 503 - 3 Sección 11D " Calidad de las Imágenes y factores que la determinan "

Recomendación 601 - 1 Sección 11F " Métodos Digitales para Transmitir la Información de Televisión "

Manuales Técnicos de Equipos NEC

Manuales Técnicos de Equipos TEKTRONIX

Manuales Técnicos de Equipos SONY

Manuales Técnicos de Equipos de Transmisión varios
