



24
28-A

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DEL RECEPTOR DE TELEVISION CROMATICO

S E M I N A R I O

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a

José Raúl Carrillo León

México, D. F.

1º

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

I N D I C E

INTRODUCCION

I

CAPITULO I. EL RECEPTOR MONOCROMATICO

1-1	La antena	9
1-2	Acopladores de antena	13
1-3	El sintonizador	16
1-4	El amplificador de RF	21
1-5	El conversor	25
1-6	El amplificador de FI	27
1-7	Control automático de ganancia	30
1-8	El detector de video	33
1-9	El amplificador de video.....	34
1-10	Restaurador de corriente directa	36
1-11	El cinescopio	38
1-12	Etapa de sonido	43
1-13	Amplificador final de audio.....	45
1-14	El amplificador de sincronía	47
1-15	Separador de sincronía.....	49
1-16	Recortadores de sincronía	51
1-17	Inversor de sincronía.....	53
1-18	Separador de intersincronía	55
1-19	Sincronización de los osciladores de barrido	56
1-20	Osciladores de barrido.....	57
1-21	Sistemas generadores diente de sierra .	59
1-22	Control automático de frecuencia.....	61

1-23	Amplificador de salida vertical	66
1-24	Amplificador de salida horizontal.....	68
1-25	Circuito amortiguador o Damper.....	70
1-26	Fuente de alta tensión.....	72
CAPITULO II.	<u>TEORIA CROMATICA</u>	75
II-1	La luz	79
II-2	La visión	83
II-3	Dimensiones del color.....	92
II-4	Diagrama de cromaticidad.....	93
II-5	La pirámide de color.....	100
II-6	Características del ojo humano	103
CAPITULO III.	<u>EL RECEPTOR CROMATICO</u>	105
III-1	Antecedentes.....	109
III-2	El sistema NTSC	113
III-3	Comparación entre ambos sistemas.....	126
III-4	Funcionamiento del receptor cromá- tico	130
III-5	Análisis de circuitos principales.....	146
CAPITULO IV.	<u>FALLAS TIPICAS Y AJUSTES</u>	163
IV-1	Fallas típicas posibles.....	169
IV-2	Ajustes.....	186
APENDICE		213
CIRCUITOS INTEGRADOS.....		215
1.-	Sintonización digital	217
2.-	Circuitos integrados para demodula- ción de color	221
3.-	Tiristores en fuentes de alimentación .	223
4.-	Compensación de frecuencias en am- plificadores de video	243
BIBLIOGRAFIA		251

INTRODUCCION

La televisión nació, calladamente, entre los años 20 y 30 en estudios experimentales, pero para el gran público apareció tan sólo después de la segunda guerra mundial.

La televisión era un medio que había excitado la fantasía de generaciones enteras, a las cuales parecía entonces tan lejana e irrealizable como un tema de ciencia-ficción. No obstante, cuando la televisión apareció en comercios de artículos eléctricos, junto a lavadoras y frigoríficos, nadie se maravilló. Se hablaba de ella desde hacía tantos años, que últimamente su aparición se daba por descontada. Al principio ofrecía espectáculos modestos, documentales o viejas películas, siguiendo algunos años esa sencilla trayectoria. Pero, a partir de 1950, año en que se iniciaron en nuestro país las transmisiones comerciales de la televisión monocromática, ha tenido un auge enorme. A partir de esa fecha, el receptor de TV ha experimentado notables cambios y modificaciones, aunque se puede decir que desde el punto de vista del tele-espectador, la televisión casi no ha sufrido evolución técnica alguna y ha llegado a ser tan común en nuestros días como la ilumina

ción eléctrica. Sin embargo, el técnico y el fabricante de televisores, -- que son los que conocen las infinitas transformaciones que sufre la señal, desde la cámara, hasta el cinescopio, han tenido que renovar constantemente - sus conocimientos y mejorar sus técnicas de producción para lograr el mejor compromiso técnico-económico, el cual ha ido cambiando desde los primeros receptores de sonido dividido, y por interportadora, los que eran fabricados con válvulas, hasta los modelos más sofisticados debido al empleo de circuitos integrados.

Al ser aprobado el sistema NTSC se inicia y desarrolla la teledifusión en colores, con lo que se da un gran paso, desde su aparición, en la historia de la televisión, renaciendo nuevamente su interés; debido al gusto del público por una imagen cromática, por la importancia del sistema NTSC, para el técnico, el cual tiene que trabajar con nuevos circuitos, nuevos ajustes y nuevas reparaciones, y por la aplicación de los últimos adelantos de la electrónica, creándose con éstos un aparato más versátil.

CAPITULO I

EL RECEPTOR MONOCROMATICO

El primer paso para conocer el funcionamiento del receptor de TV cromático, es considerarlo como una versión modificada y refinada del monocromático.

Una manera de hacer el análisis del receptor cromático, es aquella que se basa en el estudio del monocromático, para posteriormente analizar las modificaciones que permitirán crear una imagen a color.

En el receptor de televisión, las señales de audio (modulada en frecuencia) y video (modulada en amplitud) son captadas por la misma antena y amplificadas en conjunto como primer paso, siendo posteriormente trabajadas mediante sistemas diferentes diseñados específicamente de acuerdo a las características de dichas señales.

En la fig. 1-1 se muestra el sistema descrito.

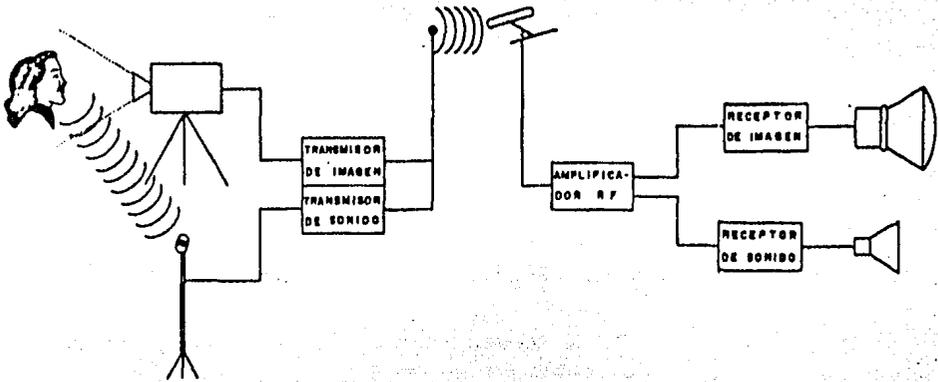


Fig. 1-1. Sistema de Teledifusión .

En México, las bandas de frecuencia se distribuyen en los siguientes

canales:

canal 2	54-60 Mc
canal 3	60-66 Mc
canal 4	66-72 Mc
canal 5	76-82 Mc
canal 6	82-88 Mc
canal 7	174-180 Mc
canal 8	180-186 Mc
canal 9	186-192 Mc

canal 10	192-198 Mc
canal 11	198-204 Mc
canal 12	204-210 Mc
canal 13	210-216 Mc

Cada canal tiene un ancho de banda de 6 Mc, cuyo espectro se muestra en la fig. 1-2, y tiene una banda de guarda de 250 Kc.

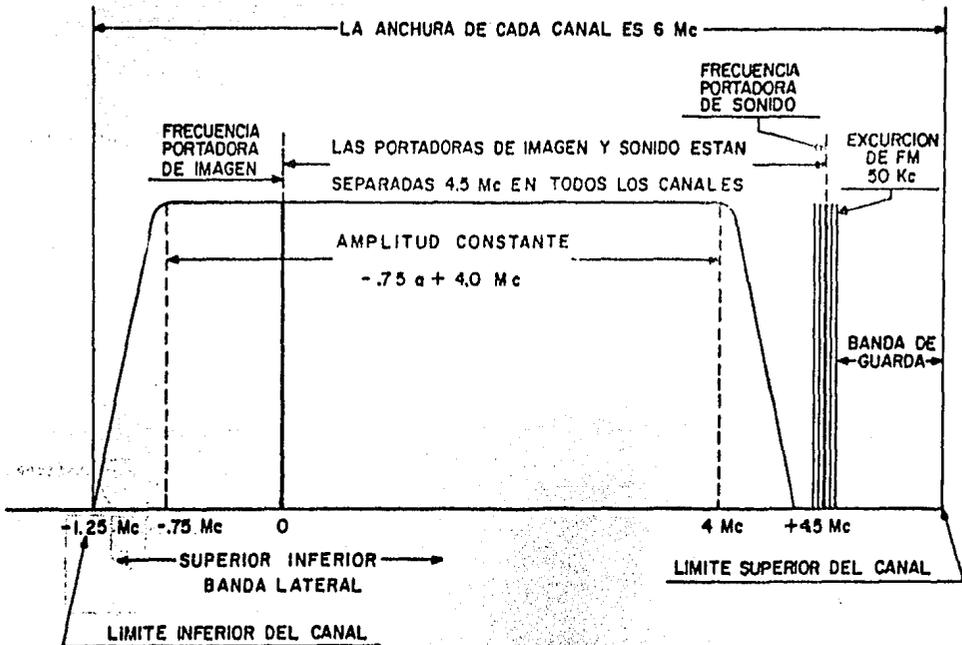


Fig. 1-2. Ancho de banda de un canal de TV .

Como puede verse en la fig. 1-1, el receptor de TV está formado en -

realidad por dos receptores, uno para la señal de video y otro para la de audio, precedidos de una etapa de amplificación de radio frecuencia común.

En un principio, esta estructura del receptor fue totalmente adoptada y respetada, las dos partes trabajaban independientemente procesando por separado sus respectivas señales; sistema al que se le conoce con el nombre de "Sonido dividido".

En el sintonizador, ambas señales son tratadas en común. A partir de la sección de FI, las dos señales son procesadas independientemente, hasta llegar a sus respectivos dispositivos de reproducción.

En la fig. 1-3 se muestra el diagrama de bloques del sistema de sonido dividido.

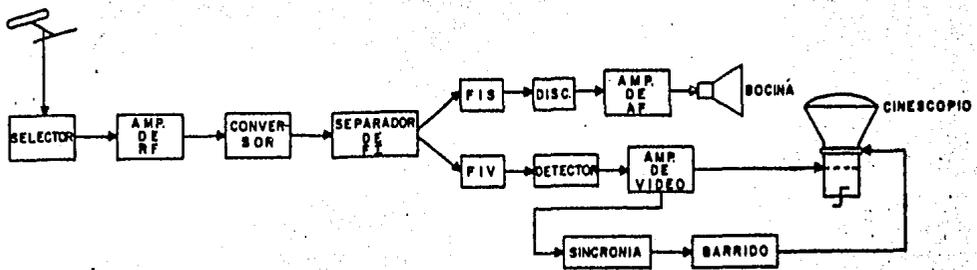


Fig. 1-3. Sistema de Sonido dividido .

Existe otro sistema llamado Interportadora, utilizado en la actualidad,

en el cual se elimina casi completamente la sección de amplificación de FI - de sonido, pues la amplificación se realiza simultáneamente con la de la FI - de video, mediante una sección amplificadora común de FI. Lo anterior automáticamente elimina la necesidad del separador de FI.

Una vez que ambas FI han sido amplificadas, pasan al detector de video, el cual separa de su portadora la señal de video original; pero además - provoca, tomando la FI de video como oscilación local, una nueva FI de sonido, que es una heterodina por diferencia, de 4.5 Mc, obtenida de la rectificación de la oscilación compleja resultante de la mezcla de la primera FI de - sonido con la FI de video.

De lo anterior se ve que a la salida del detector de video se obtienen dos señales: la señal original de video, y la segunda FI de sonido de 4.5 Mc - (frecuencia que como se recordará, es la diferencia entre la frecuencia de las portadoras).

La primera de estas señales sigue de aquí en adelante los mismos pasos que en el caso del receptor de sonido dividido.

La segunda FI de audio es amplificada por un amplificador sintonizado a 4.5 Mc de un solo paso, ya que dicha señal ha sido amplificada anteriormente por el amplificador común. Una vez amplificada, como sucede en el caso del receptor de sonido dividido, pasa al limitador, al discriminador, al amplifi cador de salida, y finalmente a la bocina.

Algunas veces la segunda FI de audio se toma hasta la salida del ampli

ficador de video, lográndose con esto un paso más de amplificación, aunque se corre el riesgo de introducir un molesto zumbido en la bocina, o interferencias indeseables en la imagen.

En la fig. 1-4 se muestra el diagrama de bloques simplificado de dicho sistema de recepción de TV Interportadora.

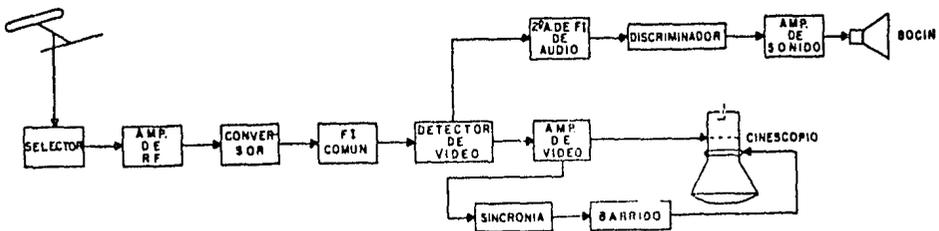


Fig. 1-4. Sistema de Televisión Interportadora.

A continuación se analiza bloque por bloque el sistema anterior.

1-1 LA ANTENA

La antena receptora tiene como función captar las señales, en forma de energía electromagnética, enviadas desde el transmisor, y convertirlas en señal eléctrica utilizable.

La señal transmitida es de alta frecuencia, muy direccional, y puede ser bloqueada o reflejada por los objetos interpuestos en su trayectoria, por lo cual, la antena receptora debe estar en la "Línea de visibilidad" de la transmisora, o si esto no es posible se debe aprovechar el fenómeno de reflexión.

Todas las antenas transmisoras de TV envían señales polarizadas horizontalmente, por lo cual, para una mejor recepción las antenas receptoras deben tener sus conductores colocados horizontalmente.

El tipo más sencillo de antena receptora de TV es el dipolo de media onda. Las demás son modificaciones de ésta.

Por definición, un dipolo es una antena simétrica, en la que los dos extremos están a un potencial opuesto con respecto al del punto medio o central. Esta es una varilla metálica de longitud aproximadamente igual a media longitud de onda de la frecuencia en funcionamiento o frecuencia resonante.

La razón de esta medida es que una varilla metálica de esta longitud es el conductor más corto posible que puede poseer todas las características de un circuito resonante.

La forma en que actúa el dipolo es la siguiente:

Al llegar la onda electromagnética al dipolo, orientado paralelamente a

las líneas del campo eléctrico, se induce una diferencia de potencial entre los puntos de la varilla, siendo de polaridades opuestas a ambos lados, es decir, - los puntos de la antena actúan como si fueran un conjunto, o serie de elementos cargados con tensión alterna, cuyos efectos se suman a lo largo de ésta.

Al inducirse una tensión, circulará una corriente entre los puntos de diferente potencial situados en la superficie de la varilla; ésta es la corriente de la señal, como puede verse en la figura 1-5.

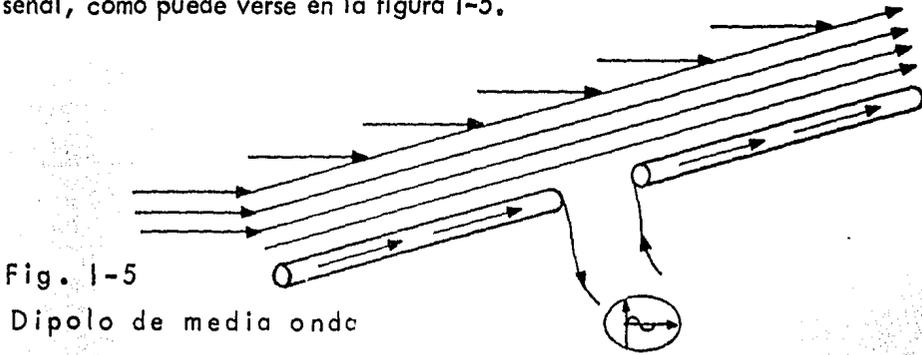


Fig. 1-5
Dipolo de media onda

Los extremos del dipolo adquieren potenciales que son máximos y de polaridad contraria, disminuyendo hasta un mínimo en el centro de la antena.

Análogamente la distribución de corriente no es uniforme; ésta es máxima en el centro y mínima en los extremos, por lo que las características eléctricas serán como se indica en la figura 1-6.

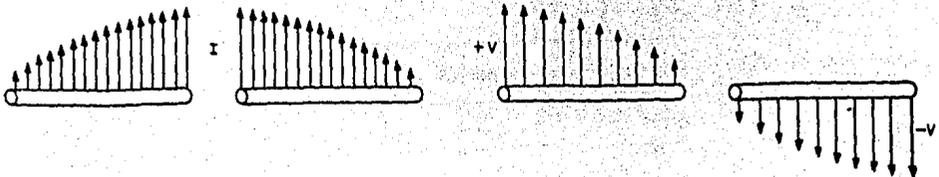


Fig. 1-6. Distribución de corriente y voltaje inducidos en un dipolo.

La corriente inducida en el dipolo es parcialmente utilizada en el receptor y la parte restante es reradiada por la antena, es decir, el dipolo se comporta también como retransmisor de la energía no utilizada por el aparato receptor. Esta característica se aprovecha en algunos diseños de antenas, con lo que se aumenta la amplitud de la señal.

La cantidad de energía electromagnética que el dipolo puede captar - en condiciones normales de uso, es fija, por lo que se le llama antena de ganancia cero. Esta característica sirve como referencia para clasificar los diferentes tipos de antena según su ganancia.

Los dipolos son bidireccionales, es decir, aceptan en igual forma las señales que le llegan de la parte anterior como de la posterior.

Conociendo las características del dipolo, por la ley de Ohm ($V=R \cdot I$) - podemos ver que sus características de resistencia son:

- 1) Mínima en el centro.
- 2) Aumenta conforme nos alejamos del centro.
- 3) Aumenta de forma análoga en ambos lados.
- 4) Es máxima en los extremos.

Hay que tomar en cuenta que la transferencia de potencia de la antena al receptor es máxima cuando existe entre ellos la misma impedancia. La impedancia de entrada en la mayoría de los aparatos es de 300 Ohms, por diseño; por lo cual, se debe procurar que la impedancia en el centro del dipolo sea de esta magnitud.

Entre los refinamientos que se han hecho al dipolo están el de aumentar una varilla de la misma longitud en la parte posterior. A este elemento se le llama reflector; el hecho de que sea de la misma longitud que el dipolo y que esté colocado a una distancia de un cuarto de longitud de onda (de la frecuencia resonante) detrás del dipolo, es con el fin de aumentar la ganancia de la antena.

Esta ganancia se logra porque la onda incidente en el dipolo es en parte absorbida por éste, y el resto continúa hacia el reflector, que toma de ella energía adicional defasada 90° ; éste reradia energía absorbida con un defasamiento adicional de 180° , llegando al dipolo con un defasamiento más de 90° por la distancia entre ellos, sumándose a la señal original en el dipolo. En cambio, cuando incide en el reflector por la parte posterior una onda reflejada, su energía reradiada anula la energía que incide en el dipolo.

Aumentando un elemento más, al frente del dipolo y a una distancia de 0.1 a 0.2 de la longitud de onda se logra aumentar la captación de la onda incidente directamente por la característica de reflexión. También se vuelve más direccional y disminuye la recepción de ondas en la parte posterior.

Existen muchos diseños más de antenas, pero todos ellos tienen como base siempre al dipolo.

1-2 ACOPLADORES DE ANTENA

El máximo rendimiento del sistema receptor se logra cuando la impedancia característica de la antena es igual a la impedancia de la línea de transmisión, y ésta a su vez tiene una impedancia igual a la impedancia de la carga.

Los acopladores de antena cumplen la función de igualar la impedancia de la línea de transmisión con la impedancia de carga del receptor. Además deben tener las siguientes características:

- a) Cubrir eficientemente el ancho de banda necesario.
- b) Presentar una impedancia de carga constante en todos los canales.

Para que todo el ancho de banda de la señal pase linealmente, los acopladores son diseñados para dejar pasar linealmente un ancho de banda de 6 Mc.

Además, los circuitos de entrada se arreglan de tal forma que, en combinación con llaves de cambio, presenten inductancias diferentes en cada canal, las que de acuerdo con la frecuencia de la señal sintonizada tendrán una misma impedancia de carga.

Los acopladores de antena se clasifican en:

- a) Sintonizados.
- b) No sintonizados.

Ambos se pueden acoplar a líneas de transmisión balanceadas o no balanceadas; considerándose como líneas balanceadas aquéllas formadas por dos

conductores paralelos aislados de tierra, no balanceadas las formadas por cable coaxial con el blindaje conectado a tierra.

Los sistemas sintonizados se forman a base de transformadores sintonizados tanto en su primario como en su secundario, y son los más utilizados. Un ejemplo de estos sistemas se encuentra en la figura 1-7.

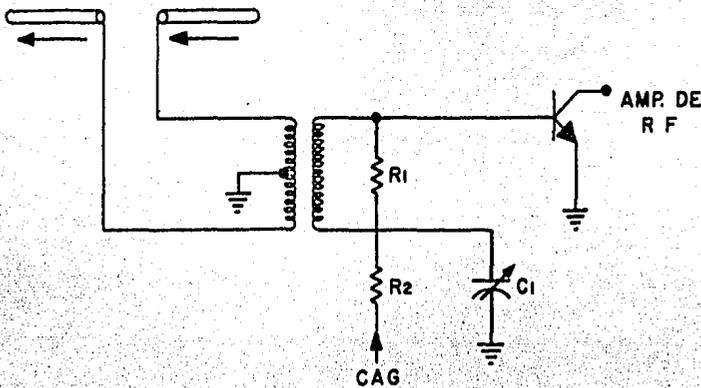


Fig. 1-7. Acoplador sintonizado

En este sistema, cuando una línea de transmisión balanceada se tiene que acoplar con un circuito de entrada no balanceado, se utiliza un transformador - nivelador de impedancias al que se le da el nombre de "Balun". Este sistema lo encontramos en el circuito de la figura 1-8.

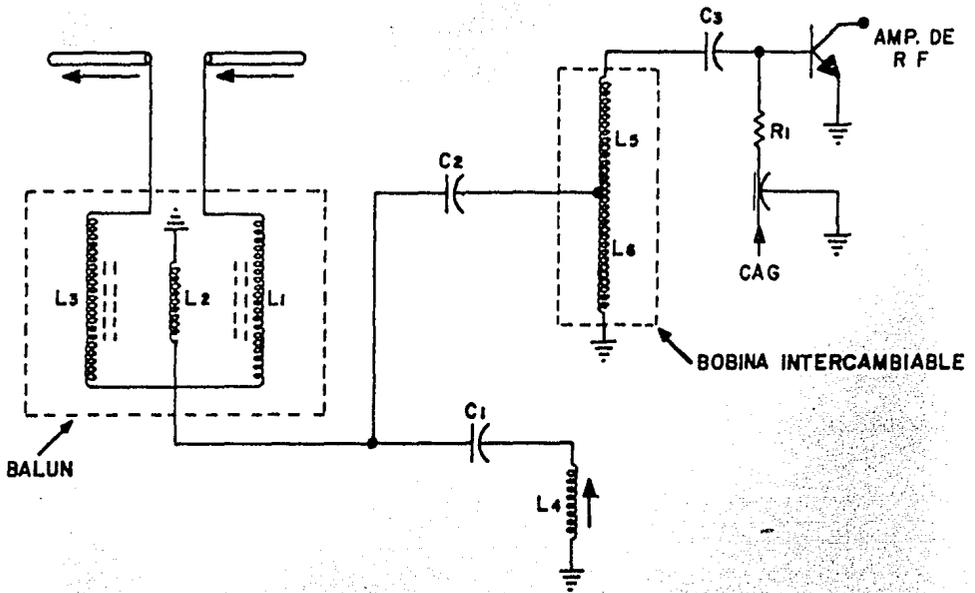


Fig. 1-8. Acoplador de Antena con Sistema "Balun" .

Los sistemas no sintonizados se forman con resistencias y condensadores exclusivamente, pero a pesar de ser muy sencillos y económicos son poco utilizados. En la figura 1-9 se aprecia un acoplador no sintonizado acoplado a una línea de transmisión balanceada.

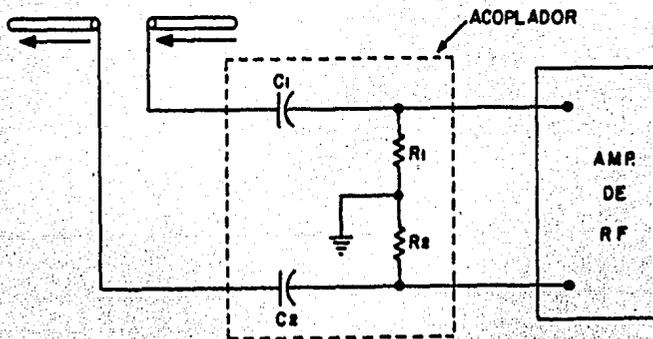


Fig. 1-9. Acoplador no sintonizado.

1-3 EL SINTONIZADOR

El sintonizador es la sección que se encuentra inmediatamente después del acoplador de antena; su labor consiste en elegir la señal del canal deseado, amplificarlo, y obtener una señal de frecuencia intermedia.

El sintonizador está formado por tres partes fundamentalmente: el selector, el amplificador de radio frecuencia y el conversor.

El selector es un circuito cuya frecuencia de resonancia puede ser variada por medios mecánicos. Es precisamente esta característica la que lo hace útil para sintonizar los diversos canales. Este circuito debe dejar pasar un ancho de banda suficientemente grande como para abarcar el ocupado por la señal de video, la de audio, y sus respectivas bandas laterales.

El selector puede realizar su función de dos maneras:

- 1) Selección por pasos.
- 2) Selección continua.

En el sistema selector por pasos es posible cambiar, de la manera más adecuada a cada canal, las condiciones del circuito del sintonizador; esto se logra mediante el cambio completo de juego de bobinas, dando a cada uno de ellos las características más apropiadas para el canal al que corresponden.

En la siguiente figura se muestra este sistema de selector.

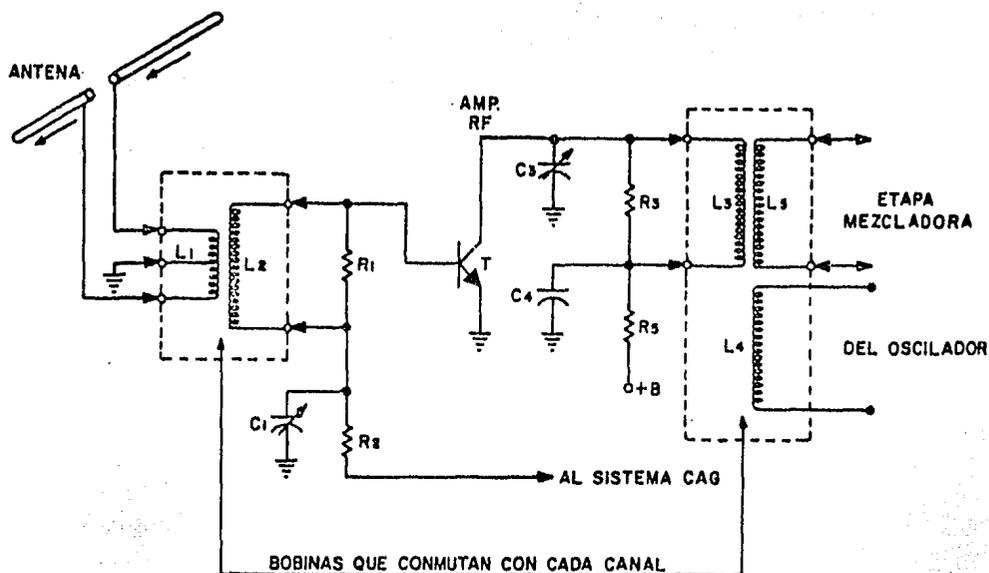


Fig. 1-10. Selector por pasos "Serie 1000"

Las bobinas que son conmutadas, en el tipo de sintonizador más empleado son:

L1.- La cual recibe la señal de la línea de transmisión de la antena, o del dispositivo acoplador de impedancia de dicha línea.

L2.- Acoplada electromagnéticamente a L1, forma con dicha bobina el transformador de entrada.

L3.- Bobina del amplificador de RF, en la cual se hace presente la señal de salida de dicho amplificador.

L4.- Bobina del oscilador local, en la cual se hace presente precisamente la oscilación local. Se encuentra acoplada electromagné

ticamente a L3 y a L5.

L5.- Bobina de entrada del primer detector (conocido generalmente como el mezclador). Es en esta bobina donde se realiza la mez
cla de las señales.

Lo anterior está sujeto a variaciones de diseño a diseño, pero, es el sis
tema más empleado, al cual se le denomina comúnmente sintonizador de bobinas standard "Serie 1000".

Las bobinas se encuentran alojadas en regletas y terminan en espigas - que salen al exterior. Las regletas están colocadas formando un prisma girator
io llamado torreta, dentro del cual se encuentran los condensadores y las resis
tencias del sistema. La torreta se encuentra dentro de un alojamiento aislado de radiofrecuencias, en el cual, se encuentran los dispositivos asociados.

En lo que se refiere a sintonizadores de acción continua son dos los más usados:

- 1) Mallory o Inductuner.
- 2) Hi-lo por permeabilidad variable.

En el sistema Mallory la variación de la inductancia se logra mediante contactos deslizantes, que resbalan sobre la superficie de las bobinas, lográndose con esto el acoplo resonante deseado. Cada parte del sintonizador tiene asociada una bobina, las cuales son independientes entre sí. Esto se aprecia en la fig. 1-11.

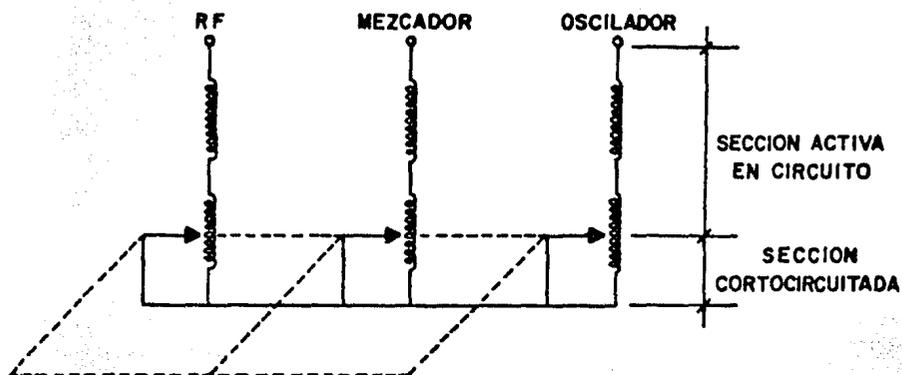


Fig. 1-11. Sistema Mallory .

Cuando este sistema se emplea en banda VHF tiene la ventaja de poder sintonizar tanto los canales de televisión de dicha banda, como los canales de radiotelefonía de la banda de FM de 88 - 108 Mc. Sin embargo, presenta la desventaja de sintonizar la banda de 108 - 174 Mc, utilizada para servicios oficiales y de aviación.

El sistema Hi-Lo de permeabilidad variable elimina el problema anteriormente citado (aunque también elimina la ventaja), ya que conmuta entre la banda de los canales de baja frecuencia (54 - 88 Mc) y la de los canales de alta frecuencia (174 - 216 Mc), dejando a la banda comprendida entre los 88 y - 174 Mc sin posibilidad de ser sintonizada.

La selección de los canales se efectúa mediante la variación de la permeabilidad de los núcleos de las bobinas. Dichos núcleos están hechos de hie-

ro pulverizado y son manejados simultáneamente por el mando de sintonía.

Los sistemas descritos son mostrados en la fig. 1-12.

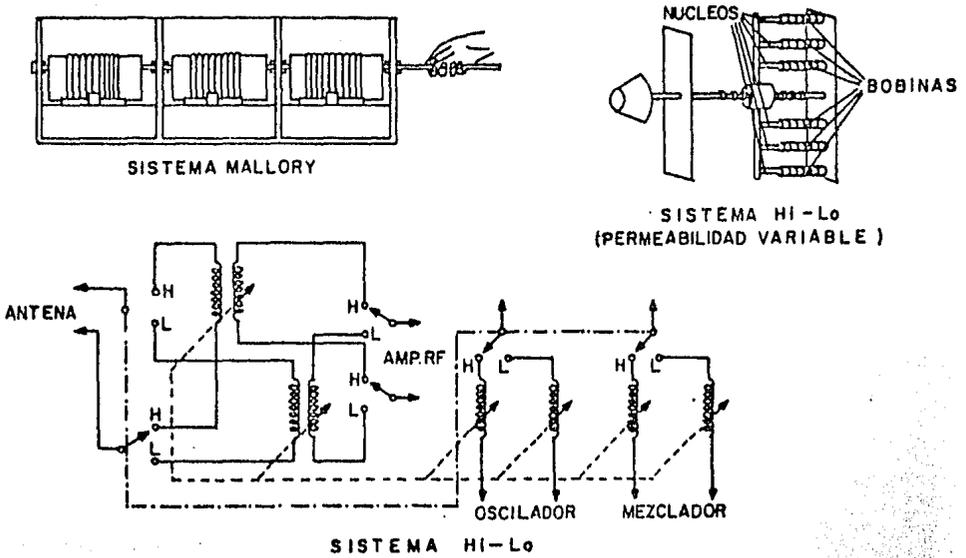


Fig. 1-12. Sistemas de Sintonización.

I-4 EL AMPLIFICADOR DE RF

Una vez sintonizado el canal deseado, la señal pasa al amplificador de RF, el cual aumenta la selectividad y la relación señal/ruido.

En los inicios de la televisión, el dispositivo activo empleado como amplificador de RF era el triodo, pero posteriormente fue desechado por su relativamente bajo factor de amplificación, a pesar de tener la ventaja de generar una cantidad mínima de ruido.

En la actualidad se usan tres sistemas:

- 1.- Amplificador de RF a base de válvulas.
- 2.- Amplificador de RF transistorizado.
- 3.- Amplificador de RF a base de circuitos integrados.

En el primero de los casos, la amplificación se lleva a cabo mediante un pentodo, o bien, mediante un amplificador tipo Cascodo, realizado mediante triodos.

En el segundo caso, el amplificador es frecuentemente del tipo Cascodo. El estado sólido tiene muchas ventajas sobre las válvulas, sin embargo existe un tipo de estas últimas denominado Nuvisor, el cual, en algunos casos, aún compete exitosamente sobre los transistores.

Los circuitos integrados representan el avance electrónico más refinado y sofisticado en la actualidad. Su reducido tamaño, bajo costo de fabricación,

gran fidelidad, y otras muchas cualidades, hacen de ellos elementos indispensables en los receptores miniaturizados de televisión, e incluso, en algunos receptores de tamaño convencional.

A continuación se muestran algunas configuraciones del Amplificador de RF, en las figuras I-13, I-14 y I-15:

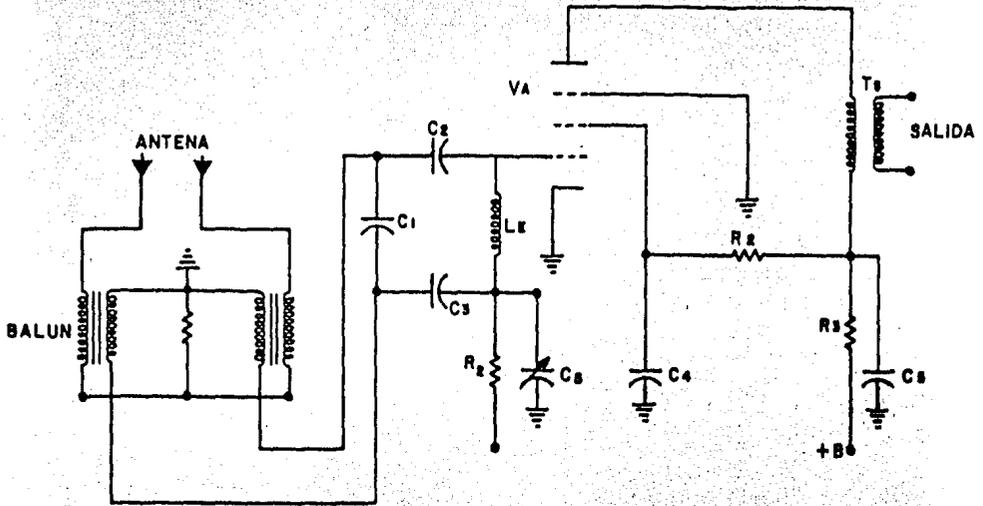


Fig. I-13. Amplificador de RF a válvula

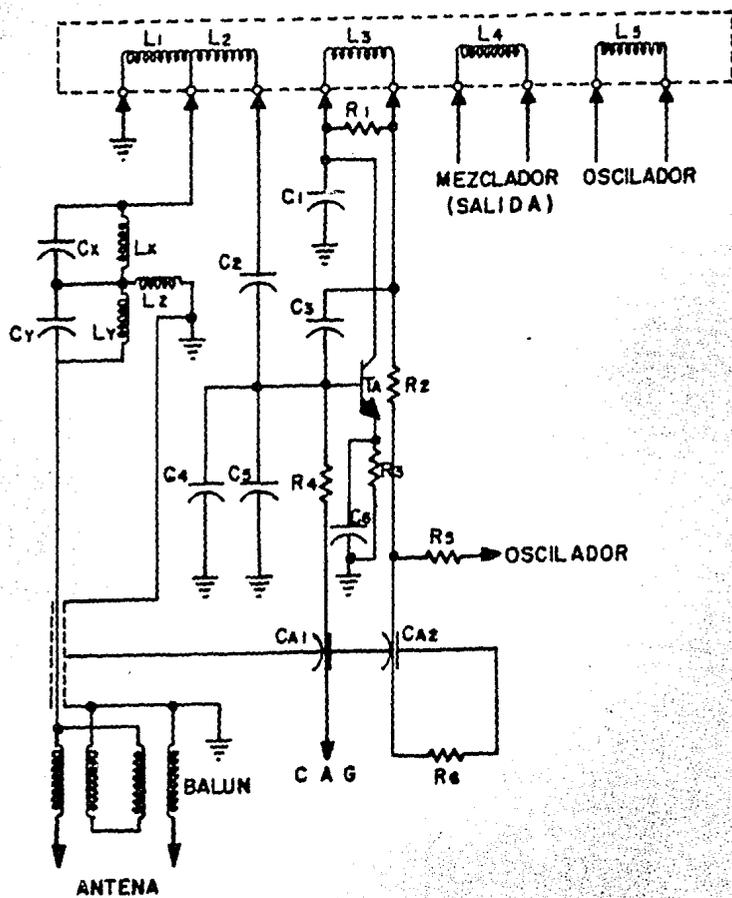


Fig. 1-14. Amplificador de RF de Estado Sólido

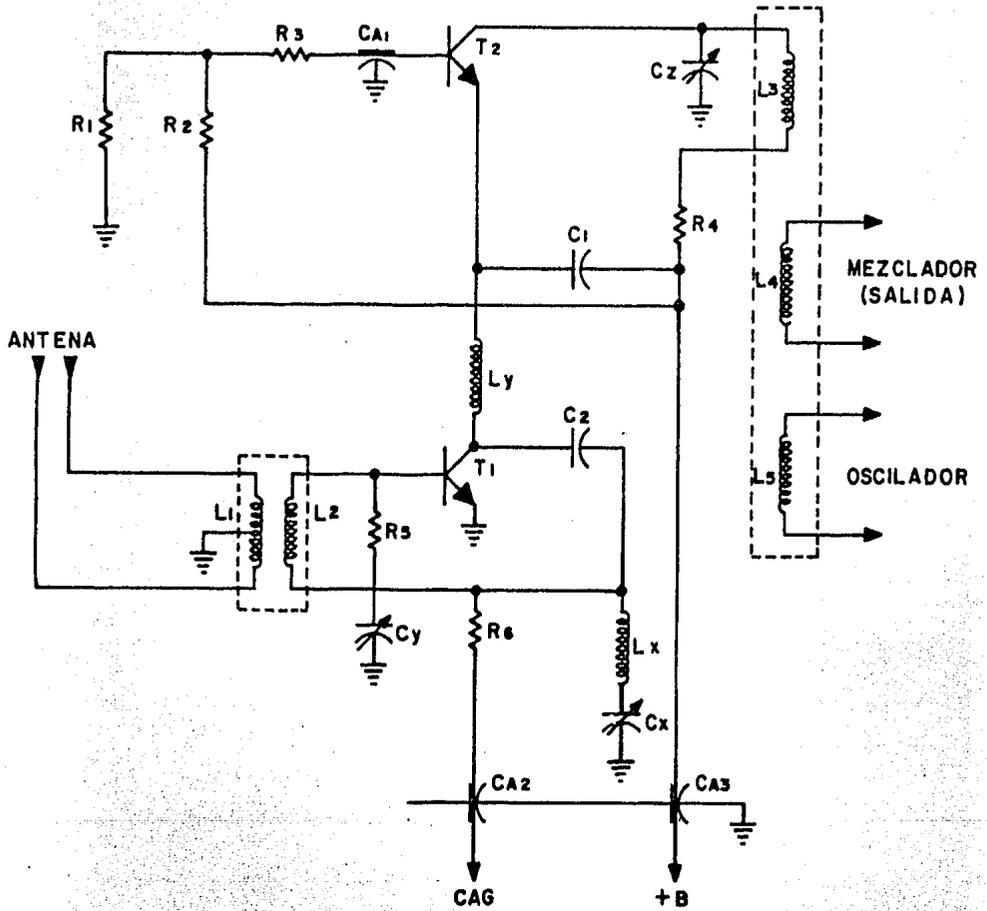


Fig. 1-15. Amplificador Cascado de RF transistorizado .

1-5 EL CONVERTOR

El convertidor se encarga de formar las señales de frecuencia intermedia de audio y video. Dichas señales no son más que dos portadoras, moduladas en amplitud y frecuencia por las señales de video y audio respectivamente, con la característica de poseer una frecuencia constante sin importar la frecuencia de las señales que entren.

En los receptores de televisión, la mezcla de las señales originales con la del oscilador local se hace generalmente por medios magnéticos utilizando transformadores con tres bobinas acopladas. En uno de dichos embobinados aparece la señal de salida del amplificador de RF, en el otro aparece la señal generada por el oscilador local, y, finalmente, en el restante debido a la concatenación de flujos, aparece una mezcla de todas esas señales.

Esta mezcla es posteriormente llevada a un sistema, llamado primer detector, cuya misión fundamental es desechar todas las señales con frecuencia elevada. Finalmente, mediante circuitos sintonizados se obtienen las señales de FI que son heterodinas por diferencia.

Los juegos de bobinas intercambiables se diseñan de tal manera que el oscilador local genere una señal cuya frecuencia satisface las siguientes expresiones:

$$FL = FPS + FIS \quad \text{o} \quad FL = FPV + FIV$$

en donde:

- FL : Frecuencia de oscilación local
- FPS : " de la portadora de sonidos
- FPV : " " " " " video
- FIS : " intermedia de sonido
- FIV : " " " " video.

En la actualidad se usan valores de FIS = 41.25 Mc y FIV = 45.75 Mc.

La sección final del conversor está constituida por el primer detector, - al que frecuente y equivocadamente se le suele llamar mezclador.

En la fig. 1-16 se muestra una de las configuraciones del circuito del - conversor.

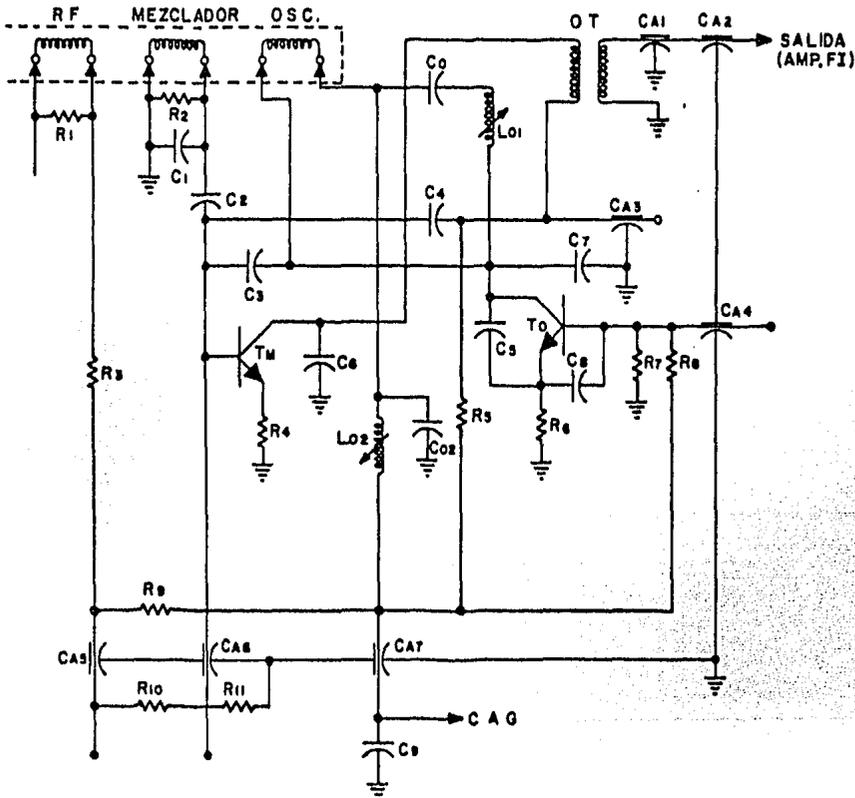


Fig. 1-16
Circuito
Conversor.

I-6 EL AMPLIFICADOR DE FI

La función de la sección FI del receptor interportadora, básicamente consiste en seleccionar y amplificar a las nuevas frecuencias, a que fueron convertidas las portadoras del sintonizador, cuyos componentes serán entregados al detector de video. Esta sección también realiza las siguientes funciones:

- a) Proporciona una señal constante al detector de video independientemente de la intensidad con que la señal llegue a la antena. Esto se logra por medio del CAG, el cual controla la ganancia de los primeros pasos de la FI de tal forma que la amplificación de las etapas bajo control queda en proporción inversa con la intensidad de la señal de entrada.
- b) Rechaza las heterodinas parásitas que aparecen a la salida del sintonizador.

En el proceso de heterodinaje se generan las frecuencias portadoras de imagen del canal adyacente superior y de sonido del canal adyacente inferior; estas frecuencias deben ser eliminadas porque producen distorsiones en la reproducción de la imagen.

También, como la señal de TV se transmite por medio de la técnica de "Transmisión de banda lateral", por lo que las frecuencias de 0 a .75 Mc, que son las de la banda lateral inferior que se transmiten, se suman a las frecuen--

cias de la banda lateral superior, quedando esta estrecha banda del doble de amplitud. Por lo anterior, en esta banda deberá existir una menor amplificación que en el resto de las frecuencias.

Por las causas anteriores el comportamiento del amplificador de FI, -- con respecto a la frecuencia, debe tener la siguiente forma:

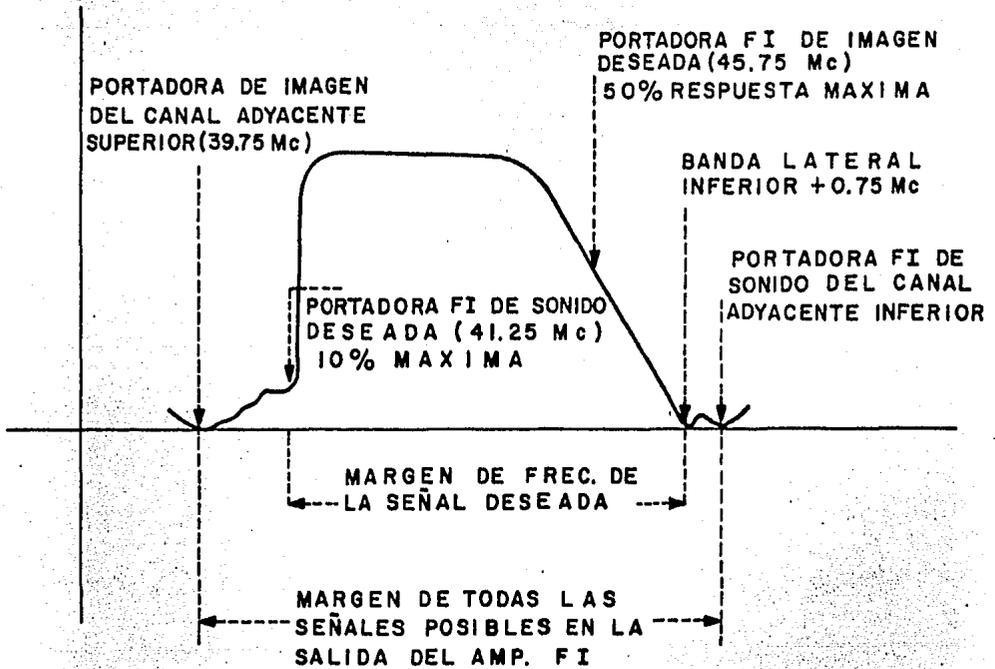


Fig. 1-17. Respuesta Total de FI.

El amplificador FI se compone ordinariamente de tres o cuatro etapas sintonizadas, con circuitos de acoplamiento entre etapas. Estas etapas co--

múnmente están acopladas en forma escalonada, esto es, cada sección está - sintonizada a frecuencias diferentes, con lo que al conectarlas en cascada nos proporciona el ancho de banda deseado.

Los dispositivos de acoplamiento usados para unir las diversas etapas de esta sección son circuitos inductivos sintonizados de banda ancha. En estos - dispositivos se encuentran, por lo general, elementos que actúan como trampas, que son las que eliminan o atenúan las heterodinas parásitas.

Un circuito típico de amplificador de FI se muestra en la siguiente figu

ra

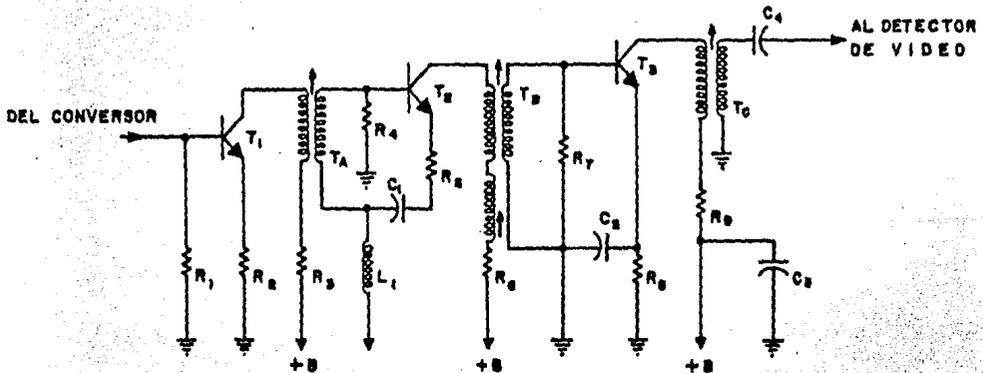


Fig. 1-18. Amplificador Típico de FI

1-7 CONTROL AUTOMATICO DE GANANCIA (CAG)

Mediante este dispositivo, es posible controlar automáticamente las variaciones de contraste y deficiencias de sincronismo que pueden presentarse, debidas a la diferencia en potencia entre las señales de cada uno de los canales.

En la antena se presentan variaciones en lo que a potencia se refiere. - Dichas variaciones se deben a muchos factores, tales como: diferencia en distancia desde las emisoras, en el número y la clase de los obstáculos encontrados por las señales en su viaje, etc.

El procedimiento mediante el cual se logra el control de la ganancia es en realidad sencillo, pues simplemente el CAG varía la polarización de los dispositivos activos del amplificador de RF y de FI.

Esto se hace rectificando y filtrando la señal compuesta de video, para luego hacerla aparecer como un voltaje de corriente directa, sobre el cual queda aplicada la señal de entrada en cada amplificador. En realidad el CAG -- constituye una realimentación negativa en el circuito, logrando con ello la estabilidad del mismo en un cierto estado deseado.

Las partes de que se compone el CAG son fundamentalmente las siguientes:

- 1.- Rectificador. - Está formado por un diodo, ya que sólo se requiere la rectificación de media onda de la señal de video.

- 2.- Elevador de Nivel.- Está integrado por una resistencia a través de la cual circula la corriente de la señal rectificada, provocando con ello la elevación del nivel de la misma.
- 3.- Filtro.- Finalmente se tiene una red de filtraje, con la cual se obtiene la corriente directa proporcional al pico de la señal de video, que es usada como polarización variable.

Existen varios tipos de CAG, cada uno con características especiales, con las que se ha ido eliminando los defectos del sistema original.

La primera variante consiste en polarizar negativamente el diodo del CAG con el fin de que sólo conduzca cuando la señal amplificada de video alcance valores mayores de dicha polarización. Esto hace que el circuito no trabaje para señales muy débiles, evitando con ello la pérdida de información en señales que llegan de lugares muy distantes o a través de muchos obstáculos. A este sistema se le denomina frecuentemente CAG Retardado.

La segunda variante consiste en reducir la constante de tiempo del filtro, con objeto de evitar las variaciones en contraste que se presentan con motivo de el acercamiento o alejamiento de móviles en las cercanías de la antena receptora.

La señal de salida de este dispositivo está formada por una serie de ---- 15750 pulsos por segundo, los cuales son filtrados posteriormente para proporcionar la polarización realimentada que varía automáticamente la ganancia de los

amplificadores de RF y FI. Un sistema de CAG se muestra a continuación.

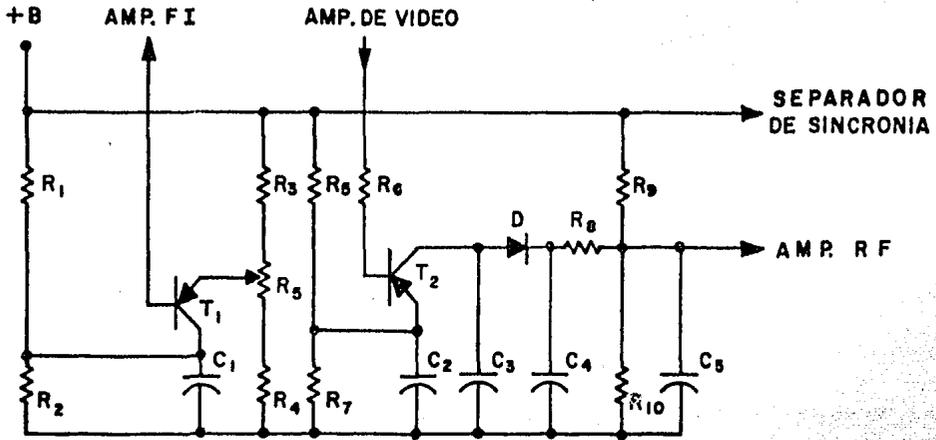


Fig. 1-19. Circuito de CAG.

1-8 EL DETECTOR DE VIDEO

La función del detector o demodulador de video consiste en rectificar y extraer la envolvente de modulación de la portadora de frecuencia intermedia. Este también mezcla las señales de video y audio, produciéndose, por diferencia, una señal de 4.5 Mc, que contiene las características de modulación de sonido de la señal FI de sonido.

La señal de sonido puede ser separada de la señal de video antes o después del amplificador de video por medio de circuitos sintonizados. El conveniente de tomarla después del amplificador de video es que se aprovecha este paso de amplificación para las dos señales, pero en esta forma se corre el riesgo de producir un zumbido molesto producido por la interferencia de los pulsos de sincronía vertical.

Un circuito común detector de video con división de señales antes del amplificador de video es el siguiente:

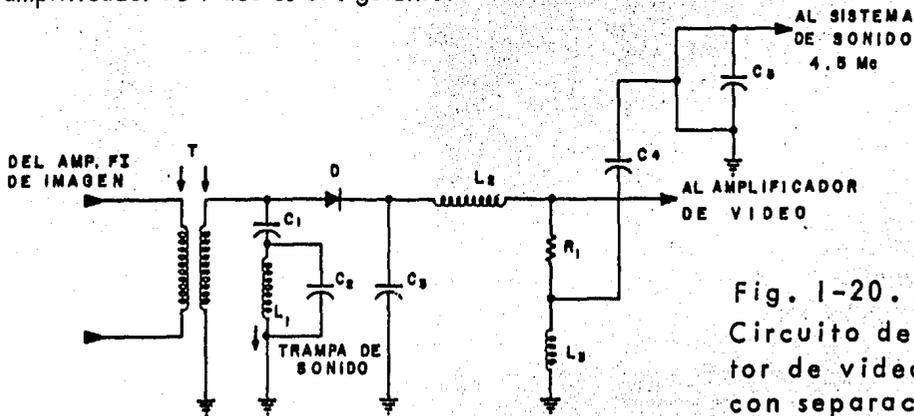


Fig. 1-20.
Circuito detector de video con separación de señales.

1-9 EL AMPLIFICADOR DE VIDEO

Esta etapa se encarga de amplificar la señal que aparece en la salida del detector de video y entregarla con magnitud suficiente para su fiel reproducción en el cinescopio.

Las características que debe tener esta etapa son las siguientes:

- 1.- Debe poseer una respuesta lineal para un gran ancho de banda - que va desde los 10 ciclos a los 4 Mc logrando con ello una imagen bien detallada.
- 2.- Su ganancia debe ser lo suficientemente grande para lograr una imagen bien contrastada.
- 3.- Debe reponer el nivel de directa a la señal compuesta de video con objeto de lograr la brillantez de fondo de la imagen transmitida.

Debido a las características anteriores, debe poseer sistemas de compensación a altas y bajas frecuencias.

El sistema de compensación a bajas frecuencias es necesario, ya que el amplificador de video sufre pérdidas a dichas frecuencias, debido a las grandes reactancias que presentan los capacitores de acomplamiento de salida, los cuales se encuentran en serie con el resistor en donde aparece la señal de salida.

Por otro lado, el sistema compensador de altas frecuencias también es necesario, pues la etapa tiene fuertes pérdidas a dichas frecuencias, debido a

la presencia indeseable de las capacidades parásitas del cableado y los elementos del circuito.

Además, el amplificador de video debe ser diseñado de tal forma que su labor no sea alterada en forma determinante por las señales de ruido adheridas a la señal compuesta. Dichas interferencias pueden causar variaciones - molestas e indeseables en el contraste de la imagen reproducida.

I-10 RESTAURADOR DE CORRIENTE DIRECTA

La componente de CD se puede considerar como un voltaje de señal que actúa como control automático de brillantez de fondo de la escena. En caso de no existir, la amplitud de la señal compuesta será menor de la necesaria, y puede hacerse visible el retroceso del haz electrónico, debido a que los impulsos de borrado no lo alcanzan a neutralizar; también se hace imposible el control de brillo de la imagen.

La componente de CD se bloquea debido al acoplamiento capacitivo, -- que con mucha frecuencia, se utiliza entre el amplificador de video y el cinescopio; o bien, entre el detector de video y el amplificador de video. Cuando se emplea el acoplamiento capacitivo es necesario emplear un dispositivo restaurador de CD y así lograr que la fidelidad de la imagen reproducida sea buena.

El restaurador de CD consiste en un diodo rectificador que añade una tensión a la señal de video compuesta alimentada al tubo de imagen. Esta señal es proporcional a la amplitud de cresta de los impulsos de sincronía. La polaridad de esta tensión está determinada por la polaridad de la señal de video compuesta y el montaje del diodo. La salida cambia únicamente cuando una reducción sostenida de la iluminación de la escena reduce la amplitud cresta a cresta de la señal de video compuesta.

En los receptores antiguos de televisión era indispensable el restaurador de CD pero en los aparatos modernos ha sido eliminado debido principalmente a

motivos económicos. Los problemas causados por la pérdida de componente de CD se resuelven usando cinescopios con fósforo que poseen rangos de contraste superiores, eliminándose con esto los cambios de iluminación de fondo en la escena. También se envían al cinescopio impulsos de gran amplitud -- que se presentan precisamente cuando llegan los impulsos de borrado, logrando con esto que dichos impulsos tengan la amplitud suficiente como para llevar al punto de corte la corriente de la pantalla. En la siguiente figura se muestra un sistema moderno restaurador de CD.

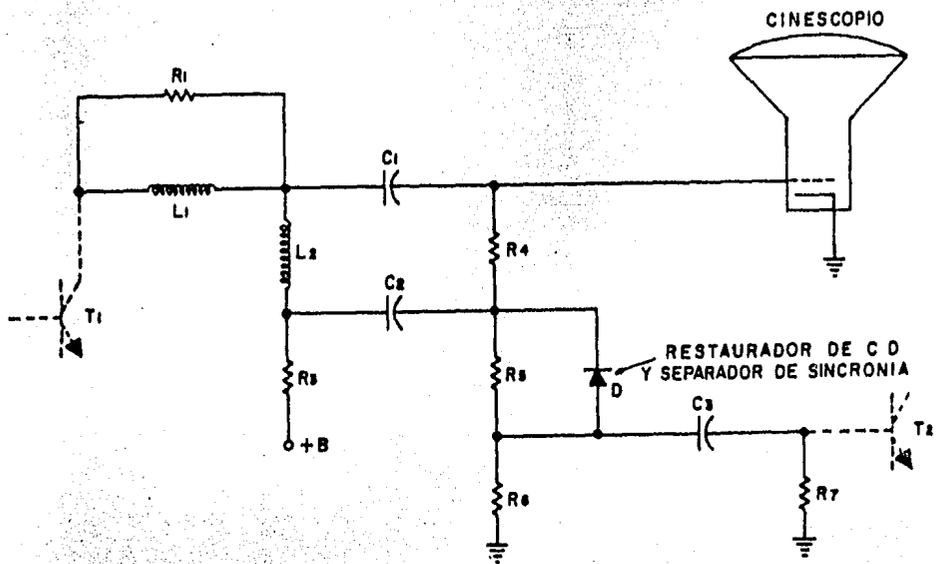


Fig. 1-21. Sistema moderno restaurador de CD, trabajando simultáneamente como separador de sincronía

1-11 EL CINESCOPIO

El cinescopio es un cañón electrónico mediante el cual el receptor de televisión puede ofrecer al espectador la imagen que, hasta ese momento, ha estado formada por un conjunto de señales enviadas desde el transmisor.

Como primera parte, el cinescopio tiene una estructura vítrea (en ocasiones metálica) al alto vacío, la cual posee la forma aproximada de una copa cerrada y sin base.

Dentro del cuello (que es como se conoce a la porción estrecha de la estructura) se encuentra el cañón electrónico, cuya función es formar una nube electrónica, que posee una densidad de cargas, en función de la magnitud instantánea de la señal detectada y amplificada de video, a partir de la cual se forma un haz de electrones que incide en la pantalla fluorescente, colocada en la boca cerrada de la copa. El cañón electrónico está formado por un filamento calefactor sobre el cual, en un arreglo coaxial, se encuentra un cátodo que presenta una fuerte emisión termoiónica. De este proceso se obtiene una nube electrónica a la cual se le hace variar su densidad en dirección de la pantalla, por medio del tercer elemento del cañón llamado rejilla de control.

Inmediatamente después del cañón electrónico se encuentra el primer ánodo cuya estructura es muy semejante a la de la rejilla de control, con la diferencia que en sus dos extremos tiene tapas perforadas. Se encuentra conec-

tado a $+B$ o a $+B$ reforzado, lo cual hace que el spray electrónico se concentre bastante y se acelere en dirección de la pantalla.

El segundo ánodo consiste en una estructura metálica, semejante al primero, y montada sobre éste, eliminándose la tapa del extremo opuesto a la pantalla. Además cuenta con un revestimiento de grafito depositado sobre la superficie interna de la pantalla. Este elemento se encuentra conectado a la fuente de alto voltaje, la que le proporciona una tensión de 8 a 20 KV, e incluso más en los aparatos cromáticos. Con esto se logra que el haz de electrones formado por el primer ánodo se acelere y alcance la pantalla con suficiente energía como para excitarla. El revestimiento de grafito, del que ya se habló, se deposita también sobre una gran parte de la superficie exterior de la campana, recibiendo el nombre de "aquadag". Este revestimiento exterior se conecta a tierra, obteniéndose con ello un condensador con dieléctrico de vidrio, que trabaja como filtro de la fuente de alta tensión.

Otro de los elementos del tubo de imagen es el dispositivo de enfoque, el cual es necesario para lograr que el haz electrónico incida en la pantalla lo más concentrado posible, con objeto de obtener una imagen nítida. El enfoque generalmente es de tipo magnético, aunque los hay de tipo electrostático.

Inmediatamente después del dispositivo de enfoque, al final del cuello donde la campana comienza se encuentra alojado el yugo deflector, el cual hace que el haz electrónico barra la pantalla sincrónicamente con el haz del tubo de la cámara de la estación transmisora. En este elemento se encuentran las -

bobinas de desviación tanto horizontal como vertical, evitando al máximo que se interfieran mutuamente. Dichas bobinas se encuentran por parejas conectadas en serie, y colocadas sobre una estructura rígida fijada exteriormente al cuello del tubo.

El yugo debe ser colocado en su posición correcta pues de lo contrario pueden suceder dos cosas:

1.- Sombra del cuello. - Se provoca por la instalación muy retrasada del yugo, con lo cual, los electrones desviados a los límites máximos se ven interceptados por los bordes del extremo del cuello adyacente a la campana, perdiéndose esa parte de la imagen.

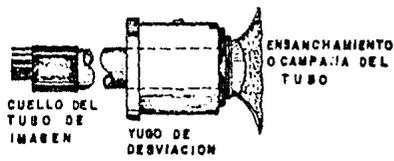
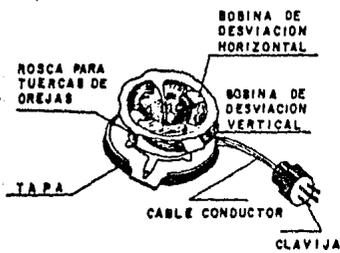
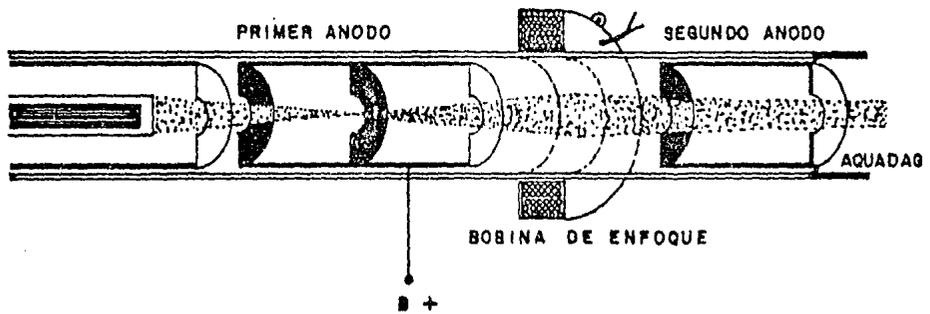
2.- Imagen diminuta. - Se provoca por la instalación muy adelantada del yugo, con lo cual los electrones desviados a los límites máximos no alcanzan a tocar los extremos de la pantalla, debido a la falta de espacio. Esto ocasiona que la imagen a pesar de verse totalmente, presente un tamaño reducido, así como cuatro sombras, una en cada uno de sus lados.

Deben tenerse muy en cuenta las características deflectoras del yugo a usarse al calcular el voltaje del segundo ánodo, pues de no hacerlo así se podrán presentar los casos de imagen gigante, imagen diminuta, o sombra de cuello.

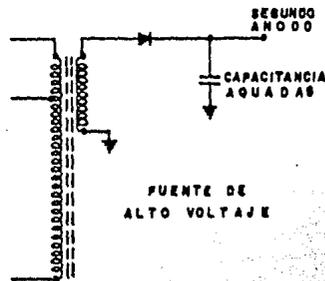
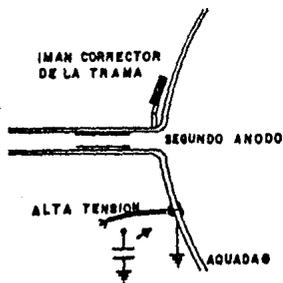
En los tubos de pantalla grande se presenta, debido a la irregularidad de los arrollamientos del yugo, la distorsión de cojín y/o la trapezoidal. Una manera de evitarlas es mediante el empleo de yugos cuyos arrollamientos tienen una

densidad de espiras de tipo cosenoïdal, o bien, mediante pequeños imanes colocados sobre estructuras no magnéticas, fijadas cerca de la expansión del tubo de imagen.

A continuación se muestran los esquemas de los dispositivos discutidos:



Y U B O D E F L E C T O R



R E V E S T I M I E N T O A Q U A D A G Y S U F U N C I O N

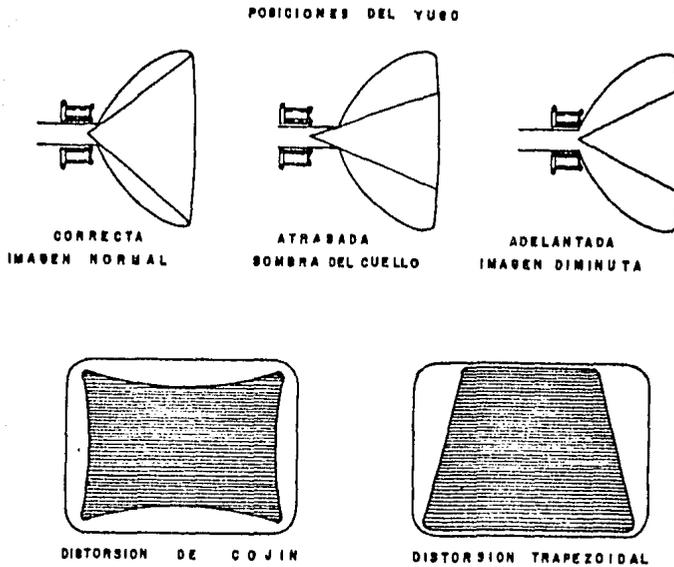


Fig. 1-22. Partes del cinescopio.

Durante el proceso de emisión electrónica es posible que se desprendan iones. Los positivos son inmediatamente atrapados por el cátodo, pero los negativos se ven impulsados hacia la pantalla, los cuales, en caso de llegar a ella, provocarán una mancha en el centro. Si esto continúa, el material fluorescente puede estropearse sufriendo una auténtica quemadura. Lo anterior ocurre a causa de la enorme cantidad de movimiento que adquieren estos iones debido a su inmensa masa, en comparación con la de los electrones. Para evitar lo anterior se corrigen las estructuras de los ánodos aceleradores o se adapta un pequeño imán llamado "Trampa de iones".

1-12 ETAPA DE SONIDO

La señal de sonido, después de pasar por el detector de video y ser separada por el selector de sonido, es llevada a una etapa de amplificación, cuyo circuito depende del tipo de demodulador, a fin de que sea amplificada a un nivel conveniente antes de ser demodulada.

Después de ser amplificada la señal pasa por el limitador, etapa cuya función consiste en eliminar la modulación parásita en amplitud que existe en la señal de FM de sonido, entregando a la salida una señal con amplitud constante.

Dicha modulación en amplitud parásita puede ser originada por varias fuentes, como son la atmosférica, industrial o, inclusive, en los mismos circuitos del propio receptor.

Esta etapa limitadora es muy pocas veces encontrada en los modernos receptores.

Posteriormente la señal de sonido pasa a una etapa demoduladora o discriminadora. Existen varios tipos de discriminadores, y los más importantes son:

- 1.- El discriminador de Foster-Seely, el cual fue muy usado en los antiguos receptores pero muy raramente usado en los modernos.
- 2.- El detector por válvula de haz concentrado. En éste se usa una válvula especial (6 BN6) que actúa como limitador, discriminador y amplificador.

3.- El detector de relación. Este es el más usado en la actualidad.

La preferencia del detector de relación se debe a que no solamente demodula sino que también actúa como limitador. La autolimitación del detector de relación permite diseñar el amplificador de FI de sonido para una ganancia mayor, creciendo con esto la sensibilidad del sistema.

El circuito básico del detector de sonido se representa en la figura I-23.

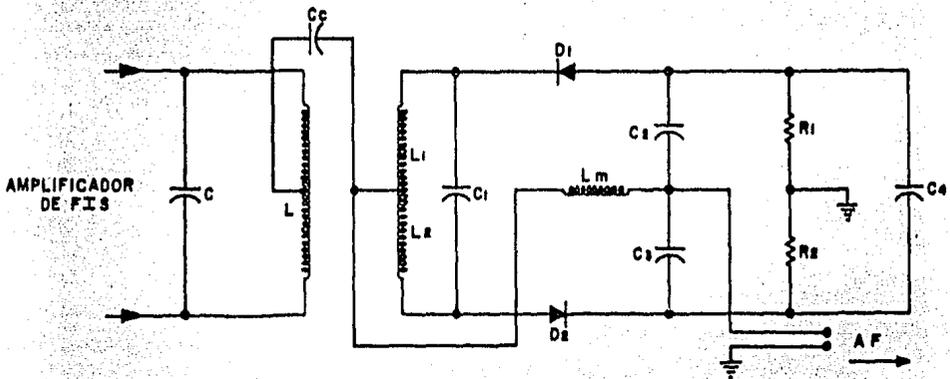


Fig. I-23. Detector de relación

I-13 AMPLIFICADOR FINAL DE AUDIO

Esta sección está formada generalmente por dos partes: un excitador y un amplificador de potencia.

En la actualidad es común encontrar diseños en los cuales se ha eliminado el excitador, ya que el discriminador usado es por declive, siendo, como es sabido, la amplificación en voltaje una de sus características fundamentales.

El excitador consiste en un amplificador de voltaje que trabaja siempre en clase A, generalmente acoplado al amplificador de potencia en forma directa o capacitiva, y que resulta indispensable cuando el discriminador es del tipo Foster Seely, o bien, del tipo de relación.

El amplificador de potencia puede ser de varios tipos. En sistemas económicos está diseñado en clase A con transformador a la salida. En sistemas más refinados se acostumbra hacer uso del amplificador de potencia en clase B, con sus elementos activos conectados en configuración Push-Pull y con realimentación de fase 180° a la entrada del excitador.

Dos posibles configuraciones se muestran a continuación.

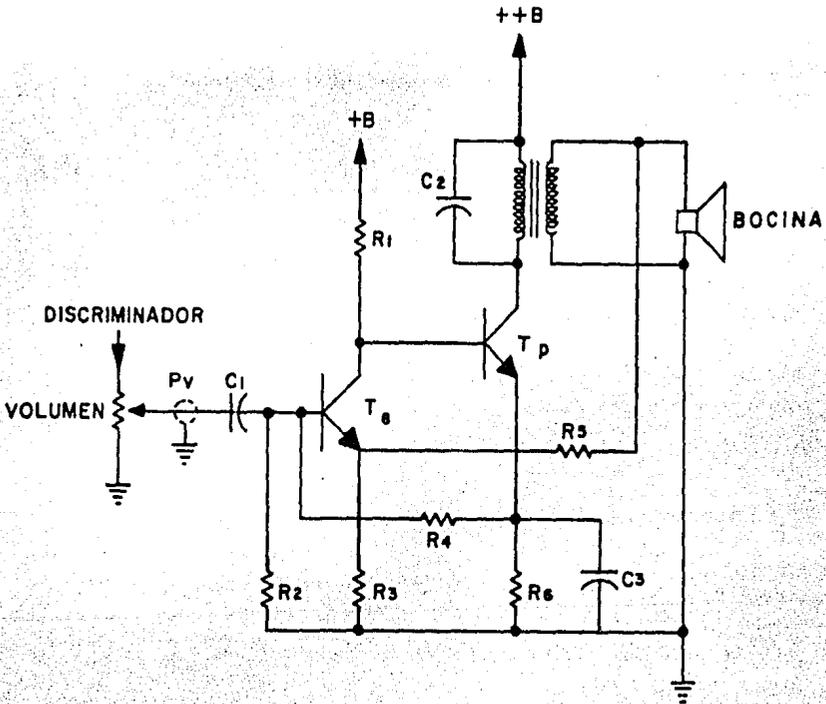
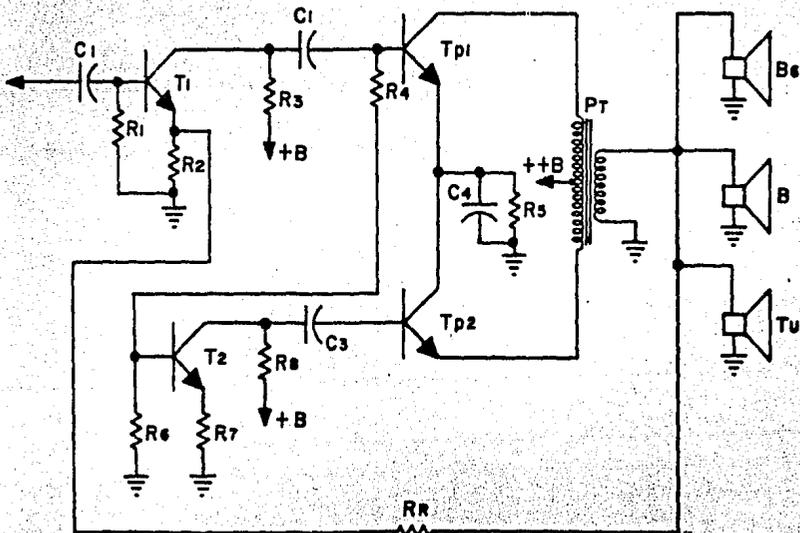


Fig. 1-24. Amplificadores de Audio



I-14 EL AMPLIFICADOR DE SINCRONIA

Esta sección en el receptor suele localizarse entre el amplificador de video y el separador de sincronía (actualmente no es muy empleado), amplificando la señal compuesta de televisión, pero también suele colocársele entre el separador de sincronía y el recortador de sincronía por lo que su amplificación es aplicada ahora sólo a los pulsos de sincronía.

También suele este amplificador aplicarse doblemente, es decir, uno para los pulsos verticales y otro para los horizontales.

Básicamente un amplificador de sincronía tiene una configuración como la que se muestra a continuación:

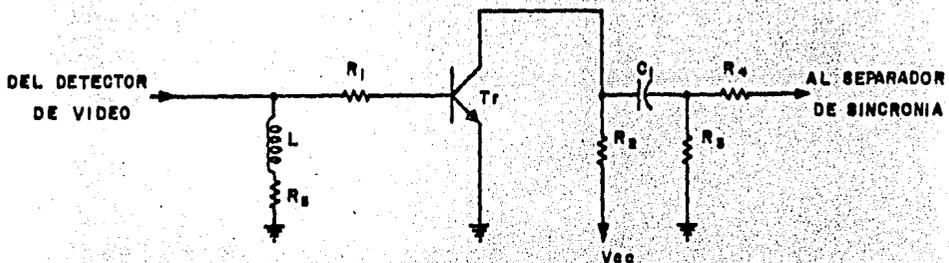


Fig. I-25 Amplificador de Sincronía

Observamos que este amplificador es de clase A, es decir, existe una inversión de fase entre la entrada y la salida. Es de hacer notar que el capacitor es de un valor elevado por efectos de frecuencia.

Al ser empleados en la segunda forma descrita, estos amplificadores reciben cada uno su señal de sincronía respectiva, teniéndose entonces la amplificación del pulso, así como una limitación del ruido en las señales dado que pasó la señal por el separador primeramente.

Para el caso del amplificador de sincronía vertical los pulsos son llevados a una sección integradora, donde son agrupados los pulsos.

Los circuitos típicos de estos amplificadores se muestran a continuación:

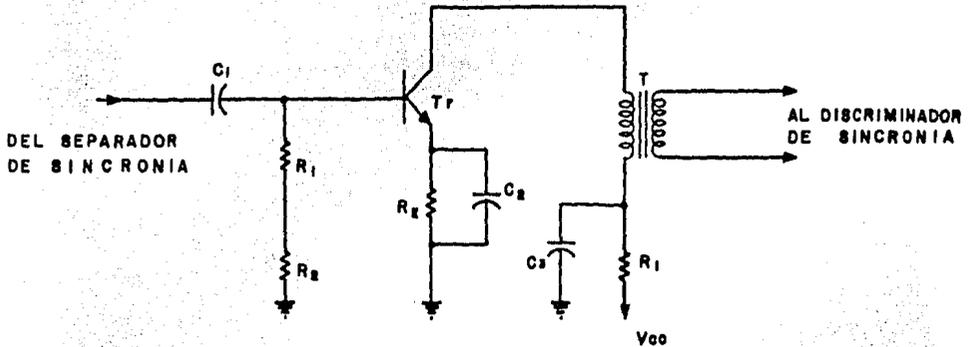


Fig. 1-26 Amplificador de sincronía horizontal

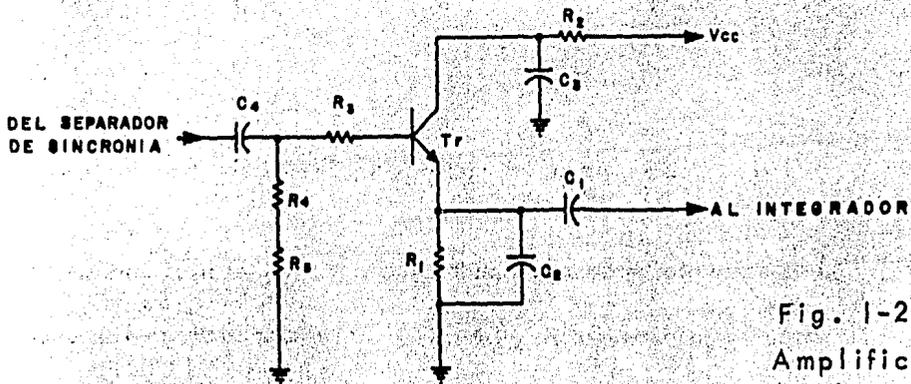


Fig. 1-27
Amplificador de sincronía -
vertical

I-15 SEPARADOR DE SINCRONIA

En esta etapa son separados los pulsos de sincronía de la señal, dichos pulsos ocupan un 25% de la señal compuesta a máxima amplitud. Suele localizarse ya sea entre el amplificador de video y el recortador de sincronía, o bien, entre el amplificador de sincronía y el recortador de sincronía. Un circuito básico de esta etapa se puede integrar como sigue:

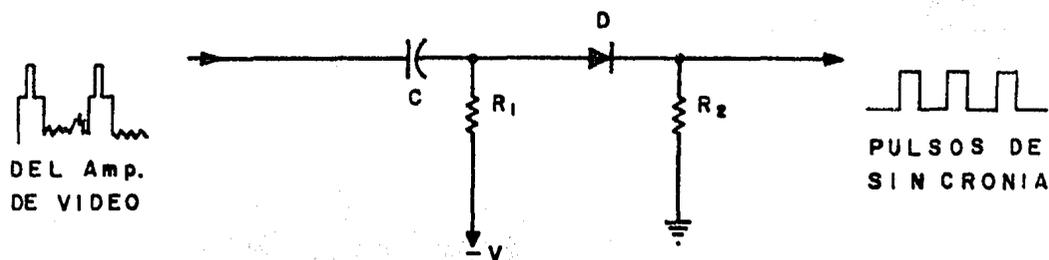


Fig. I-28. Separador de sincronía

Tenemos en este circuito que el diodo es empleado como detector, mismo que se encuentra polarizado inversamente con un voltaje $-V$, que equivale al nivel negro.

Al presentarse la señal compuesta, dada la polarización, se neutraliza el voltaje negativo y sólo conducirá el diodo con la parte superior de la señal compuesta, misma que tiene los pulsos de sincronismo, ya que éstos se encuentran por encima del nivel negro. Puede darse el caso de que nuestra señal compuesta sea negativa, en tal caso se dispone nuestro circuito de la forma siguien-

te: colocamos el diodo y el voltaje inversamente de lo mostrado en el circuito anterior, y tendremos la misma función de detección en nuestra etapa.

1-16 RECORTADORES DE SINCRONIA

Estos dispositivos actualmente son poco empleados en receptores modernos. Se les conoce también por "Limitadores de ruido", es decir, eliminan -- las deformaciones en los pulsos de sincronía en su amplitud que se ve modificada por los ruidos, y además elimina efectivamente algún nivel de la señal compuesta que en el separador de sincronía no haya sido eliminado.

Por lo general el recortador se sitúa después del separador de sincronía y se acopla ya sea al inversor de sincronía, o bien, al separador de intersincronía, mismo que lo integran el diferenciador y el integrador.

Un circuito típico de esta etapa se muestra a continuación:

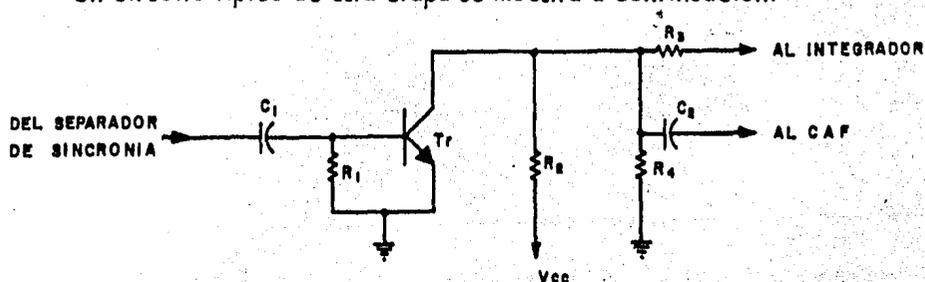


Fig. 1-29. Recortador de sincronía

En donde se tiene al transistor cerca del punto de saturación, esto sucede con la polarización, pero al presentarse los pulsos, como éstos son de componente negativa llevarán al transistor al punto de corte, con lo que en la resistencia de carga se recogerán los pulsos de magnitud constante, reduciéndose notablemente los ruidos en la señal de sincronía.

Como se dijo en un principio este circuito ya no es muy usado, en algu-

nos receptores, en su lugar se integran en una sola etapa el recortador y el separador de sincronía, presentándose a continuación un circuito de dicha etapa:

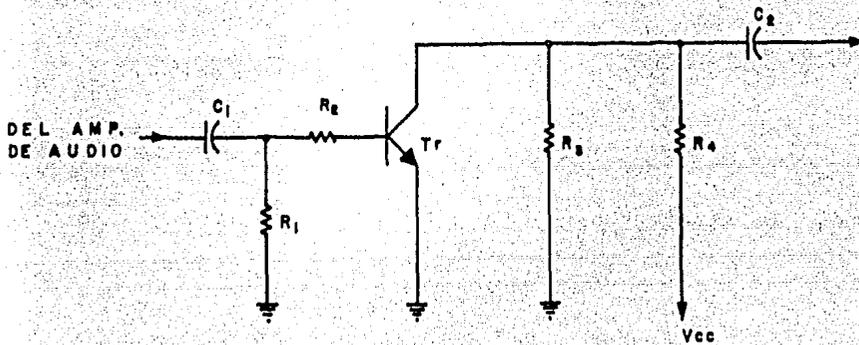


Fig. 1-30. Separador - recortador

En dichos circuitos la ganancia es notablemente reducida pero logran una doble función; eliminar los ruidos, y dar una mayor uniformidad a los pulsos de sincronía en su amplitud.

I-17 INVERSOR DE SINCRONIA

Una vez obtenidos los pulsos de sincronía de la señal compuesta, éstos son separados para gobernar a sus respectivos osciladores de barrido; es decir, los verticales accionarán al oscilador de barrido vertical a una frecuencia de 60 ciclos, y para el caso de los pulsos de sincronía horizontales éstos accionarán al oscilador de barrido horizontal a una frecuencia de 15 750 ciclos. En el primero, dada la baja frecuencia prácticamente es directa la intervención de los pulsos dentro del oscilador, pero en el segundo caso, no sería posible estabilizar el funcionamiento del oscilador de barrido, por lo que se hace uso del "Control automático de frecuencia" (CAF), tratado posteriormente.

El control mencionado realiza, para sus funciones, una comparación entre las frecuencias de entrada y de salida del oscilador de barrido, y en base a dicha comparación acelera o retarda el funcionamiento del oscilador de barrido horizontal, para tenerlo de esta forma a la misma frecuencia de los pulsos de sincronía.

Para lograr lo anterior se dota al receptor de una etapa conocida como inversor de sincronía; éste excitará correctamente al discriminador de sincronía horizontal, dando los pulsos de componente positiva y negativa.

Un circuito básico de esta etapa se muestra a continuación.

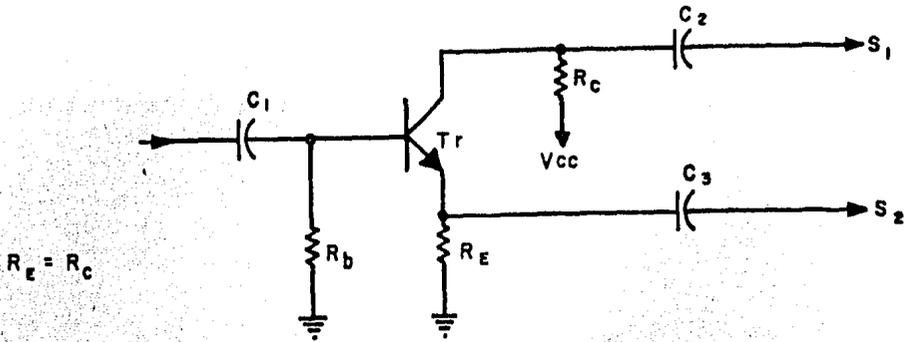


Fig. 1-31. Inversor de sincronía .

Con el circuito anterior logramos parte de las exigencias del CAF para su funcionamiento, es decir, recibir una doble excitación simultánea de -- pulsos de sincronía.

En la práctica generalmente se emplea un circuito como el que se muestra a continuación, en el que se tiene la variante de que del mismo inversor se toma una señal que se acopla al integrador, en el cual se manejan los pulsos - verticales para el oscilador de barrido vertical .

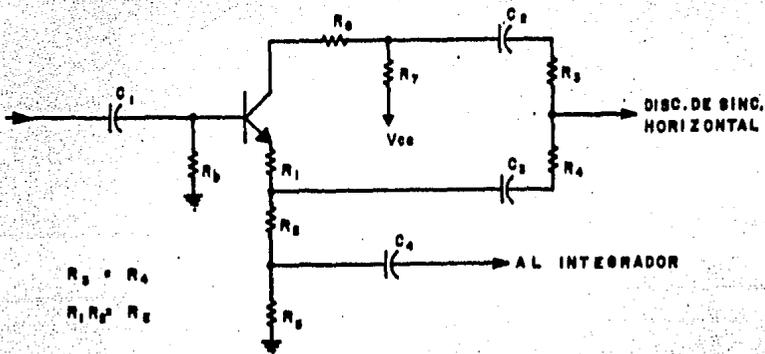


Fig. 1-32. Circuito variante de inversor .

I-18 SEPARADOR DE INTERSINCRONIA

En esta etapa del receptor son separados efectivamente de la señal de sincronía los pulsos verticales y horizontales; por lo que consta de las dos siguientes secciones:

1. El integrador
2. El diferenciador.

Ambas secciones no son más que filtros, el primero es un pasa bajas, y el segundo un pasa altas. Ambas secciones operan con toda la señal, es decir con los pulsos de sincronía, borrado e igualadores, de los cuales en el integrador tenemos los pulsos verticales, y en el diferenciador los horizontales.

Las constantes típicas de los pulsos integrados están comprendidas entre 25 y 50 μ seg.

Para el caso del circuito diferenciador, una característica para el buen funcionamiento de éste, es que debe tener una constante de tiempo muy pequeña comparada con la duración del pulso horizontal, aproximadamente es del orden de 5 μ seg.

I-19 SINCRONIZACION DE LOS OSCILADORES DE BARRIDO

La función de los pulsos de sincronismo es de mantener fijas las imágenes transmitidas por la cámara del transmisor al aparato receptor.

La exploración tanto vertical como horizontal se efectúa mediante barridos con ondas diente de sierra. Dicha exploración es realizada de la siguiente forma:

La señal proveniente de los osciladores de barrido pasa por un juego de bobinas, conocido como Yugo, éste produce un campo magnético que desvía el haz electrónico que choca contra la pantalla fluorescente del receptor, existiendo un juego de bobinas para el barrido vertical y otro para el horizontal.

Los pulsos de sincronía son diferentes del resto de la señal compuesta, como se aprecia en la siguiente figura:

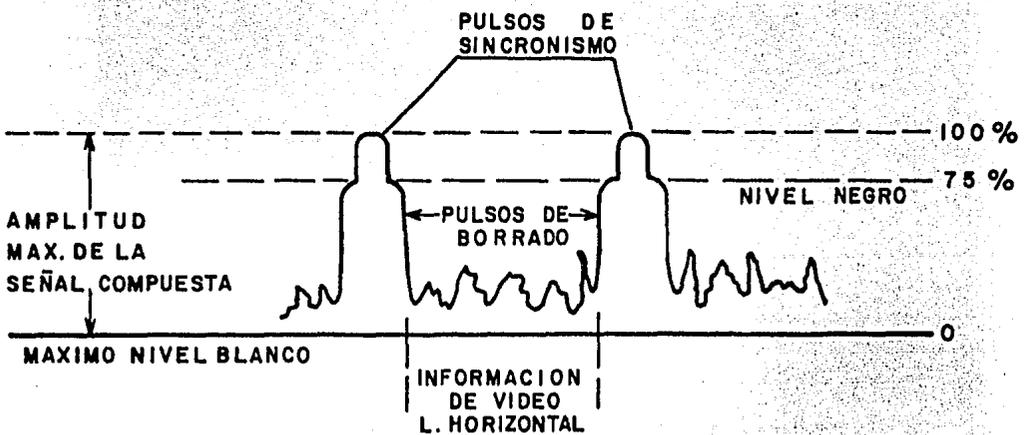


Fig. I-33. Señal compuesta

I-20 OSCILADORES DE BARRIDO

Los osciladores más empleados en los receptores son el de bloqueo y el multivibrador. El primero es usual como generador vertical. Para el barrido horizontal suelen emplearse ambos tipos de osciladores.

Para el caso del oscilador de bloqueo su circuito básico es el que se muestra a continuación.

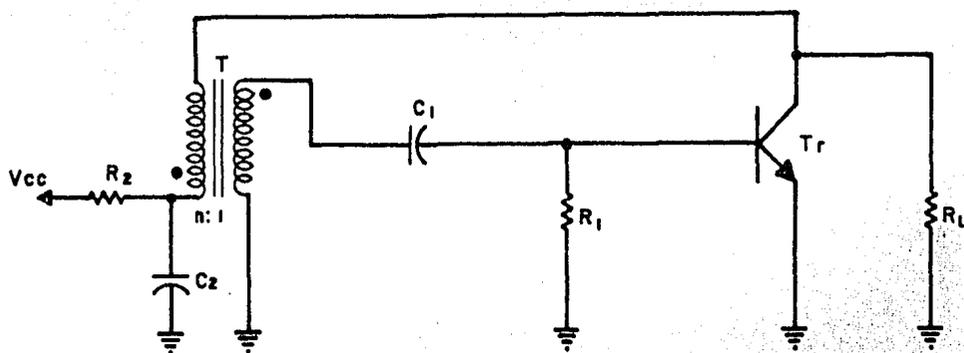


Fig. I-34. Oscilador de bloqueo .

En este oscilador, en reposo, se tiene al transistor en la región activa; aplicándose al colector la señal de disparo, sube el potencial de base, circulando más corriente por el colector hasta que es superado a un punto la tensión de la base y hace que el transistor se corte.

Para el caso del oscilador multivibrador, como el circuito anterior, es de aplicación práctica en ambos circuitos de barrido. Un circuito multivi-

brador es el que se muestra a continuación:

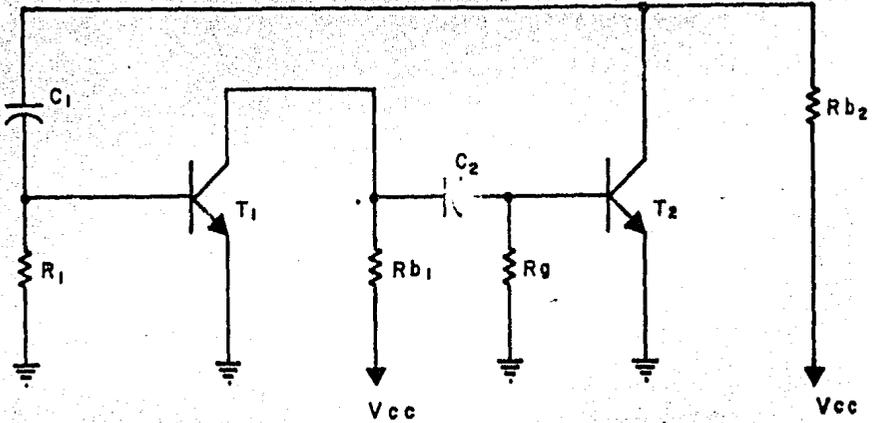


Fig. 1-35. Multivibrador

Este circuito es del tipo astable acoplado por colector, en el cual un transistor estará en corte y otro en saturación. Suponiendo que T_1 está saturado tendremos que el colector de éste se encuentre a V_{cc} , y se cargará C_2 , y dado que en la base de T_2 existe un potencial negativo, éste está cortado, - al descargarse el condensador llegará un nivel para el cual se vence el V_{BE} y T_2 conduce, mismo que al ir a saturación sube su V_{CE} a saturación, teniendo se por otra parte que cuando éste conduce carga a C_1 y origina el salto cortando a T_1 .

1-21 SISTEMAS GENERADORES DIENTE DE SIERRA

Los sistemas generadores diente de sierra tienen como función la generación de la señal de barrido.

Las señales diente de sierra producidas son llevadas al Yugo, donde son aplicadas, para la deflexión del haz electrónico en el cinescopio.

Para tal efecto se logra crear la señal aprovechando los períodos de bloqueo y desbloqueo de los osciladores de pulsos, para generar el diente de sierra. El generador no es otra cosa que un condensador que se descarga en el desbloqueo y origina una señal que por las características del condensador es una función exponencial decreciente, que no es otra cosa que un diente de sierra.

Básicamente se puede representar al circuito como sigue:

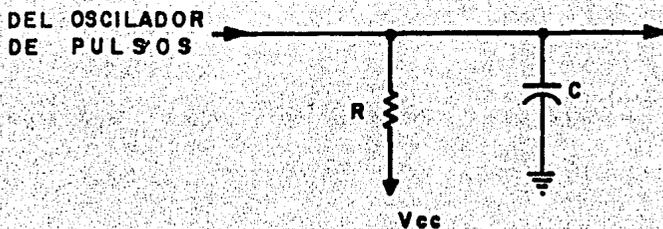


Fig. 1-36 Generador diente de sierra

Además de lo anteriormente establecido para lograr una correcta linealidad de la imagen del receptor, se aplica una serie de pulsos negativos de forma rectangular de baja amplitud; dichos pulsos se aplican en el instante en que se descarga el condensador, modificando al diente de sierra. Los pulsos se toman de la fase de barrido.

Con lo anterior se permite la deflexión exacta del haz que barre la pantalla. El circuito queda como se muestra a continuación.

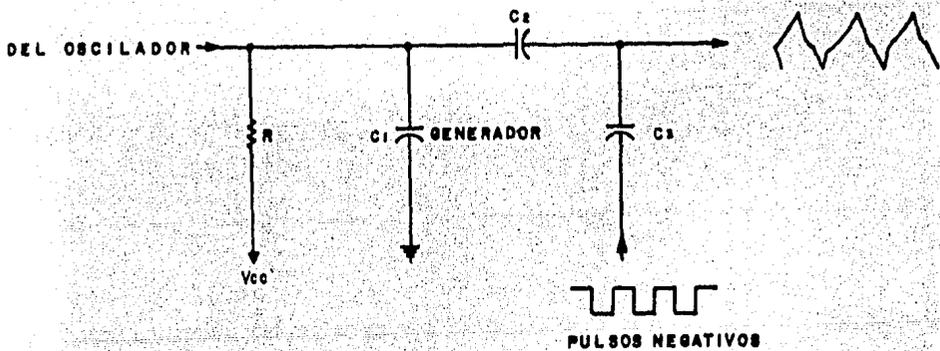


Fig. 1-37. Adición de pulsos al generador

I-22 CONTROL AUTOMÁTICO DE FRECUENCIA

Esta sección desempeña un papel muy importante en el receptor de televisión. Sin ella, la perfecta sincronización del barrido en la cámara y el barrido en el cinescopio no sería posible, provocándose con ello una reproducción totalmente confusa de la imagen.

Su trabajo lo lleva a cabo mediante circuitos comparadores de frecuencias. Dichos circuitos son excitados, simultáneamente, por el tren de pulsos de sincronía horizontal y por la señal local diente de sierra. Si las frecuencias de ambos son iguales, los circuitos comparadores presentan a su salida un voltaje nulo. Si las frecuencias son desiguales, a la salida del sistema se presenta un voltaje de CD, cuya magnitud es proporcional al valor absoluto de tal diferencia.

El voltaje de CD, de salida, llamado voltaje de control, se aplica a algún dispositivo activo que haga variar la frecuencia natural de oscilación del circuito tanque, del oscilador horizontal local.

En estas circunstancias, dicho dispositivo actúa como una reactancia cuyo valor varía de acuerdo con la magnitud y la polaridad del voltaje de control.

Como se mencionó anteriormente existen varios tipos de CAF, algunos de los cuales son los siguientes:

- 1.- Synchrolock
- 2.- Gruen

3.- Synchroguide

4.- Detector de Fase

De éstos, los más usados en la actualidad son el segundo y el cuarto, ya que se pueden construir con dispositivos de estado sólido simples (tales como diodos), y además no contienen dispositivos electromagnéticos (transformadores) que aumentan el peso, volumen y costo del sistema.

A continuación se muestran estos dos sistemas:

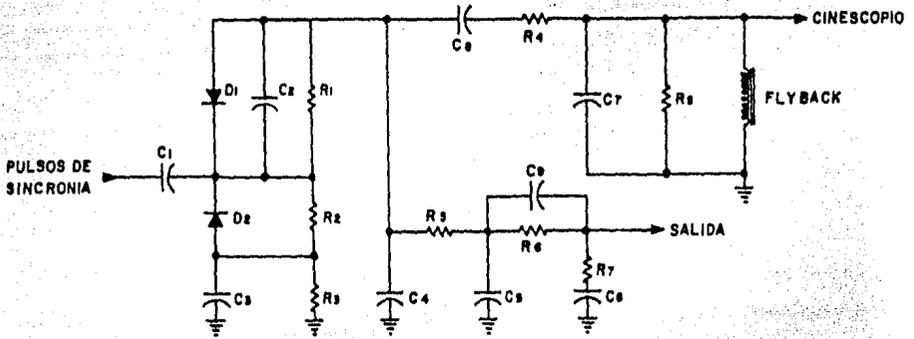
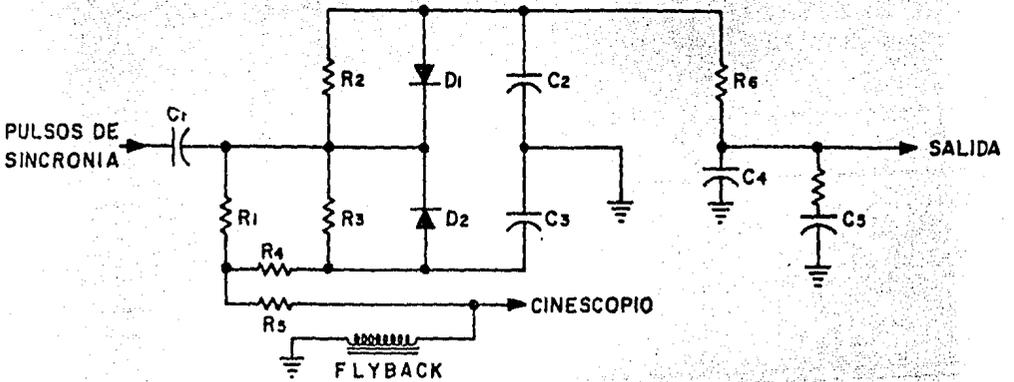


Fig. 1-38. Sistema Gruen



Detector de Fase

Para cada caso, el dispositivo mencionado trabaja en diferente forma:

Synchrolock.- Como inductancia variable, la cual, montada como se muestra, puede hacer variar la frecuencia del oscilador local.

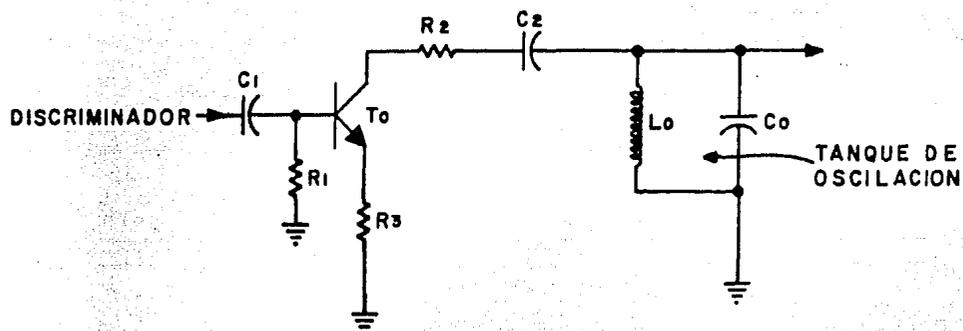


Fig. 1-39. Sistema Synchrolock

Gruen.- Como resistencia variable. Al trabajar en la forma mostrada, hace variar la frecuencia natural de oscilación del circuito tanque de un oscilador tipo Hartley.

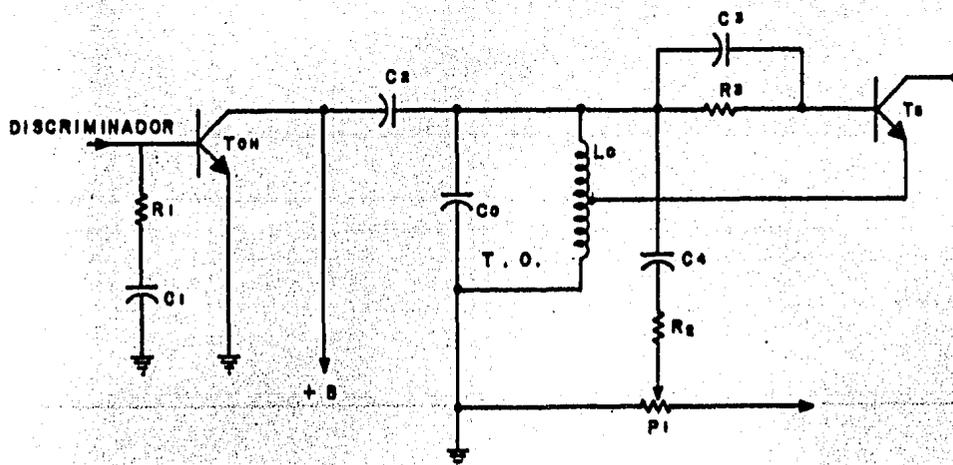


Fig. 1-40. Sistema Gruen

Synchroguide.- Como transductor digital. Transforma pulsos de anchura variable en pulsos de amplitud proporcional a dicha anchura. Actúa, en cierta manera, como discriminador, lo mismo que como elemento reactivo variable.

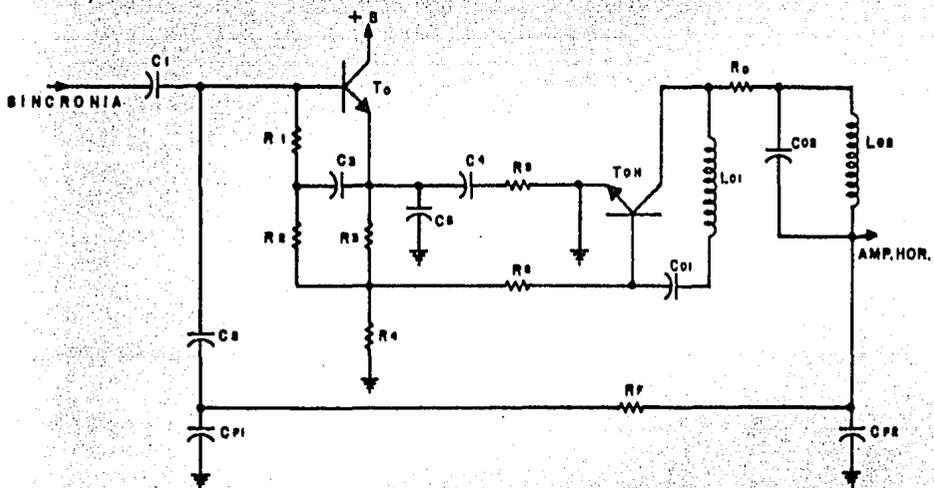


Fig. 1-41 Sistema Synchroguide.

Detector de Fase.- Como inductancia o capacitancia variable, e incluso, en ciertos casos, como resistencia variable.

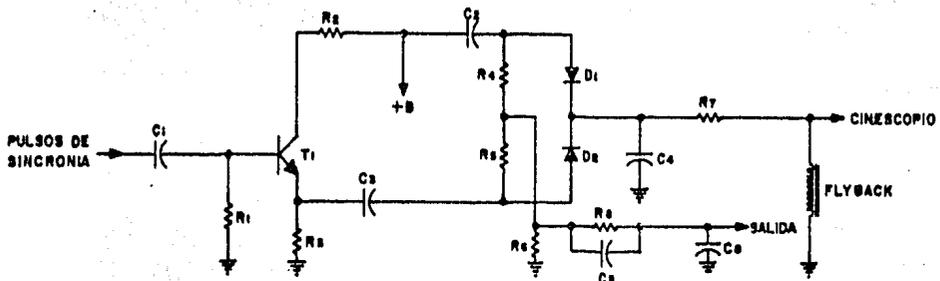


Fig. 1-42. Detector de Fase.

I-23 AMPLIFICADOR DE SALIDA VERTICAL

Esta etapa consiste de un amplificador de potencia, el cual recibe a su entrada la señal diente de sierra proporcionada por el oscilador vertical, cuya potencia es baja, ya que, prácticamente, sólo tiene componente de voltaje, - pues el de corriente es casi nulo. A la salida de dicho amplificador se obtiene la misma señal diente de sierra con sus dos componentes en amplitud, lo que le da potencia.

La señal de salida de esta etapa no puede ser aplicada directamente a las bobinas deflectoras debido a la baja impedancia que presentan éstas, por lo que es imprescindible intercalar un transformador voltaje reductor, que actúa - como elevador de impedancia en el primario, logrando con esto dar la carga adecuada al amplificador.

Otro de los problemas presentes en esta etapa son los picos de corriente que se obtienen a la salida, como resultado de la autoinducción en el primario del transformador, los que se producen por los violentos desvanecimientos de la señal de entrada durante el retroceso de su máximo valor a cero. Si estos picos no son anulados, la imagen en la pantalla aparecerá notablemente distorsionada. Debido a esto, son colocadas, en paralelo con las bobinas deflectoras, unas resistencias que se les denomina de amortiguamiento, las cuales introducen pérdidas en el sistema pues atenúan inmediatamente las señales indeseables.

Como las bobinas deflectoras verticales se encuentran íntimamente aco--

pladas con las horizontales, las resistencias amortiguadoras eliminan los impulsos indeseables que éstas últimas inducen en las primeras.

En este amplificador se encuentra el control de linealidad, el cual consiste simplemente en compensar la forma exponencial del diente de sierra para que tome la forma deseada de rampa. Dicha compensación se logra haciendo trabajar al dispositivo activo de la etapa en una región un tanto no lineal de su curva característica.

A continuación se muestra una configuración típica de este amplificador.

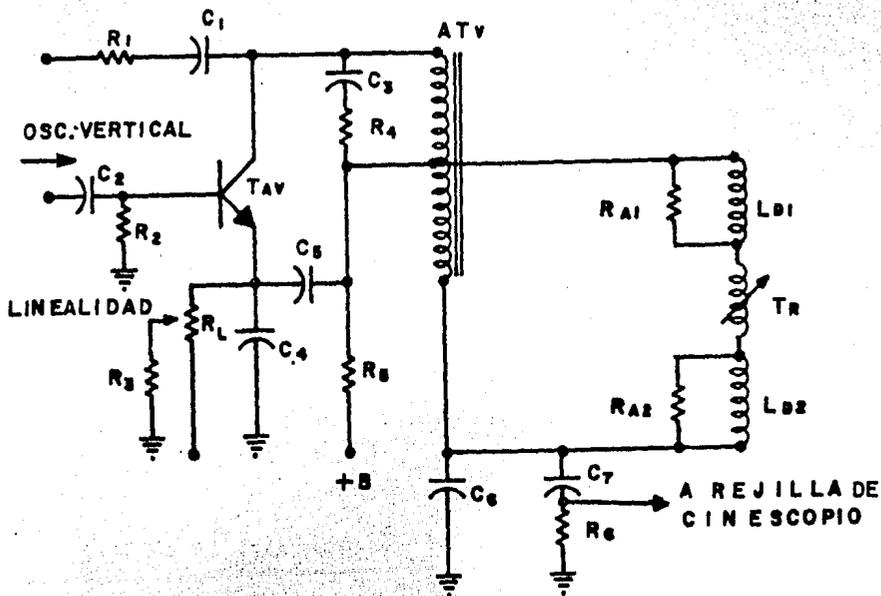


Fig. 1-43. Amplificador de salida vertical

I-24 AMPLIFICADOR DE SALIDA HORIZONTAL

Se localiza entre el oscilador de barrido horizontal y las bobinas deflectoras horizontales. Esta etapa de potencia a la señal diente de sierra que entrega el oscilador de barrido, y con la potencia ya adecuada pasa a las bobinas deflectoras para formar el raster.

Se acopla a las bobinas deflectoras mediante un transformador de acoplamiento conocido como FLYBACK, trabajando además en forma conjunta con el Damper o amortiguador, y la fuente de alta tensión.

La salida del amplificador es aplicada también al CAF, el que realiza un trabajo comparativo entre los pulsos de sincronía y la señal diente de sierra, en frecuencia, con lo que controla la señal diente de sierra que entrega el oscilador y da el correcto barrido horizontal.

También de esta etapa se controlan: la anchura y la linealidad horizontal de la imagen.

Un circuito básico de un amplificador de salida horizontal se muestra a continuación:

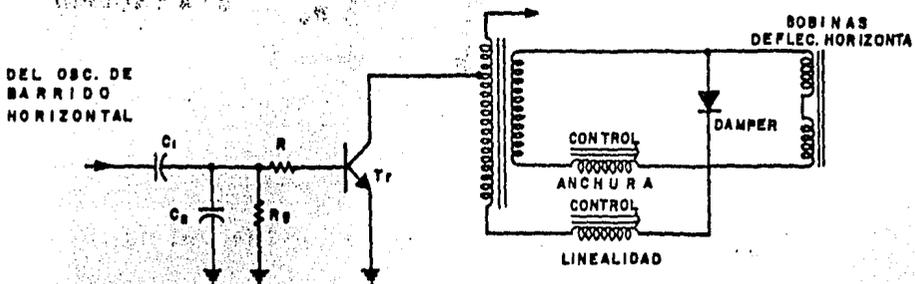


Fig. I-44. Amplificador de salida horizontal

El FLYBACK como se conoce al transformador de acoplamiento da la impedancia de carga a nuestro amplificador ya que las bobinas deflectoras presentan una baja impedancia; además hay que adicionar una bobina que suele disponerse en paralelo o en serie que se conoce como Control de anchura, reflejando en el primario del transformador de acoplamiento una impedancia que carga en forma adecuada al amplificador, misma que al modificarse da como efecto cambios en el ancho de la imagen, es decir, se aumenta o disminuye la impedancia con dicha bobina y esto se refleja en el ancho de la imagen.

Además del control antes mencionado existe otra bobina conocida con el nombre de control de linealidad, ésta básicamente trabaja en forma conjunta con un potenciómetro, que modifica la excitación del amplificador, es decir, altera el diente de sierra que influye directamente sobre la linealidad de la imagen, ya que causa el defecto de alargar o estirar la imagen del lado izquierdo y comprimiendo la del lado derecho.

El ajuste de la linealidad y control de anchura eliminan el mencionado defecto.

Es de hacer notar que el amplificador se polariza negativamente, y es contrarrestada solamente por la señal diente de sierra produciéndose a la salida de la etapa la señal antes mencionada con la frecuencia de 15 750 ciclos; modificando sólo el diente de sierra por los controles antes descritos para una imagen correcta.

I-25 CIRCUITO AMORTIGUADOR O DAMPER

Esta etapa suele localizarse entre el transformador de salida horizontal y las bobinas deflectoras horizontales.

Las funciones del damper, o amortiguador, además de acoplar ambas etapas, son las de amortiguar y elevar la tensión, principalmente.

Dadas las características del barrido horizontal se produce una línea horizontal de izquierda a derecha, misma que en su máximo es instantáneamente disminuida por una línea de retroceso, y se inicia nuevamente desde la izquierda una nueva línea; durante el mencionado retroceso aparecen unas oscilaciones transitorias que tienden a pasar por las bobinas deflectoras, creándose entre las espiras de estas bobinas capacidades parásitas que sumadas nos producen una capacidad parásita total, la que está en paralelo con las bobinas deflectoras; y en el momento en que se presenta por las bobinas nuevamente la señal diente de sierra tenemos un efecto de deformación de la señal que se refleja en un barrido deficiente en la pantalla, ya que sería desplazado el inicio de la línea horizontal apareciendo una zona brillante a la izquierda.

El Damper neutraliza dichos efectos con un diodo que rectifica las oscilaciones parásitas, mismas que son llevadas a un capacitor donde son acumuladas dando una tensión que se aplica en las secciones de alto voltaje. Es importante notar que el diodo no conduce durante todo el tiempo de retroceso, y que el potencial acumulado es filtrado.

Un circuito del Damper se muestra a continuación.

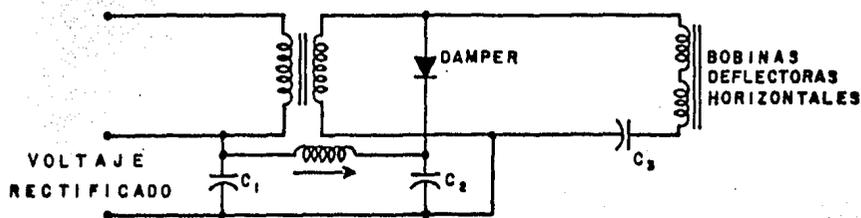


Fig. 1-45. Circuito Damper .

En caso de tener un autotransformador, cambian las polaridades a positivas, lo que lleva a invertir el diodo, y de esta forma la rectificación, filtrado y almacenamiento son efectuadas en la misma forma que en el circuito anterior. Este caso se muestra en la siguiente figura.

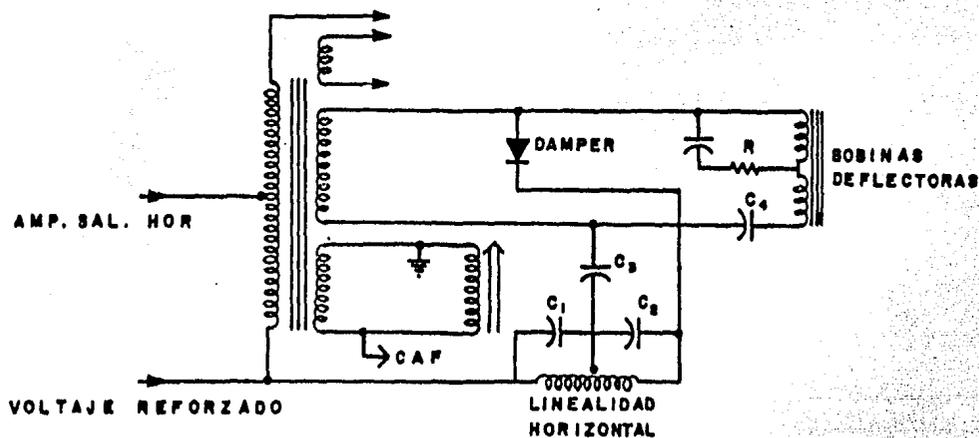


Fig. 1-46. Circuito Damper con autotransformador.

I-26 FUENTE DE ALTA TENSION

Esta fuente se utiliza para polarizar los electrodos del cinescopio y en especial al segundo ánodo de aceleración. La tensión que entrega fluctúa entre 5000 y 20 000 volts.

Existen varios tipos de fuentes y las más usadas son:

- a) Fuente con oscilador de radiofrecuencia;
- b) Fuente a Flyback.

Fuente con oscilador de radiofrecuencia.- Si se aumenta la frecuencia de la señal alterna se pueden emplear transformadores pequeños para elevar el voltaje, con lo que se logra una fuente relativamente sencilla y económica.

Estas fuentes consisten de un oscilador de alta frecuencia seguido de un transformador de radiofrecuencia para elevar el voltaje y finalmente un sistema de rectificación de media onda con un sistema de filtro. En la figura I-47 se muestra una fuente de este tipo.

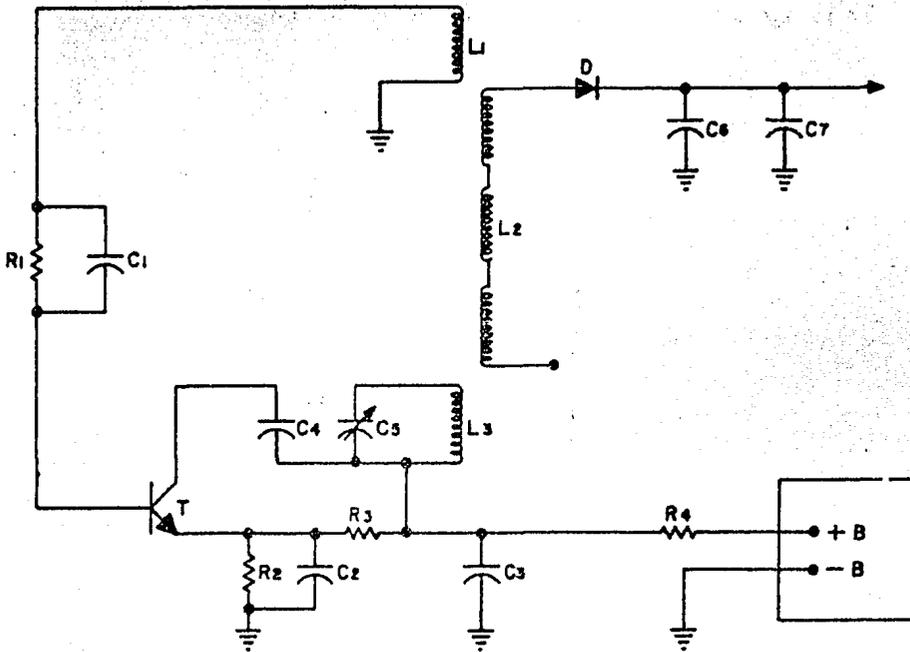


Fig. 1-47. Fuente de alta tensión a oscilador de RF

Fuente a Flyback.- Esta fuente, que es la más usada, es excitada por la etapa de salida del barrido horizontal. Aprovechando que las variaciones bruscas en la carga inductiva del amplificador horizontal dan origen a -- voltajes autoinducidos muy elevados (aproximadamente de 4,000 volts de pico), al primario de este transformador se le asocia una bobina más para formar una especie de autotransformador, cuyo voltaje sumado al del primario nos da un alto valor de voltaje que posteriormente pasará al rectificador de media onda y por último al sistema de filtro que nos entregará un voltaje de CD.

En la figura I-48 se aprecia una fuente a Flyback.

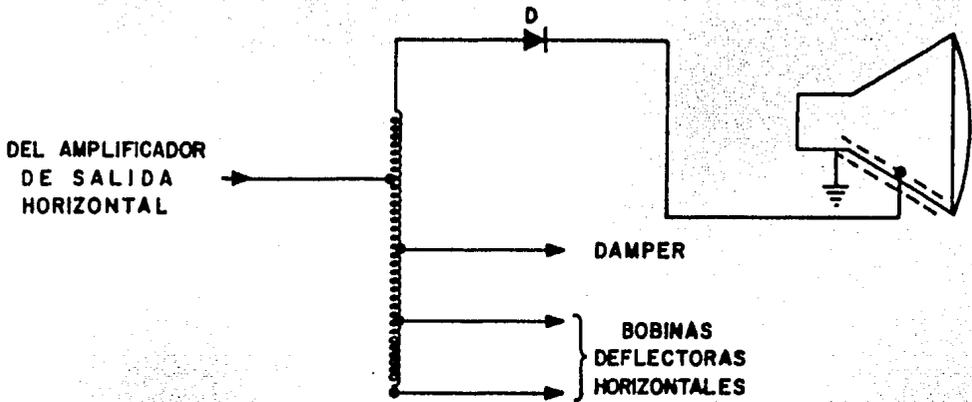


Fig. I-48. Fuente a Flyback .

En sistemas como el de la figura el condensador de filtro está formado por el blindaje y el "acuadag" del cinescopio teniendo como dieléctrico el vidrio del tubo.

CAPITULO II

TEORIA CROMATICA

Para entender mejor el funcionamiento del televisor a color es necesario conocer la naturaleza y el comportamiento de la luz, así como su manifestación en colores y las características de dicha manifestación. También es necesario señalar ciertos aspectos de la visión humana.

II-1 LA LUZ

La luz es una forma de energía radiante que viaja en forma de ondas y se define como la porción del espectro electromagnético que es capaz de excitar el nervio óptico. El espectro electromagnético se muestra en la siguiente figura.

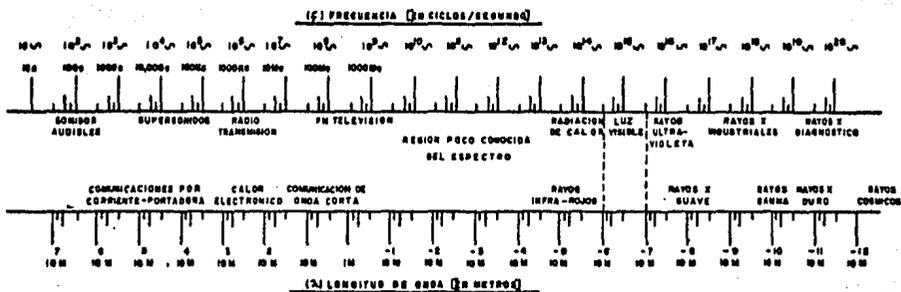


Fig. II-1 Espectro electromagnético

Otras formas de energía radiante son las ondas de radio, rayos X, gamma, etc. Todas se caracterizan por viajar a una velocidad promedio de 3×10^8 m/seg. sin embargo, difieren en longitud de onda (λ) y frecuencia (f). Existe una relación entre estas variables:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde:

C = velocidad constante de propagación en el vacío. Y:

$$C \approx 3 \times 10^8 \text{ m/seg.}$$

Los límites de la percepción de la luz varían de una persona a otra. --
Por lo tanto, toda discusión sobre la luz y el color debe hacerse sobre la base de un observador "normal", que sea el promedio de mucha gente, ya que no existen dos personas que vean exactamente igual los colores.

El trabajo de Newton con los prismas es famoso porque identificó el origen de los colores. Un prisma puede convertir la luz blanca en luz coloreada. Lo cual se muestra en la siguiente figura.

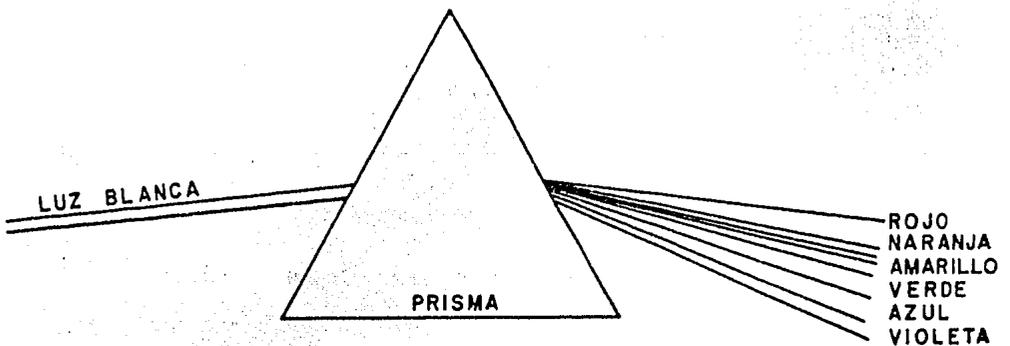


Fig. 11-2. Obtención de luz blanca en colores mediante un prisma

Usando dos prismas, Newton encontró que el segundo prisma debía obtener luz blanca reuniendo todos los colores, como se muestra a continuación.

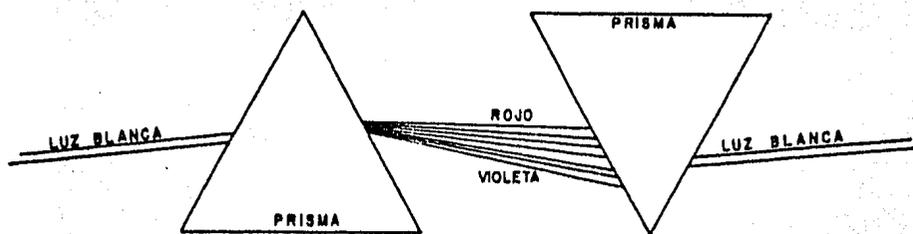


Fig. 11-3. Descomposición de luz blanca en colores y recuperación de ésta mediante dos prismas

De las observaciones anteriores podemos obtener las siguientes conclusiones:

- 1.- La luz blanca no es un color simple, sino una mezcla de todos los colores.
- 2.- Un prisma separa los colores que ya existen en la luz blanca; no los crea.
- 3.- Cada color es refractado bajo un ángulo diferente por el prisma y ésta es la causa de la formación del espectro. La luz violeta es la que más se refracta y la roja, la que menos.

Básicamente, el color es un fenómeno relacionado con la frecuencia, - aunque es práctica general referirse a las longitudes de onda. También pueden formarse espectros por medio de la interferencia. De cualquier modo que se ori

gine, la separación de la luz en sus colores componentes ordenados, de acuerdo con su longitud de onda se llama dispersión.

Las longitudes de onda visibles, pueden ser examinadas más de cerca si son removidas del espectro y ensanchadas como se ha hecho en la figura II-4.

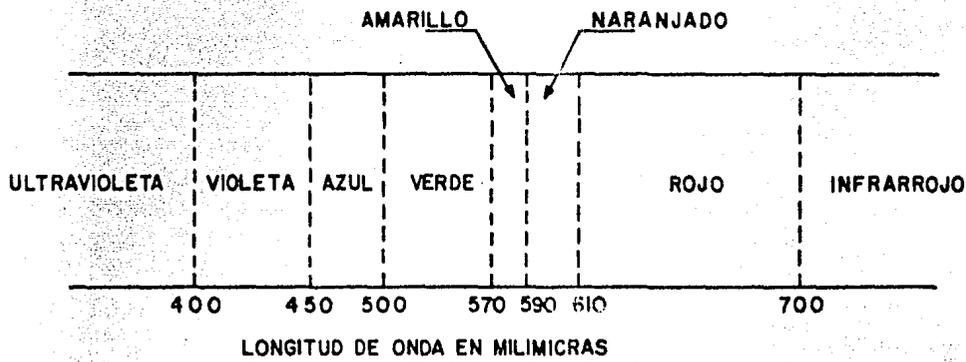


Fig. II-4. Porción de luz visible del espectro electromagnético

II-2 LA VISION

La visión humana es un doble proceso que ocurre por una parte en el ojo y por otra en el cerebro.

La salida luminosa de un objeto estimula al ojo. Este estímulo se transfiere al cerebro, donde es registrado como una sensación consciente.

La estructura del ojo es similar en funcionamiento al de un instrumento mecánico. El ojo consiste esencialmente de un sistema de lentes, un diafragma ajustable y una pantalla. El diafragma es el iris y la pantalla es la retina. El esquema de un ojo humano se muestra a continuación.

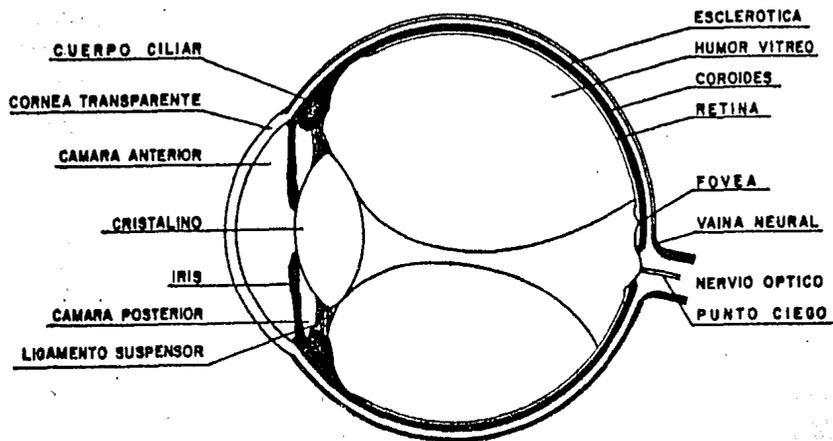


Fig. II-5. El ojo humano

La luz entra al ojo a través de una capa transparente llamada córnea. La cantidad de luz que se permite incidir en el cristalino o lente, es controlada por la contracción o expansión del iris. A un nivel bajo de luz el iris se expande, y a un nivel alto se contrae.

La luz pasa a través de la pupila, que es la abertura del iris y luego a través del cristalino; aquí la luz es convergida y enfocada sobre la retina.

Hay dos clases de órganos sensibles a la luz en la retina, "bastones" - largos y delgados, y "conos" más cortos y anchos. Estas dos clases de órganos constituyen las terminales del nervio óptico en la retina.

En 1772 se encontró que la mayoría de los colores del espectro se podían reproducir por medio de una mezcla apropiada de tres colores; rojo, verde y azul. Debido a este hecho nació la hipótesis de que hay tres clases de conos, cada uno sensible a uno de estos tres colores. De acuerdo con esta hipótesis, cuando son estimuladas las tres clases de conos, se recibe la sensación de blanco. Cuando la longitud de onda del amarillo ilumina los conos, se impresionan tanto los sensibles al rojo como al verde. Así cuando la luz roja y verde llegan al ojo, se percibe la misma sensación que cuando lo alumbra una luz amarilla pura.

Esta hipótesis de los tres colores explica bastante bien muchas situaciones relacionadas con el color. Sin embargo, nadie ha sido capaz de demostrar que verdaderamente hay tres clases de conos en el ojo. Un investigador reciente, Edwin H. Land, ha comprobado que se puede tener la sensación de la mayo-

rfa de los colores del espectro, cuando la retina es estimulada con sólo dos frecuencias. Evidentemente, el hombre debe recorrer todavía un largo camino - para llegar al conocimiento verdadero de cómo nuestros ojos perciben los colores.

La gente ciega al color, ve muy escasa diferencia de matiz entre ciertas sombras de azul y de verde; algunos no distinguen entre el rojo y el verde; y unos pocos aprecian sólo negro, gris y blanco.

Un hombre de cada 10 y una mujer de cada 100 presentan alguna forma de ceguera al color.

Si se mezcla pintura verde con roja resulta una mezcla de color pardo - sucio. Si se mezcla luz verde con roja el objeto donde se proyecta parece amarillo.

Nuestra percepción de los colores enviados a nuestros ojos, por los cuerpos iluminados, están determinados por tres factores:

- 1.- El color de la luz que ilumina al cuerpo.
- 2.- Lo que el cuerpo hace con la luz.
- 3.- La sensibilidad del ojo.

El efecto de los puntos uno y dos se muestra a continuación.

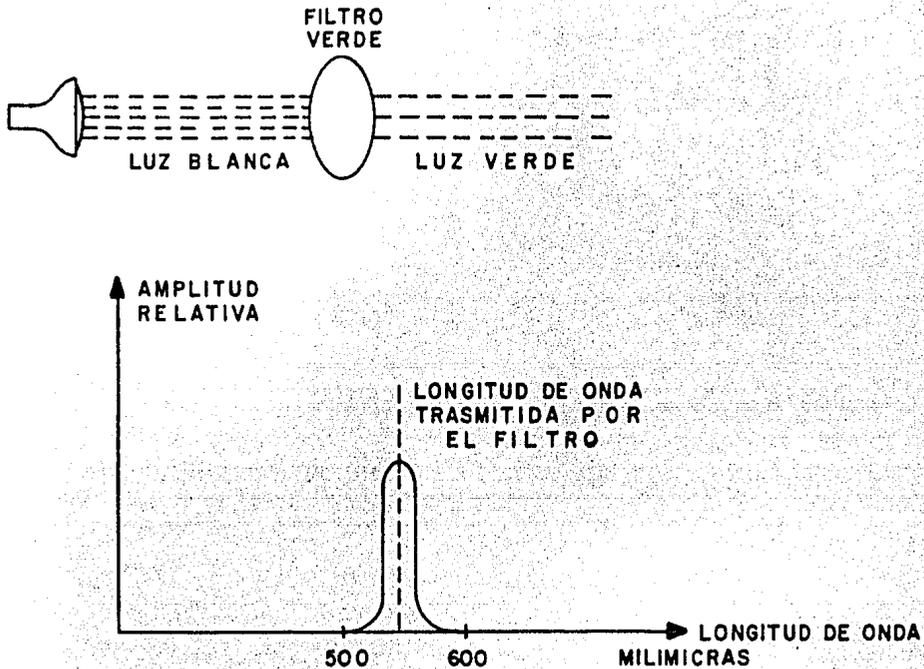


Fig. II-6. Efectos de la luz blanca al pasar por un filtro

Un objeto iluminado puede ser translúcido, transparente u opaco si refleja, transmite o absorbe la luz.

Un trozo muy delgado de lámina de oro se ve amarillo con la luz reflejada, pero si se mantiene de modo que sea atravesado por la luz, se encontrará que la luz transmitida es verde.

La sensibilidad del ojo humano se ve en la siguiente figura.

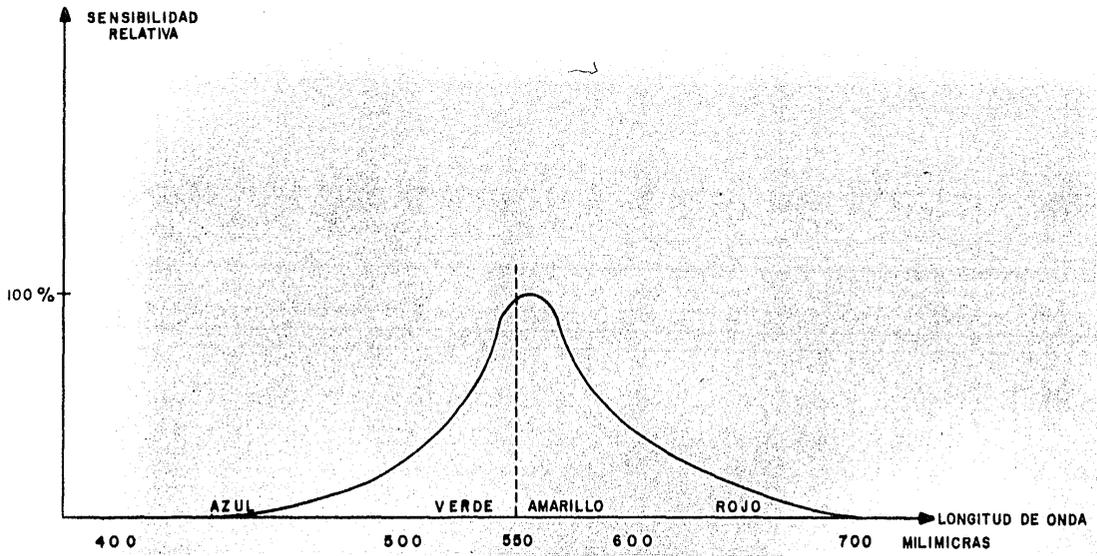


Fig. 11-7. Sensibilidad del ojo humano

Algunos de los más recientes experimentos con mezclas de color fueron hechos con pigmentos. Se encontró que los colores primarios que daban resultados más satisfactorios eran el amarillo, el turquesa y el magenta.

Estos primarios se conocen como primarios sustractivos, porque sustraen (por absorción), las longitudes de onda indeseables de la luz blanca. Lo anterior se muestra en la figura 11-8.

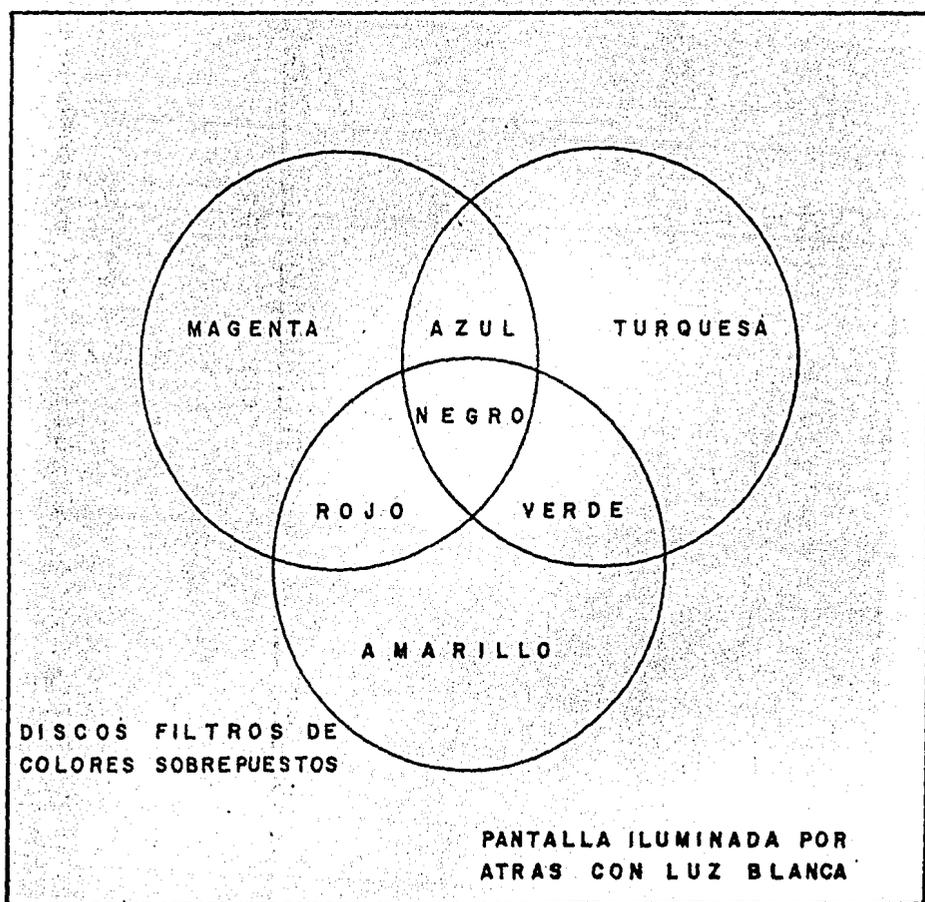


Fig. 11-8. Sistema sustractivo

El sistema sustractivo de reproducción del color mostrado, funciona -- muy bien cuando trabaja con pigmentos, transparencias fotográficas, o en cualquier otro caso donde la fuente inicial de luz sea luz blanca. Sin embargo, - en televisión a colores sería más lógico trabajar partiendo de tres fuentes de luz individuales y sumarlas entre sí en la pantalla. Esto reclamaría un nuevo juego de colores primarios. Se encontró que para la colorimetría aditiva, (como se conoce este proceso), los tres colores que como primarios dieron el rango más completo, fueron el rojo, el verde y el azul. Esto se debe indudablemente a la peculiar sensibilidad del ojo humano en estas tres regiones. La siguiente figura muestra los tres primarios aditivos que se usan en TV a colores.

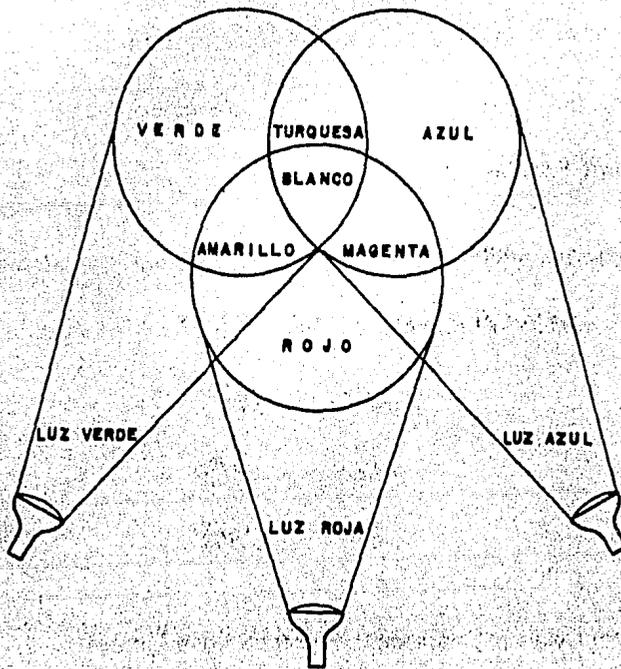


Fig. 11-9. Sistema Aditivo

Los tres círculos de color traslapados representan tres fuentes de luz separadas, cada una con un color primario diferente, siendo proyectadas en una pantalla de manera que se traslapan parcialmente, para mostrar el efecto de sobreponer dos o más primarios aditivos. Nótese que el resultado es opuesto al de los primarios sustractivos.

Directamente opuesto a cada uno de los colores primarios hay un color secundario. Si se combinan luces de esos dos colores con la intensidad apropiada, puede verse luz blanca. Por esta razón, un color primario y su secundario opuesto, (por ejemplo, el turquesa y el rojo) se llaman colores complementarios.

Es importante señalar que para formar luz blanca a partir de los tres colores primarios, la brillantez relativa de las luces de los tres colores, cuando son vistas separadamente no aparece igual.

Los valores actuales de brillantez relativa que han sido adoptados para su uso en TV usando el blanco con 100% de brillantez son:

verde	59%
rojo	30%
azul	11%

Obteniéndose los siguientes valores al combinarse:

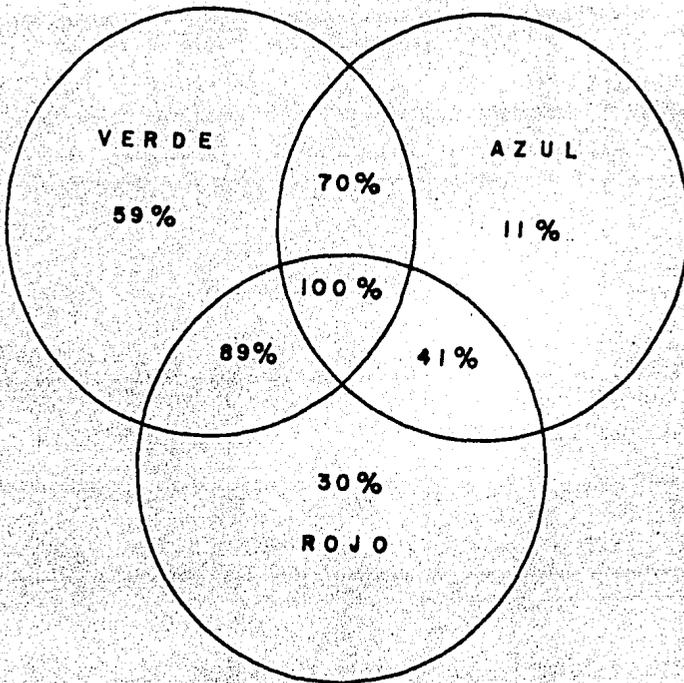


Fig. 11-10. Brillantez relativa

Sin necesidad de pensar en colores específicos, se tiene la certeza de que cualquier color puede ser reproducido por medio de la apropiada adición de los colores primarios adecuados.

II-3 DIMENSIONES DEL COLOR

Para que un color pueda ser catalogado en forma completa, éste debe ser descrito en tres dimensiones que son; matiz, saturación y luminosidad.

MATIZ.- Es la longitud de onda dominante.

No importa qué primarios se usen para hacer el color, este nuevo color tiene una nueva longitud de onda dominante que deberá corresponder a ese matiz cuando es visto en el espectro visible. Al matiz también se le llama tinte o tono.

SATURACION.- Es la pureza del color.

Esto es una indicación de la pureza espectral de un color o, en otras palabras, la cantidad de luz blanca presente en la longitud de onda dominante. Como es de esperarse la saturación 100% indica un matiz espectral puro, al mismo tiempo que el 0% de saturación de cualquier color, es el blanco.

LUMINOSIDAD = BRILLANTEZ = INTENSIDAD.- Es la cantidad de energía de luz contenida en un matiz dado.

La intensidad de un color en particular puede ser variada sin afectar su matiz o su saturación.

La brillantez total de una mezcla es igual a la suma de las brillanteces individuales de todos los colores de la mezcla.

11-4. DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

Debido a que un color reproducido a cierto nivel de brillantez se conserva sobre un amplio rango de niveles de brillantez, es posible el uso de un "plano de perfiles" tridimensional para la determinación del color. Además, es obviamente necesario establecer ciertos estándares y normas de color para definir los colores, a pesar de las limitaciones visuales de los observadores.

Esta representación de los colores visibles al ojo humano es llamada comúnmente diagrama de cromaticidad, y es resultado de la investigación por parte de la "Comisión Internacional de Iluminación" (ICI).

Se recordará que cuando se discutió la reproducción por tres primarios, se sobreentendió que todos los colores visibles se podrán reproducir por medio de las adecuadas proporciones de los primarios.

Esto no es verdad del todo. El diagrama de cromaticidad es muy provechoso para visualizar las limitaciones de este sistema de reproducción del color. La figura 11-11 es una representación en blanco y negro del Diagrama de Cromaticidad de la ICI. Empezando en la esquina inferior izquierda del perfil en forma de pezuña y moviéndose en sentido de las manecillas del reloj, el ojo pasa por una gama familiar de colores. El perfil del diagrama representa realmente el espectro de los colores visibles. El perímetro es indicativo del 100% de saturación de los colores. En poco más o menos el centro del área limitada por el perfil en forma de pezuña está el iluminante C. Este es el color es-

pecificado por las normas de TV a color, como blanco. Sus coordenadas en el diagrama de cromaticidad son $X = 0.31$ y $Y = 0.316$.

Este punto corresponde entonces al 0% de saturación de cualquier color. Como es de esperarse, entre este punto (iluminante C) y la periferia, -- (matices espectrales 100% saturados) los matices varían de alta a baja saturación. De este modo el diagrama de cromaticidad |C| da el resultado deseado. De lo anterior se tiene lo siguiente:

1o.- El matiz es determinado por un punto en el perfil exterior de la curva de cromaticidad. Si se considera un círculo rojo (650 en la figura) - como línea de referencia la tonalidad de algún color puede ser dada como que se encuentra a 45° de la referencia y en la TV a color esta medida angular adquiere suma importancia.

2o.- La saturación es determinada por la posición entre el iluminante C (blanco) y el límite de 100% de saturación.

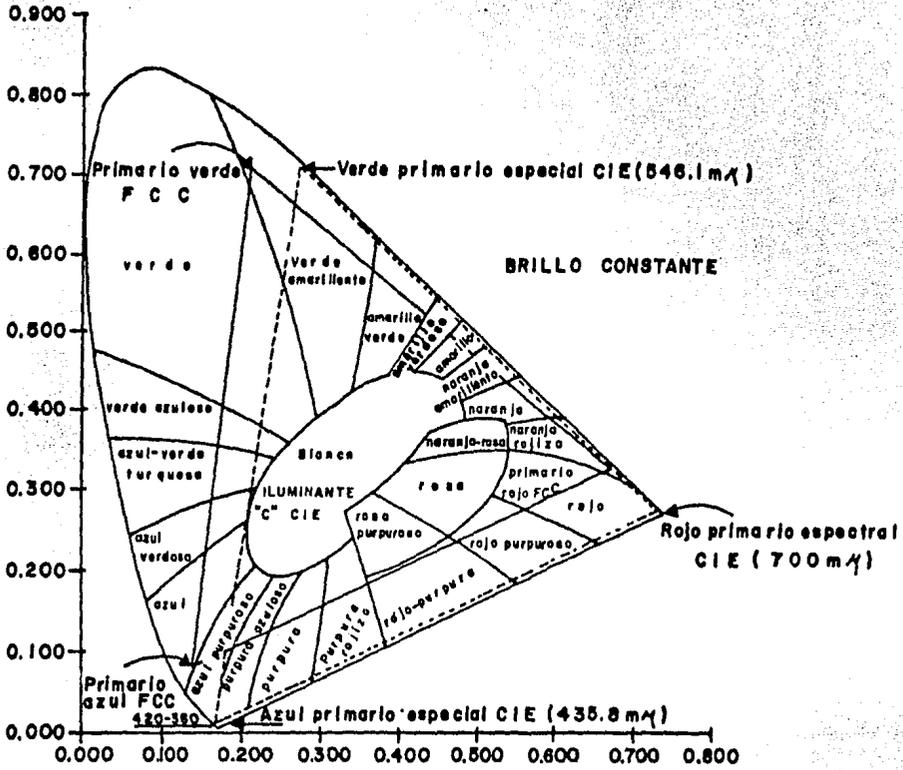


Fig. II-11. Diagrama de Cromaticidad .

USO DEL DIAGRAMA DE CROMATICIDAD.- Primero, considérese el efecto de la suma de dos colores juntos como en la figura II-12.

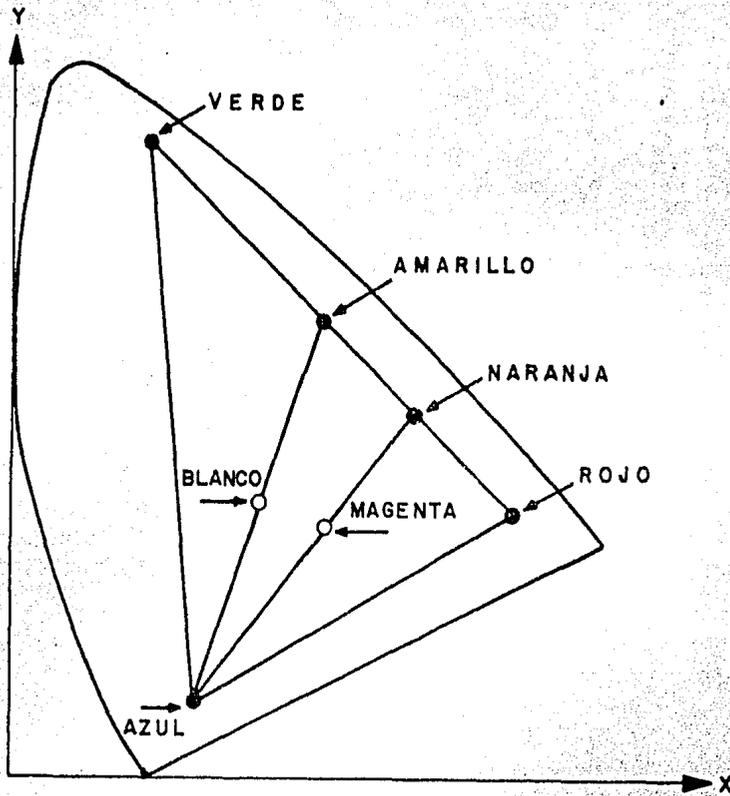


Fig. 11-12. Diagrama de cromaticidad simplificado

Verde y rojo mezclados dan por resultado amarillo. Si se mezcla más rojo que verde el amarillo se torna en un color más naranja. Con esto en mente, obsérvese el diagrama de cromaticidad con los dos colores inicialmente marcados. Nótese que una línea recta une estos dos colores.

El amarillo resultante de la mezcla de iguales cantidades de rojo y verde cae a lo largo de la línea a la mitad del camino entre los dos primarios. En

el segundo caso en donde se agregó más rojo, el naranja resultante cae en la línea también, pero más cerca del primario rojo. Para ir más allá, cualquier color a lo largo de la línea de unión de los dos primarios puede ser reproducido por la mezcla de diferentes proporciones de estos dos primarios. Esto es -- exacto para cualquier par de primarios en cualquier punto dentro de los límites del diagrama de cromaticidad.

El efecto de un tercer primario puede ser claramente visto; sumándolo a la mezcla de otros dos primarios. ¿Cuál es el efecto de agregar azul al amarillo? Viendo la figura anterior nótese que una línea uniendo el amarillo y el azul pasa a través del blanco. Por tanto si la cantidad apropiada de azul se agrega al amarillo (rojo y verde) el resultado será el blanco.

Esto es lógico pues se sabe que la luz blanca se hace con todas las longitudes de onda vistas simultáneamente. Si la misma cantidad de azul fuera agregada al naranja en vez del amarillo el resultado sería un magenta de poca saturación.

Dados tres primarios, tales como se muestran en la siguiente figura, figura II-13, que de hecho es una comparación entre los colores empleados en teledifusión y los obtenibles con pigmentos, podría parecer que cualquier color dentro del triángulo formado se reproduciría si se usaran las proporciones relativas adecuadas de los primarios y tal es el caso precisamente.

Los tres colores primarios mostrados son de hecho los especificados en las normas aprobadas de televisión a colores.

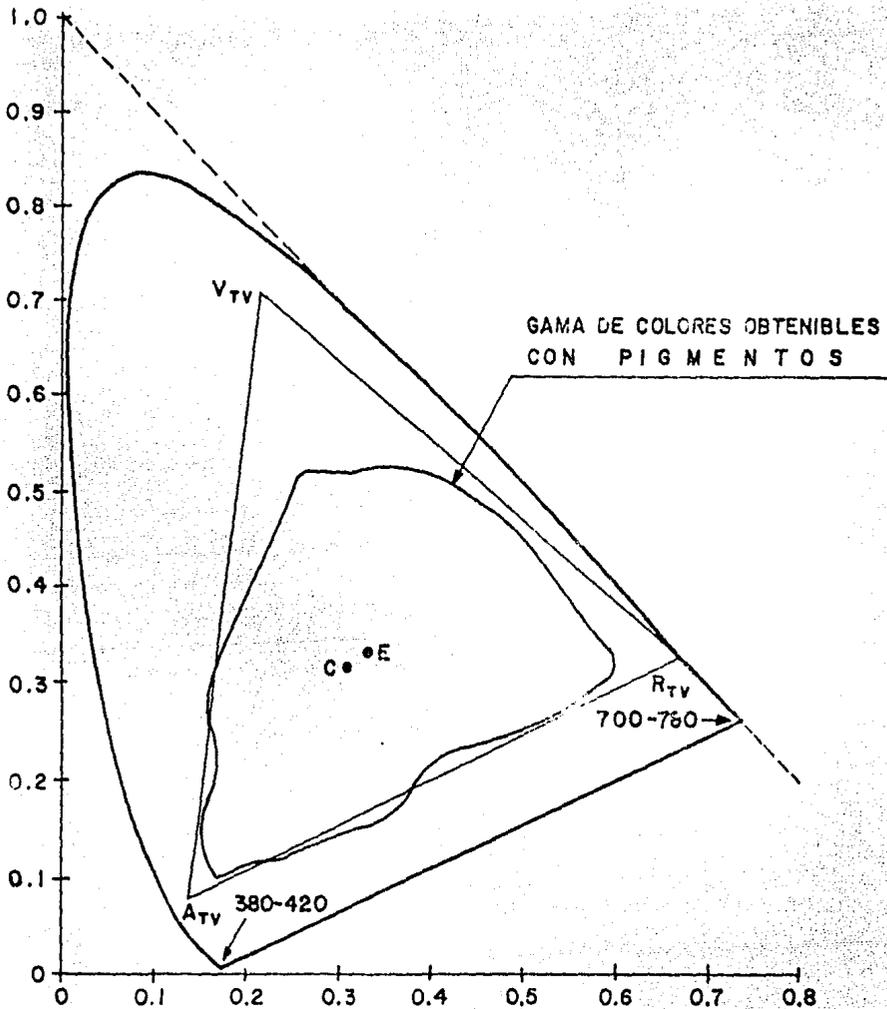


Fig. 11-13. Comparación de áreas cubiertas dentro del diagrama de cromaticidad por primarios del sistema (NTSC) y por la asociación textil americana (STCCA)

Teniendo en mente el hecho de que el triángulo determina la fidelidad del color, la elección de los primarios aditivos es lógica. Aún la elección del primario verde es lógica, aunque no evidente de inmediato.

La importancia del primario verde es el límite que su valor impone en la saturación de los colores de la piel humana (epidermis).

Los tonos de la epidermis están entre el amarillo y el rojo.

Si el primario verde fuera desplazado hacia arriba y a la izquierda, el área del triángulo sería mayor, por lo tanto, podría reproducirse una gama más completa de colores. Sin embargo, habría un decrecimiento de saturación en el área de los tonos de la piel.

Esto sería del todo indeseable, ya que los tonos de la piel o cutis son de suma importancia en la TV cromática.

II.5 LA PIRAMIDE DE COLOR

Hasta aquí se ha supuesto que todos los colores tienen la misma brillantez, pero esto no es lo que en realidad pasa en la naturaleza puesto que la iluminación, la sombra, la reflexión de los distintos materiales originan que los colores aparezcan en saturación y tonalidades idénticas, pero con diferente brillantez.

Es por esto que a fin de reproducir los colores de manera exacta en la TV a color la brillantez debe producirse. A ésta se le llama luminiscencia para distinguirla de la brillantez en la TV en blanco y negro.

La luminiscencia siempre se entiende en asociación con un cierto color y es posible especificarlo por su luminiscencia, tonalidad y saturación.

Si el diagrama de cromaticidad contiene todos los colores con igual brillantez, al variar el brillo el conjunto aparece como una pirámide sólida, algo similar a lo que se muestra en la figura II-14.

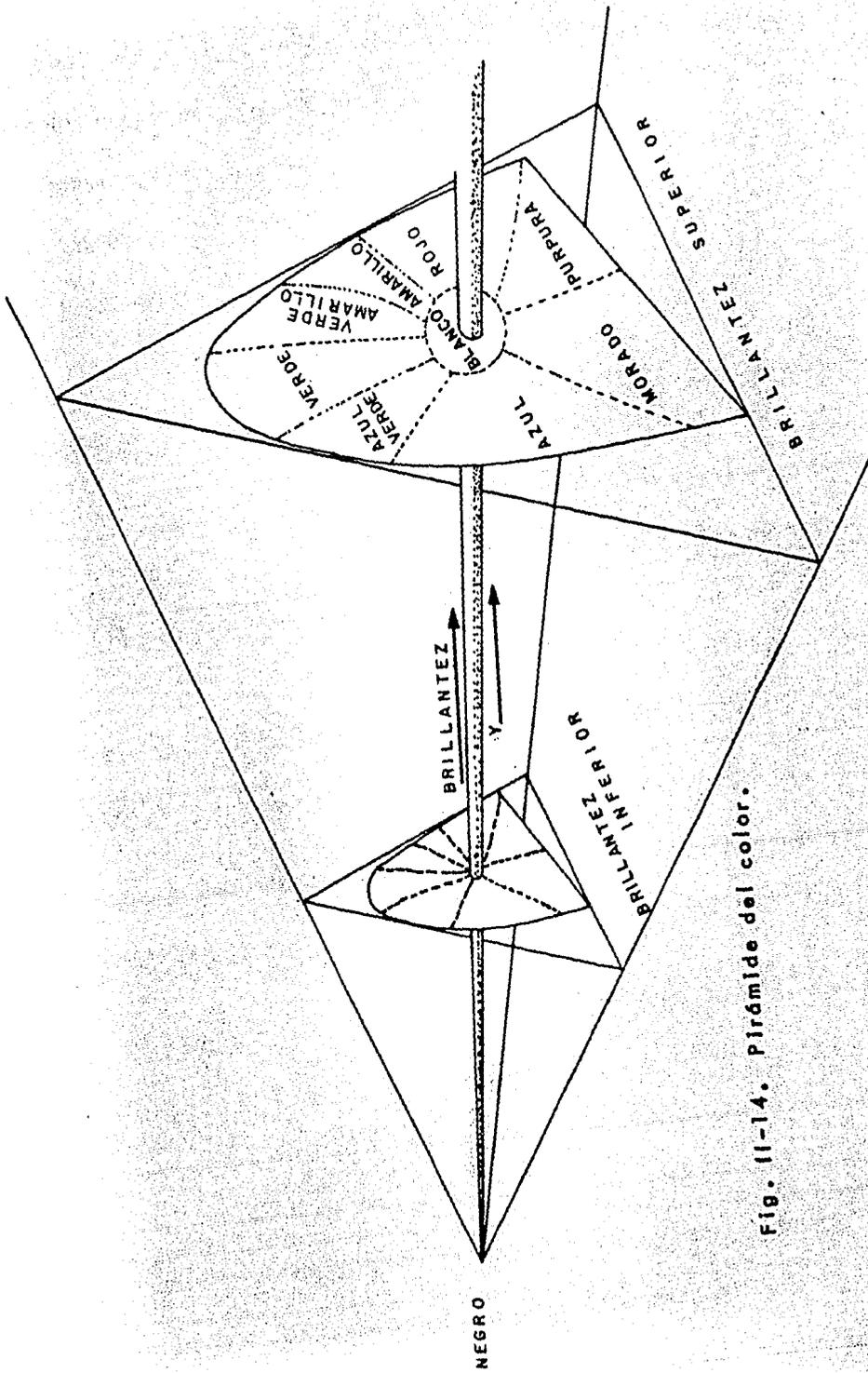


Fig. 11-14. Pirámide del color.

A bajos niveles de brillantez el color se hace menos preciso y los diagramas se encogen, mas cuando aquélla llega a cero no se pueden ver colores; por lo tanto la cúspide de la pirámide representa el negro. Teóricamente, - con una brillantez infinita los colores no pueden distinguirse y el ojo sólo puede ver el blanco, pero ordinariamente tendríamos que cerrarlos antes de que llegara a producirse tal brillantez.

Los efectos de variación de brillantez en el centro, blanco del diagrama del color o de cromaticidad, se muestra por medio de un cono angosto que va desde el negro en la cúspide a través de todas las tonalidades grises hasta - llegar al blanco en el plano del color más brillante, llamado a menudo eje de "Y" o de brillantez, ya que las distancias a lo largo son las utilizadas para indicar los niveles de brillantez; en la TV. en blanco y negro solamente se reproducen variaciones en brillantez o diferentes tonalidades de gris, por lo que su señal representa el eje de las "Y".

II.6 CARACTERISTICAS DEL OJO HUMANO

En un objeto grande el color es fácilmente perceptible y su percepción disminuye si el objeto disminuye. Un objeto que es obviamente rojo cuando se ve de cerca, aparece gris o negro al alejarse a alguna distancia crítica debido a que se reduce su tamaño aparente.

Resultados similares son obtenidos con otros colores aunque el tamaño crítico del objeto difiere de un color a otro.

Por abajo de un cierto tamaño el ojo pierde su habilidad para distinguir cualquier tipo de color, y los objetos aparecen solamente como fuentes de iluminación, percibiéndose como blanco, negro o varias sombras de gris.

La pérdida de la visión relativa del color para objetos pequeños tiene un importante significado para conceptos de TV a color. Debido a que los elementos del pequeño tamaño no son percibidos en color, no es necesario proveerlos con anchos de banda para las señales que contienen información de color.

Los elementos pequeños de una escena televisada, por lo tanto, son transmitidos sólo como información luminosa monocromática y los más grandes sí contienen información del color.

Otra importante característica del ojo humano es su tendencia a integrar pequeñas unidades de color que están próximas una a la otra.

La acción integradora del ojo, causa que los objetos aparezcan como -

una fuente de iluminación cuyo color es determinado por la intensidad relativa de los tres puntos individuales.

Si los puntos verde y rojo de igual intensidad, se alejan del observador, el ojo interpretará el resultado como amarillo. Similarmente, el uso de los puntos verde y azul causará una sensación a la vista que es el color turquesa. Intensidades propias de los tres colores darán por resultado el color blanco.

Obviamente se aplican todos los principios de la adición del color aquí. Otras combinaciones de los tres colores primarios tendrán el mismo efecto como fue obtenido por medio de la mezcla de haces de luz de colores proyectados a una pantalla.

Otra herramienta útil que nos ofrece el ojo humano es su persistencia, o sea, la habilidad de que la sensación permanece aún cuando el estímulo ha sido interrumpido.

La TV cromática hace uso de esta cualidad junto con la persistencia del fósforo en la pantalla para lograr una imagen completa de lo que en un instante dado, es sólo un punto estimulado en la pantalla del cinescopio.

CAPITULO III

EL RECEPTOR CROMATICO

Al ser posible la fabricación y uso de un receptor monocromático, se pensó simultáneamente en uno que hiciera posible la reproducción en colores de una escena. Así pues, casi con el desarrollo del receptor en blanco y negro se pensaron diferentes métodos, que hicieran posible la reproducción en colores.

Los sistemas desarrollados fueron hechos por las diferentes compañías, - de los diferentes países, que estando en rivalidad tecnológica querían adelantarse en el lógico paso a lograrse en la teledifusión.

Fue la Segunda Guerra Mundial, la que de momento detuvo el desarrollo del "Sistema Cromático", y al terminar ésta se inicia nuevamente el desarrollo de dicho sistema. Entre los principales de posible realización surgieron diferentes, teniendo puntos a favor y puntos en contra, y basándose en los estudios hechos en colorimetría, fundamental en televisión a colores.

III-1 ANTECEDENTES

El primer sistema que se pensó (Sistema Simultáneo Primitivo), era en el que cada color primario era captado por una cámara y transmitido con una onda portadora, las que se manejarían y se transmitirían simultáneamente. Una de las desventajas principales de este sistema era el ancho de banda que se extendía de 12 a 18 Mc.

Otro sistema semejante al anterior era el llamado "Secuencial de Campo", en el que como su nombre lo indica se pasaban en secuencia los campos para rojo, verde y azul, aprovechando la persistencia del ojo humano.

Así pues, aparecieron los Sistemas Secuenciales, en los que los tres colores primarios eran manejados uno después de otro y en cada instante la señal sólo contenía información de un solo color. Aparte del Secuencial de Campo aparecieron:

El Secuencial en Línea, en donde la conmutación se realizaba después de cada línea.

El Secuencial en Punto, en donde la velocidad de cambio era muy grande y un sólo punto de color se transmite antes de que conmute a otro color.

Para los casos anteriores la conmutación se realizaba ya sea con dispositivos mecánicos o con filtros de colores como lo muestra la siguiente figura.

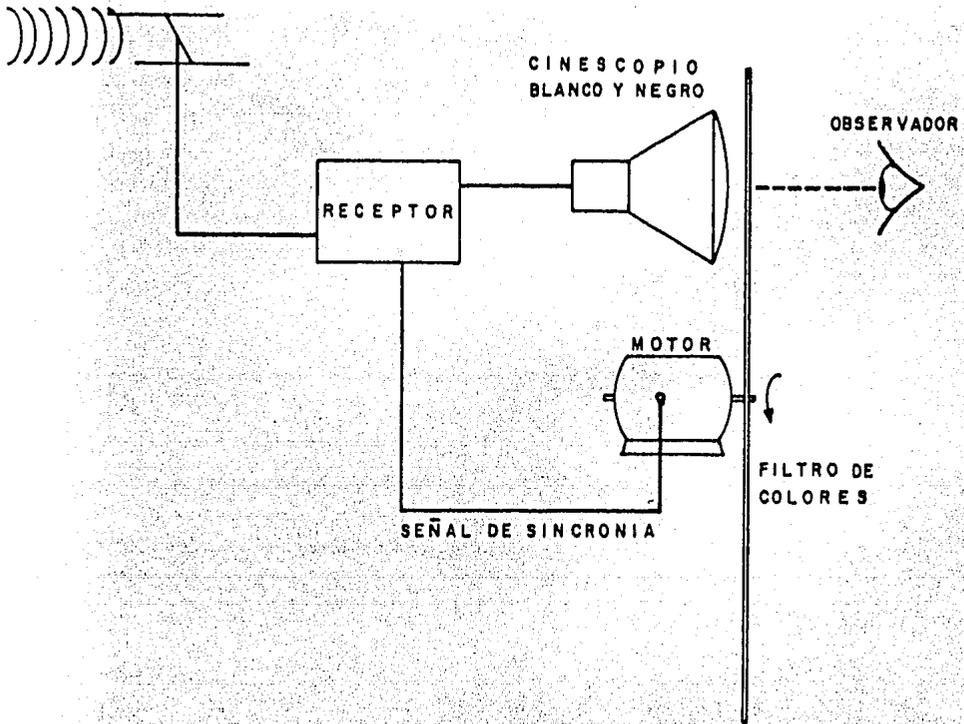


Fig. III-1. Receptor Secuencial

Estos sistemas presentan las siguientes desventajas: ancho de banda excesivo, problemas de sincronismo en la imagen, mariposeo, etc.

Otros sistemas fueron los "Simultáneos", en donde las señales de los tres colores básicos se manejaban en forma simultánea. Entre los que aparecieron primeramente se encuentran los siguientes:

Sistema de tres portadoras, una para cada color.

Sistema de una portadora modulada por la información de los tres colores.

Sistema con una portadora modulada por el brillo de la escena, y además una subportadora con la información cromática de los tres colores; siendo éste el sistema que mejor suerte tuvo para su desarrollo.

Los sistemas simultáneos tenían la ventaja de que la información de color podía ser llevada a la imagen por medios electrónicos y no mecánicos, lo que les dio predominio sobre los otros.

Aparte de los mencionados anteriormente aparecieron los Sistemas Ópticos, en los cuales por medio de espejos dicróicos se superponían las imágenes correspondientes a los tres colores, por medio de tres cinescopios dando la apariencia de una sola imagen cromática al observador. Un sistema como el descrito se muestra en la siguiente figura.

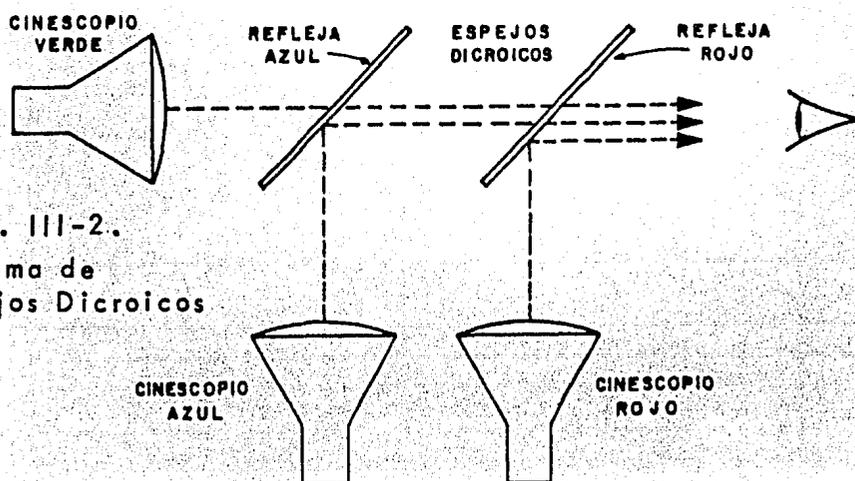


Fig. III-2.
Sistema de
Espejos Dicróicos

El sistema anterior aparte de presentar un ancho de banda de 12 ó más Mc tenía dificultad para registrar las imágenes, espacio inadecuado para el receptor, proyector complicado, y por lo tanto, costoso.

III-2 EL SISTEMA NTSC

La elección de un sistema para teledifusión cromática presentaba diversas condiciones, aparte de su posible realización, debería ser compatible con el sistema monocromático, con un ancho de banda de 6 Mc y costo moderado, tanto para el consumidor como para el fabricante.

Ante lo anterior nació en E.U.A. en 1952, el NTSC (National Television System Committee) para crear un sistema aceptable desde los diferentes puntos de vista. El estudio de la NTSC se realizó bajo los siguientes criterios:

- 1) Compatibilidad con el sistema monocromático y con el ancho de banda de 6 Mc.
- 2) Aprovechamiento máximo justificado de las técnicas desarrolladas en croma, teoría tricromática y persistencia.
- 3) Manejo fácil del receptor.

Así el sistema propuesto por la NTSC, para la teledifusión a colores fue aprobado por la FCC (Federal Communications Commission) en diciembre de 1953. Siendo aceptado para uso comercial, y pudiéndose usar cualquier otro en circuito cerrado. El estudio de este sistema es de gran importancia para México, así como para toda América, ya que con excepción de Venezuela y Argentina, los demás países de América trabajan con el sistema de televisión monocromática norteamericano.

Existen otros sistemas que se han venido estudiando para implantarse en

Europa, como son el PAL de Alemania, el SECAM de Francia y el SECAM de Rusia. En disputa también con el NTSC está el C.B.S. En México se tiene el sistema SBS (Sistema Bicolor Simplificado), aunque no da la talla del NTSC se usa actualmente en circuito cerrado, y por la S.E.P., pues es éste un sistema a color sencillo y económico.

La realización del sistema NTSC fue posible gracias a las observaciones hechas en 1934, en los laboratorios de la Bell; en estos laboratorios se observó que el espectro de frecuencias correspondiente a video presentaban huecos en los cuales no existía información, por lo que en estos espacios era posible introducir la información cromática. Lo anterior se muestra en la siguiente figura:

f_0 = FRECUENCIA DEL CANAL
 f_H = 15750 ciclos

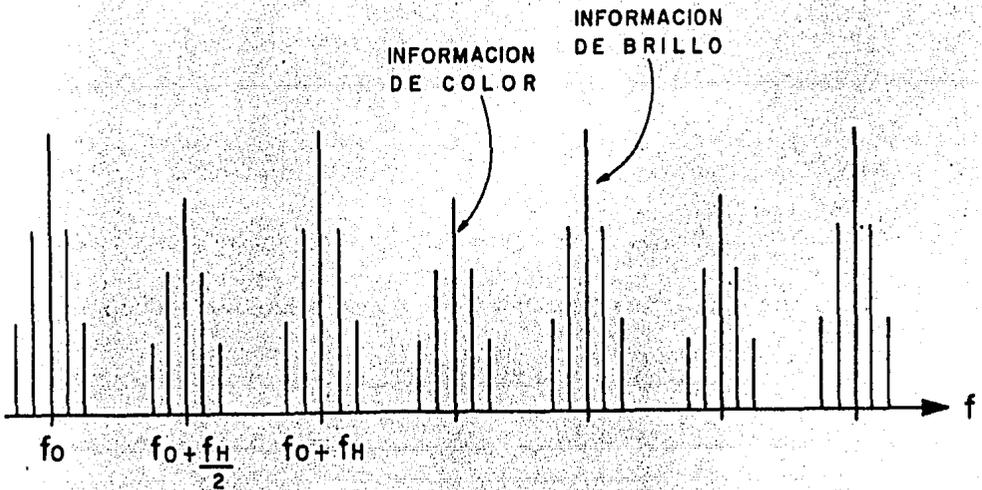


Fig. III-3. Frecuencias de color intercaladas.

Estos huecos correspondientes a la frecuencia de barrido horizontal, de 15750 ciclos podrán ser utilizados en el centro, por lo que una frecuencia de -- 15750 ciclos sería la indicada. La elección del factor fue de 455, con lo que una frecuencia subportadora de color quedaría colocada en la parte alta del espectro, precaviendo interferencia con la moduladora de brillo; así la subportadora de color que llevaría la información cromática sería:

$$F_{\text{sup}} = \frac{15750}{2} (455) = 3.579545 \text{ Mc} \approx 3.58 \text{ Mc}$$

Como en la recepción monocromática la señal se produce por variaciones de brillo de la imagen, sin importar los colores; en el sistema cromático, y recordando que un color queda completamente definido por las tres coordenadas que son: brillo, matiz y saturación, es posible transmitir toda la información cromática con dos señales, la del brillo modulando la portadora del canal correspondiente y el matiz y saturación modulando la subportadora de 3.58 Mc arriba de la frecuencia portadora.

De acuerdo a las características de los tres colores primarios la señal de brillantez para un 100% de saturación queda determinada como sigue:

$$\text{Brillo} = Y = 0.59 \text{ verde} + 0.11 \text{ azul} + 0.30 \text{ rojo}$$

Y abarcando un ancho de banda de 4 Mc. Siendo ésta la señal utilizada en TV blanco y negro.

El matiz y saturación se tendrá en la subportadora, sin contener el brillo, por lo que se restará éste de las señales de colores primarios, con lo que se tendrán: V-Y, R-Y y A-Y (diferencias de color).

Los valores de voltajes de referencia para 100% de saturación son:

$$\text{Rojo} = 1 R \qquad \text{Verde} = 1 V \qquad \text{Azul} = 1 A$$

Restándoles el brillo a cada color se tiene:

$$R-Y = 0.7R - 0.59V - 0.11A$$

$$A-Y = -0.30R + 0.59V + 0.89A$$

$$V-Y = -0.30R + 0.41V - 0.11A$$

Pero con el objeto de tener una simplificación se transmiten dos señales y de éstas se obtiene la tercera, por un proceso de matrizado en el receptor -- realizándose de la siguiente manera:

Tomando 51% de R-Y y 19% de A-Y, tenemos:

$$0.51 (R-Y) = 0.357R - 0.3009V - 0.056A$$

$$0.19 (A-Y) = -0.057R - 0.1121V + 0.169A; \text{ sumando:}$$

$$0.51 (R-Y) + 0.19 (A-Y) = 0.30R - 0.4130V + 0.1129A$$

Invirtiendo la ecuación anterior 180° tenemos:

$$V-Y = 0.41V - 0.30R - 0.11A$$

El problema de transmitir las dos señales diferencia R-Y y A-Y en una subportadora queda resuelto aprovechando la técnica de "Modulación en cuadratura", la que consiste en sumar dos portadoras moduladas en amplitud con la misma frecuencia de fasadas 90° entre ellas, con lo que se evita la mezcla entre ambas señales. La señal resultante variable en magnitud y fase se transmite intercalada con la de brillo. Esto es lo que la hace compatible con la de blanco y negro. El resultado de intercalar las señales se muestra en la siguiente figura, en donde se ve la distribución de las señales de color en el canal.

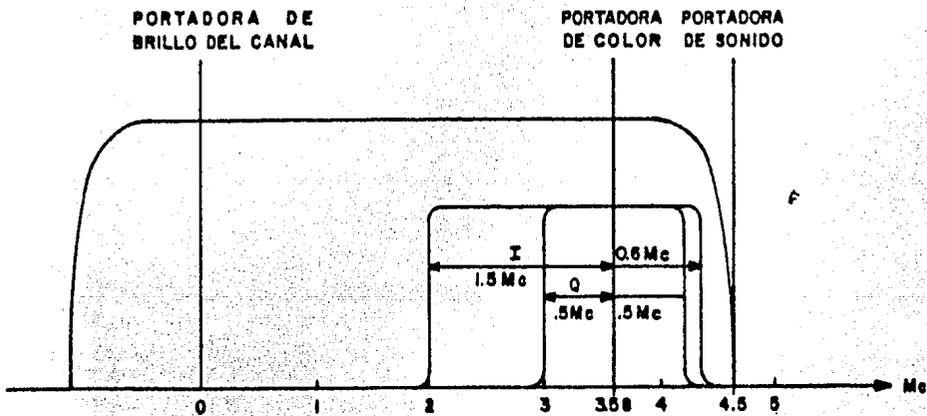


Fig. III-4. Distribución de señales de color .

Del procesamiento anterior resulta un vector que cambia en magnitud de acuerdo con la saturación del color y cambiante en fase de acuerdo con el matiz o color.

Con las señales de brillo, matiz y saturación queda completamente de

terminada una imagen a colores dentro de un ancho de banda de 4 Mc. Tomándose los tres colores primarios para objetos mayores, hasta unos 0.5 Mc, que el ojo humano puede distinguir en mayor grado. Para objetos menores donde el ojo sólo necesita dos colores para percibir la sensación de color se usan dos colores, de 0.5 a 1.5 Mc, y para detalles más pequeños el ojo humano se comporta completamente daltónico, por lo que será suficiente con la información de brillo para completar la imagen. Para la información de 0 a 1.5 Mc se asigna un color de naranja-piel humana, para tener mejor fidelidad en color; esta señal se identifica como señal "I" (In phase) y una señal para completar la información denominada señal "Q" (Quadrature) a 90° de la señal "I" está con un ancho de banda de 0 a 0.5 Mc. Las señales anteriores están dadas por las siguientes ecuaciones:

$$I = -0.27 (A-Y) + 0.74 (R-Y)$$

$$Q = 0.41 (A-Y) + 0.48 (R-Y)$$

Cabe aquí mencionar que los receptores modernos no trabajan con los -- vectores "I" y "Q" sino con los vectores diferencia R-Y y A-Y, o con dos vectores elegidos arbitrariamente, que son los vectores "X" y "Z", aunque la señal transmitida se basa en la geometría y los requisitos de ancho de banda de los vectores "I" y "Q".

Los vectores anteriores satisfacen las condiciones requeridas por el ojo humano, para resolver una imagen cromática. Para el vector "I" que sólo requiere dos colores primarios, por estudios en cromática se le asignaron los colo-

lores naranja-rojo y azul-verde, quedando estos vectores 33° adelante de R-Y. Lo anterior se muestra en la siguiente figura en donde también se aprecian los vectores "X" y "Z".

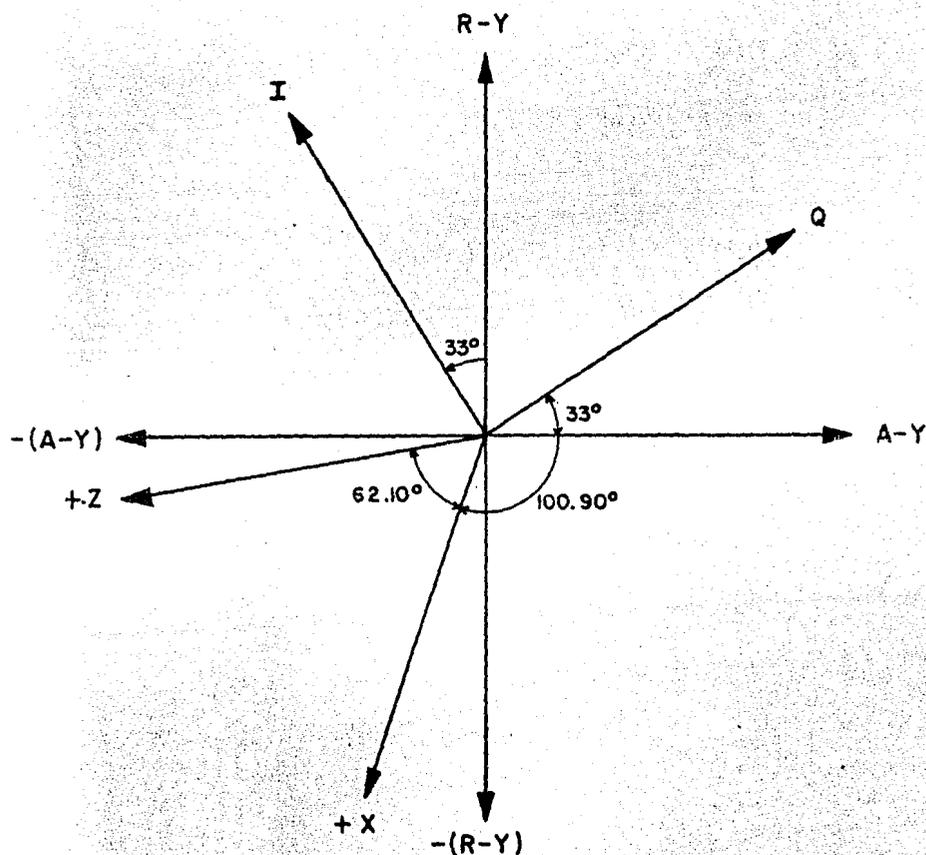


Fig. III-5. Diagrama vectorial para las diferentes señales

La obtención de los colores rojo, verde y azul, a partir de los vectores - "I", "Q" e "Y" se efectúa de la siguiente manera:

Partiendo de los vectores "I" y "Q", tenemos:

$$I = -0.27 (A-Y) + 0.74 (R-Y)$$

$$Q = 0.41 (A-Y) + 0.48 (R-Y)$$

Haciéndolas simultáneas para A-Y y R-Y tenemos:

$$0.27Q = (0.27) (0.41) (A-Y) + (0.27) (0.48) (R-Y)$$

$$0.41I = - (0.27) (0.41) (A-Y) + (0.41) (0.74) (R-Y)$$

Sumándolos tenemos:

$$0.27Q + 41I = (0.27) (0.48) (R-Y) + 0.30 (R-Y)$$

$$0.27Q + 0.41I = 0.43 (R-Y):$$

$$R - Y = \frac{0.27}{0.43} Q + \frac{0.41}{0.43} I \dots$$

$$R - Y = 0.62Q + 0.96I \quad \text{y} \quad R - Y + Y = R$$

Resolviendo para A-Y tenemos:

$$A - Y = 1.1I + 1.7Q \quad \text{y} \quad A - Y + Y = A$$

Para V - Y, lo obtenemos de la ecuación:

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

Sustituyendo valores de R-Y y A-Y en función de "I" y "Q" tenemos:

$$V - Y = -0.51 (0.62Q + 0.96I) - 0.19 (1.1I + 1.7Q)$$

$$V - Y = 0.64Q - 0.28I \quad \text{y} \quad V - Y + Y = V$$

Los vectores "I" y "Q" se modulan con una frecuencia de 3.58 Mc, obteniéndose la información en las bandas laterales, siendo necesario transmitir la portadora de 3.58 Mc para efectuar la demodulación.

En el caso del sistema de televisión cromática NTSC, no se transmite la subportadora con las bandas laterales, sino que es completamente suprimida.

Una razón es evitar el batido en el detector de video, debido a las frecuencias que están presentes de 4.5 Mc y la subportadora de 3.58 Mc, produciendo una diferencia de frecuencia dada por el heterodinaje que es:

$$4.5 \text{ Mc} - 3.58 \text{ Mc} = 920 \text{ Kc}$$

La que ocasionaría interferencias y ruidos en la pantalla. Otra ventaja es que al no tenerse señal de color, no hay bandas laterales, dando por resultado una imagen en blanco y negro o viceversa. También para asegurar que no se batan las bandas laterales de la subportadora y la portadora de sonido, la F.C.C. asignó una frecuencia de 15734.264 ciclos para video horizontal, quedando la vertical como sigue:

$$F_v = \frac{2 (15734.264)}{525} = 59.94 \text{ ciclos}$$

Esta diferencia no causa problema alguno en la recepción monocromática.

Como la subportadora de imagen es necesaria en el receptor, ya que la fase con respecto a esta señal en la demodulación es el matiz de la escena, es necesario enviar una señal en la forma como se hace con los impulsos de sincronismo vertical y horizontal, para mantener un oscilador local de 3.58 Mc en sincronía con la señal de color. Este oscilador da como resultado una frecuencia equivalente de transmisión para ejecutar la demodulación.

Esta señal se transmite en el pórtilo posterior de los impulsos de sincronismo horizontal, el cual consiste de 8 a 11 ciclos completos de una frecuencia igual a la subportadora. Estos impulsos llamados "Ráfaga o Burst" están en fase con el vector $-(A-Y)$ del diagrama vectorial antes mostrado.

Lo anterior se muestra en la siguiente figura:

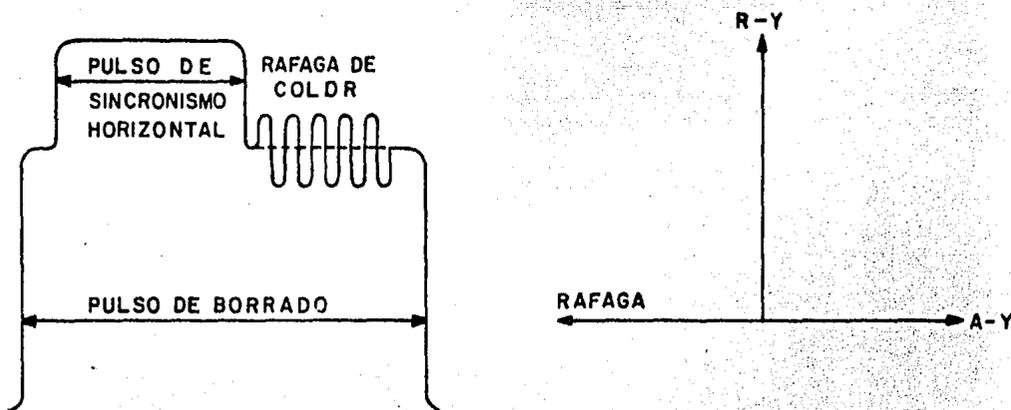


Fig. III-6. Localización de la ráfaga de color .

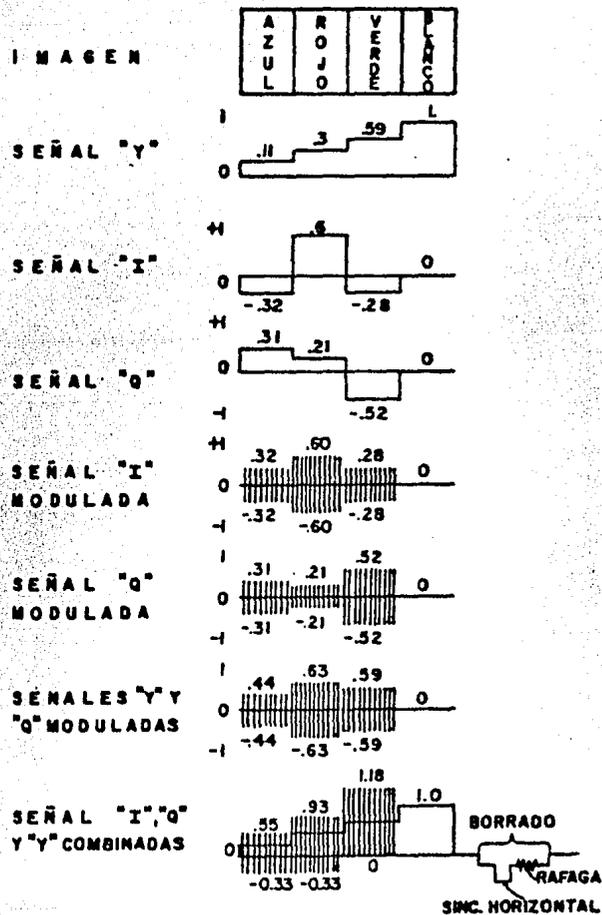
Nótese que esta ráfaga de impulsos no afecta a los circuitos deflectores horizontal y vertical, ya que su valor promedio es cero.

Ya con lo anterior, se tiene lo suficiente para teledifusión cromática, pues quedan convertidos los elementos y detalles de imagen en señales de voltaje, los que convenientemente modulados y amplificados llegan hasta el receptor para su procesamiento.

Los siguientes diagramas muestran los voltajes resultantes de una línea de exploración para una imagen de barras. Nótese los diferentes valores que satisfacen las ecuaciones vectoriales (para los diferentes colores) dadas anteriormente, al final se tiene la última señal compuesta para modulación, o sean las señales "I", "Q" e "Y".

Fig. III-7.

Señales cromáticas para transmisión



Antes de efectuarse la transmisión se requieren hacer dos correcciones a los voltajes de los vectores correspondientes en forma exponencial, para contrarrestar la no linealidad de la rejilla-cátodo en el cinescopio del receptor, la que está asociada con cada color primario. Esta corrección es la "Corrección Gamma". También debe ser atenuada la subportadora con relación a la portadora, - con el objeto de evitar la sobremodulación de la señal compuesta, teniéndose un límite de sobremodulación de 34%.

Las ecuaciones de señal modulada para un elemento de imagen son:

$$E_M = E_Y + E_I \cos(\omega t + 33^\circ) + E_Q \sin(\omega t + 33^\circ)$$

donde:

$$E_Y = 0.3E_R + 0.59E_V + 0.11E_A$$

$$E_I = 0.6E_R - 0.28E_V - 0.32E_A$$

$$E_Q = 0.21E_R - 0.52E_V + 0.31E_A$$

La referencia de la señal "Em" está en la fase de la señal de sincronismo de color más 180°.

Todos los valores de las ecuaciones tienen la corrección gamma y $\omega = 2\pi f$ donde: f: frecuencia de la subportadora. Las ecuaciones anteriores se muestran en la siguiente figura:

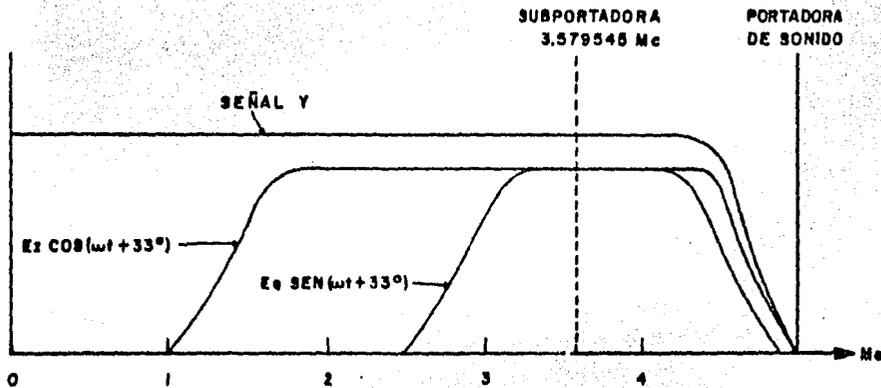


Fig. III-8. Bandas de señales de color .

Nótese en la figura que la señal "I" se extiende 1.5 Mc abajo de la subportadora y 0.6 Mc arriba, y la señal "Q" 5 Mc a ambos lados. Lo anterior es con el objeto de evitar interferencias entre éstas, así como en la señal de sonido. Se aprecia también la diferencia de magnitudes entre las señales "I" y "Q" con respecto a la de brillo, para evitar la sobremodulación mencionada.

III-3 COMPARACION ENTRE AMBOS SISTEMAS

Como el sistema cromático es compatible con el monocromático, las diferencias entre ambos no son muy marcadas, pues hay secciones que son prácticamente idénticas, las diferencias entre los circuitos de estas secciones, se deben a circuitos sintonizados adecuadamente para la recepción adecuada en color. El receptor cromático sólo presenta la adición de unas etapas, las que trabajan con las señales correspondientes a color.

Un diagrama simplificado de un receptor monocromático se muestra a continuación:

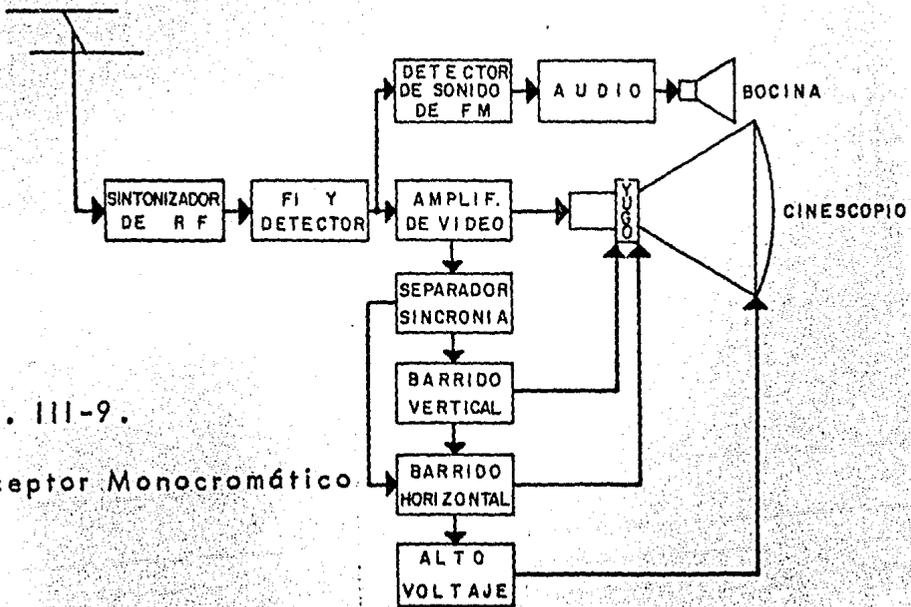


Fig. III-9.

Receptor Monocromático.

Como ya se mencionó su funcionamiento es como sigue:

Las señales captadas por la antena se aplican al sintonizador de RF; el cual sintonizado convenientemente capta las señales deseadas y por medio de un heterodinaje convierte las señales de audio y video a las frecuencias intermedias, a la vez realizando una amplificación para la etapa siguiente. En la siguiente etapa que es el detector, se crea la interportadora de sonido y convenientemente tratada y amplificada se aplica a la bocina. Del detector de video se aplica al amplificador de video y de éste se aplica al cinescopio para la reproducción de la imagen. Otra parte de la señal de amplificación se aplica al separador de sincronía de donde los respectivos impulsos son aplicados a los sistemas de barrido vertical y horizontal, para realizar la exploración sincronizada del haz explorador. Del sistema de barrido vertical se genera el alto voltaje, el cual también es aplicado al cinescopio.

Un diagrama de bloques de un receptor cromático se muestra a continuación.

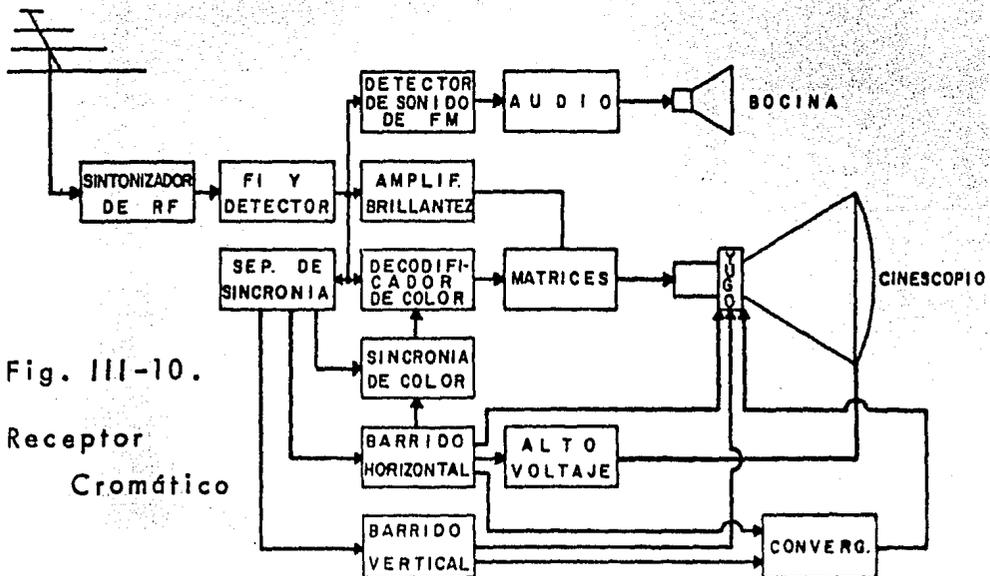


Fig. III-10.

Receptor
Cromático

Como se puede observar del diagrama las mismas secciones que se tienen en un receptor monocromático se tienen en un receptor a color, aunque con nuevas etapas.

De la antena a la salida del detector de video el funcionamiento es análogo, pero en este caso estas secciones deben presentar ciertas características como son: el ancho de banda, la ganancia y el retardo de fase, las que deben presentar características más críticas que en blanco y negro. De aquí la diferencia se inicia al aplicarse la señal a cuatro etapas: al detector de sonido en FM, el cual con sus circuitos asociados es prácticamente idéntico. También se aplica la señal al amplificador de brillantez, que equivale al de video en blanco y negro, pero éste es más complicado y, por lo tanto, diferente. Al aplicarse la señal a los sistemas de barrido vertical y horizontal se realizan las mismas funciones, pero existe en este sistema una corrección, ya que al tenerse tres haces de electrones debe existir una incidencia exacta en la pantalla, por lo que aparece una nueva etapa o sea la de convergencia, también indicada en la figura.

La señal de video compuesta se aplica al demodulador de color en donde recibe una señal de la sección de sincronía de color, con lo que demodula la señal video, la que se aplica a la sección de matrices, en donde se suman y restan los vectores que junto con la de brillantez se aplican al cinescopio, dando como resultado la imagen cromática en la pantalla.

Aparte de las innovaciones a las secciones que permanecen igual en -
ambos sistemas las secciones completamente nuevas en color son: el decodificado
dor de color, el de sincronía de color, la sección de matrizado y la sección de
convergencia. El cinescopio aunque en base a los mismos principios que el -
monocromático posee características completamente nuevas.

III-4. FUNCIONAMIENTO DEL RECEPTOR CROMATICO

En base al siguiente diagrama de bloques de un receptor cromático ampliamente difundido, haremos un análisis detallado por secciones. En el diagrama se muestran las trayectorias de señales principales, las generadas localmente y las de control realimentadas a las diversas etapas.

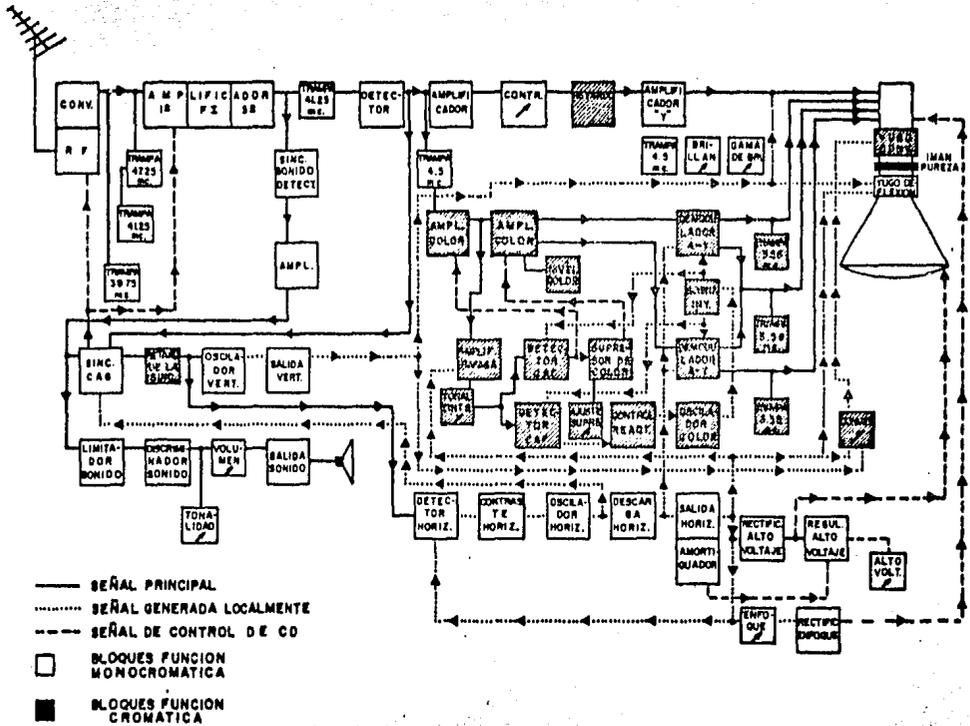
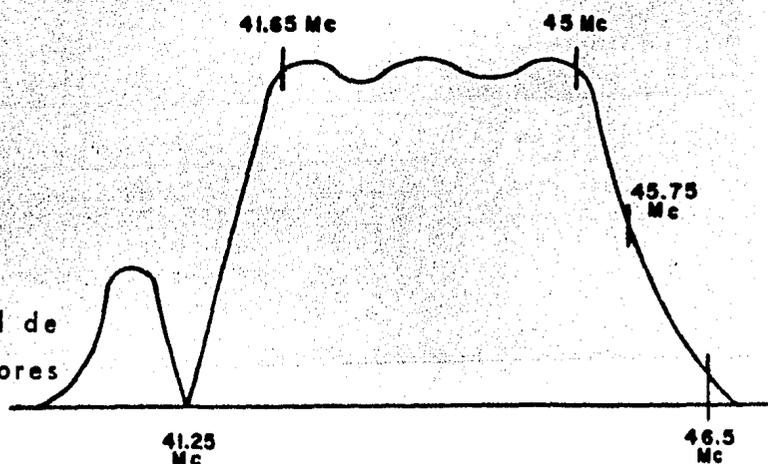


Fig. III-11. Diagrama de un receptor cromático.

Primero tenemos las diferentes señales captadas por la antena, la que debe presentar características adecuadas para lograr un adecuado ancho de banda, con la ganancia requerida, luego se encuentran: el sintonizador, las trampas requeridas y los amplificadores de FI. El sintonizador recibe realimentación de CD del CAG, lo mismo que la 3a. etapa. Después de la 3a. etapa el detector de sincronía y de sonido eliminan la señal de FI de sonido de 4.5 Mc, donde una parte de la señal video compuesta se aplica al CAG y a la sección de sincronía para bloquear el ruido. Después del 3er. amplificador de FI se tiene una trampa de 41.25 Mc la cual reduce la FI de audio al detector de video, de este último la señal se aplica a un control de contraste, un amplificador o línea de retardo, después al amplificador de señal "Y" (luminancia), el cual proporciona la brillantez de la imagen tanto en recepción a color como en blanco y negro. Esta señal se aplica a los cátodos de los tres cañones en el cinescopio. Los cambios en los circuitos relacionados con la FI se deben a que en color, se consideran tanto las frecuencias de video de 45.75 Mc, la de audio de 41,25 Mc y la de la subportadora de color de 42.17 Mc. La respuesta total de los amplificadores de FI se muestra en la siguiente figura.

Fig. III-12.

Respuesta total de los amplificadores de FI

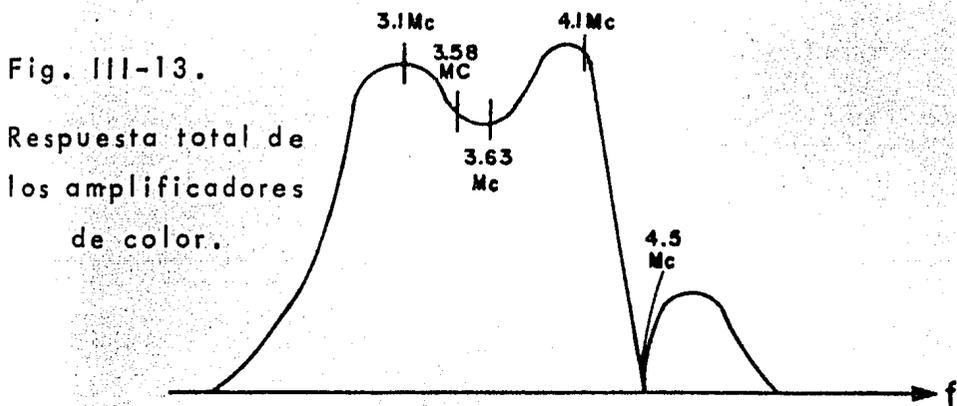


De la figura se observa, que como en recepción monocromática, la portadora de video se encuentra en la curva en donde la ganancia es del 50%, pero de 41.65 Mc a 45 Mc, la respuesta en frecuencia debe ser bastante plana, - ya que se requiere que pasen las bandas laterales de la subportadora de color, - pues en éstas para la mayor fidelidad requieren la menor distorsión de fase posible. En la curva mostrada, 0.52 Mc de banda de color queda en la región plana de la curva. También se observa que la portadora de sonido está muy atenuada, esto es con el fin de evitar la interferencia de oscilación local entre la subportadora de color y la de sonido, que ocasionaría oscilaciones visibles. Por lo anterior también se atenúan las señales de color con respecto a la de brillo.

El amplificador de retardo que se muestra en la figura es necesario, ya que la señal de brillo tiene un recorrido menor en circuitos retardadores, que la señal de color, y con el objeto de que ambas señales coincidan en el cinescopio para una reproducción fiel en los colores, la señal de brillo es retardada 1 μ seg., que es el tiempo aproximadamente de retardo de la señal de color. - Lo anterior se logra también con una línea de retardo, ya sea por un cable coaxial o por medio de circuitos inductivos y capacitivos.

Siguiendo el camino de la señal que sale del detector, ésta pasa por una trampa de 4.5 Mc para eliminar la señal de audio, después de la cual entra en la sección de croma, que está compuesta por: amplificador de FI de color, los demoduladores, el supresor de color, la sincronía de color y la selección de la señal.

Al primer amplificador llega la señal de video compuesta, pero la salida es solamente la señal de crominancia, debido a que está sintonizado a 3.58 Mc, lo que permanece invariable para cualquier estación en cualquier receptor. Estos dos amplificadores tienen una curva de respuesta diferente de las señales "I" y "Q", pero como la mayor parte de los receptores modernos en color trabajan con las señales R-Y, y A-Y, o X y Z, para la demodulación, el ancho de banda queda comprendido de 0.5 Mc a 0.6 Mc a los lados de la subportadora. La respuesta en frecuencia de estas etapas se ve en la siguiente figura.



Donde se observa que la subportadora no se localiza en el centro, así como la atenuación de la FI de sonido.

Al primer amplificador FI llega realimentación del detector CAC, para cortarlo en ausencia de señal de color. Sale una señal amplificada hacia el amplificador de ráfaga. Del segundo amplificador se aprecia un nivel de color, que es un control de ganancia, también sale la señal amplificada que se aplica a los dos demoduladores, así como la señal del supresor de color. Los demodu-

ladores son comparadores de fase, esto es, dos señales de la misma frecuencia de 3.58 Mc, una debida a la señal que proviene del amplificador de color, - las que contiene las variaciones en magnitud y fase, y otra que es de frecuencia y amplitud constante, que la inyecta directamente la bobina de inyección, la que proviene del oscilador de color. Ambas frecuencias son comparadas y sale otra de frecuencia más baja ya que los componentes más altos son atenuados con filtros pasabajos o con trampas de 3.58 Mc. Ambos demoduladores son idénticos sólo difieren en el defasamiento de la señal de sincronía de color inyectada, así para señales R-Y y A-Y aparte del defasamiento entre ellas de 90° tendrán una fase cambiada de 90° entre las señales de sincronía de color aplicadas. Para señales X y Z la señal de sincronía -X estará cambiada de fase en 100.90° y ésta de -Z en 62.1° .

Las salidas de los demoduladores A-Y y R-Y se combinan para dar la señal V-Y, lo que se realiza en el matrizado. Estas señales ya sean directamente (como en la figura) o convenientemente amplificadas se aplican a las rejillas de control correspondientes en el cinescopio y con la suma en éste de la señal -"Y" se obtiene los tres colores básicos en la proporción transmitida, para la reproducción de la imagen cromática en la pantalla.

A las salidas de los demoduladores aparecen trampas de 3.58 Mc; éstos son con el objeto de suprimir la subportadora de color original. También se observa en la figura que se inyecta una señal del bloque de descarga horizontal con el objeto de cortar éstos durante el retrazo horizontal y con esto evitar la ráfa

ga de sincronía vercosa en la pantalla.

El matizado de las señales de color, se logra con circuitos resistivos simples o resistivos con un amplificador. Las operaciones de éstos es simplemente sumar y restar vectores, pero deben tenerse en cuenta ciertas consideraciones con respecto a la fase, las polaridades y las amplitudes.

Siguiendo la salida del primer amplificador de color, la señal se aplica al amplificador de ráfaga, con lo que se inicia la sección de sincronía de color. Como se muestra en la siguiente figura.

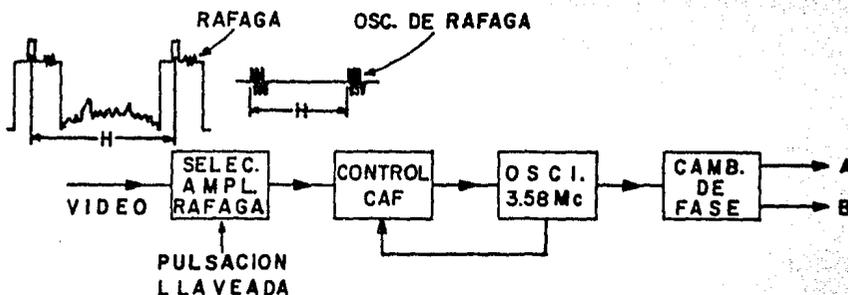


Fig. III-14. Sección de sincronía de color .

La función del amplificador de ráfaga en sí, consiste en captar las señales de ráfaga del borde de blanqueo, para lograr crear una onda senoidal que esté completamente sincronizada con las señales de color. Estas señales se aplican a los demoduladores. Existen dos formas de lograr una oscilación; una de ellas es con un oscilador de 3.579 Mc, el que se controla en forma estrecha en magnitud y fase, por medio de un circuito de control automático, ob

teniéndose una réplica igual a la señal de referencia del transmisor. Otra manera de lograrlo es utilizando la señal transmitida de sincronía de color, con lo que se excita un circuito resonante, con el cual se logran ondas continuas. Pero este circuito requiere una alta "Q" para que las oscilaciones duren durante el trazo de cada línea, la limitación de este sistema es que requiere un amplificador y un limitador. En otros casos se usa un oscilador, teniendo la ventaja de que para iniciar su funcionamiento se requiere de la señal de sincronía por lo que en recepción monocromática no trabajan las secciones de color.

En el diagrama el amplificador de ráfaga es un circuito de selección de señales, de un circuito CAG llaveado. El amplificador mostrado es un amplificador que no conduce y está diseñado para que opere sólo durante el tiempo en que están aplicados los osciladores de ráfaga de color. La señal que opera en este circuito se obtiene directamente de un punto conveniente del Flyback. En el diagrama se ve que se aplican estos pulsos de la salida horizontal.

La salida de esta etapa se aplica directamente al bloque de tonalidad de tinta, éste tiene como función determinar la fase de ráfaga de color.

Siguiendo la trayectoria de la señal que sale de la tonalidad de tinte se aplica al detector CAC y al detector CAF.

El CAC (Control Automático de Color) tiene dos funciones; la primera es como control automático de ganancia para la señal subportadora de color, ya que compara la señal obtenida de la bobina de inyección con la ráfaga de color,

con lo que alimenta al primer amplificador de color controlando su ganancia; por otra parte detecta si está presente la señal de ráfaga, ya que al detectar ausencia de señal de sincronía de color, aplica una señal negativa de control de corriente directa, la que se amplifica y se aplica a la etapa supresora de color.

La función del supresor de color es el evitar que las señales parásitas, los impulsos de ruido, así como las interferencias que se presenten, sean interpretadas como señales de color en una transmisión monocromática, pues al no haber señales de sincronismo de color, el supresor de color corta completamente al segundo amplificador, por lo que no llegan señales a las etapas demoduladoras, aplicándose al cinescopio sólo la señal de brillo. Incorporada a la etapa del supresor se encuentra el ajuste al supresor, el cual es un control para uso del técnico, con lo que efectúa los ajustes convenientes en el receptor.

Regresando a la salida de tonalidad de tinte, sigue la otra trayectoria que se aplica al detector de fase de CAF (Control Automático de Frecuencia). En esta etapa se hace la comparación entre la fase de la ráfaga y la señal local del oscilador de color. En esta etapa se genera un voltaje de CD ocasionado por la variación entre las dos ondas; dicho voltaje de error se aplica al control de reactancia. El voltaje de error varía la reactancia del circuito resonante a cristal controlado, coincidiendo la frecuencia en fase con la de referencia del transmisor.

La señal de salida del oscilador local se aplica a la bobina de inyección.

La función de esta etapa es la de cambiar la fase de la onda de entrada y aplicarla a los respectivos demoduladores, siendo éstas señales iguales en magnitud pero en fases opuestas.

De lo anteriormente dicho ya se tienen las señales de color y la de brillantez, aplicadas a los respectivos cañones de electrones en el cinescopio, para la reproducción de colores en la pantalla.

El cinescopio usado en recepción cromática, es el cinescopio de "Máscara de sombra" que trabaja conforme a los mismos principios que el de blanco y negro.

Este tipo de cinescopio consta de tres cañones de electrones, formando un triángulo equilátero, o sea, colocados en círculo y formando ángulos de 120° entre ellos, los cuales están colocados en el cuello del tubo, contenidos en éste también los filamentos, cátodo rejillas de control, rejillas de pantalla y elementos de enfoque.

La característica principal de este cinescopio es usar una "Máscara de sombra" grande, localizada justo antes de la pantalla, conteniendo un gran número de agujeros muy pequeños, por donde pasan los tres haces de electrones.

Lo anterior se muestra en la siguiente figura.

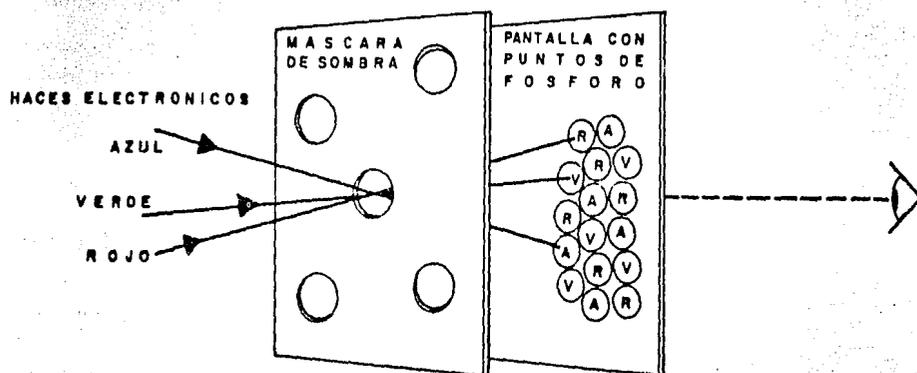


Fig. III-15. Pantalla y Máscara de sombras

De la figura se ve que corresponde un agujero para cada terna de puntos en la pantalla, la que está constituida a la vez por una gran cantidad de ternas de puntos de fósforo que reflejan una luz del color correspondiente a la respuesta de éstos, y están localizados a lo largo de toda la pantalla de manera que -- siempre coincida el haz correspondiente de color en el punto de fósforo indicado. La intensidad del color depende de la magnitud del haz, ocasionada por la tensión de control rejilla-cátodo. Cuando se recibe una recepción monocromática deberían estar al mismo potencial las rejillas de control con iguales corrientes - en los cañones, pero con el objeto de realizar una imagen completamente blanca las tres rejillas de pantalla tienen diferentes voltajes de manera que la suma de las luces de los tres colores, de los puntos de fósforos produzcan el efecto del

color blanco.

El cinescopio requiere:

Un sistema de deflexión horizontal y vertical que proporcionen mayor deflexión, semejantes al de blanco y negro.

Un conjunto de convergencia estática y dinámica.

Un sistema magnético de pureza y un lateral de azul.

La convergencia estática consiste de tres imanes ajustables colocados en el cuello del tubo, para efectuar los movimientos de los haces, logrando una convergencia en el centro de la pantalla. Dicho movimiento se muestra en la siguiente figura

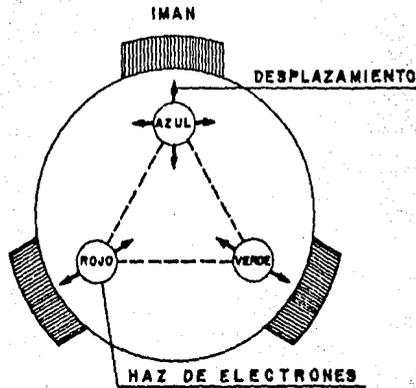


Fig. III-16 Convergencia Estática

Para el haz de azul se adiciona un imán además del indicado, con lo que se logran las desviaciones indicadas, vertical y horizontal; lo que da como resultado un mejor ajuste.

La convergencia dinámica es con el objeto de corregir la no incidencia de los haces en lugares lejanos al centro de la pantalla, dando origen a distor-

sión. Esta distorsión llamada efecto cojín, se debe a las diferentes distancias que debe recorrer el haz electrónico, a partir del plano de deflexión, hacia los diferentes puntos o zonas de la pantalla, cuyo recorrido es mayor hacia los bordes de la misma. Dicha distorsión se muestra en la siguiente figura.

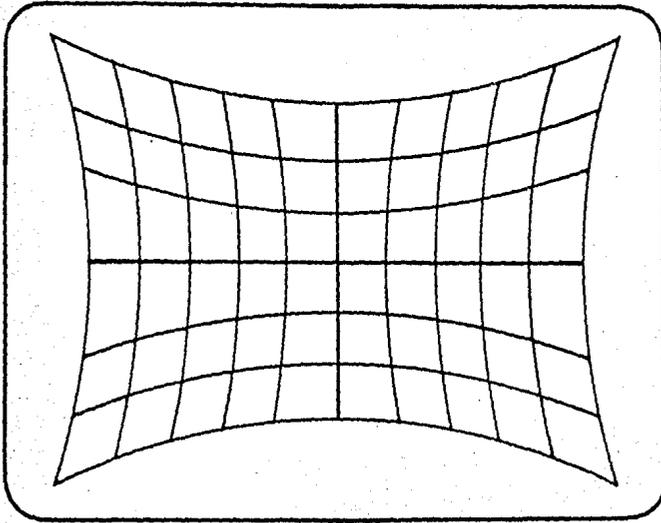


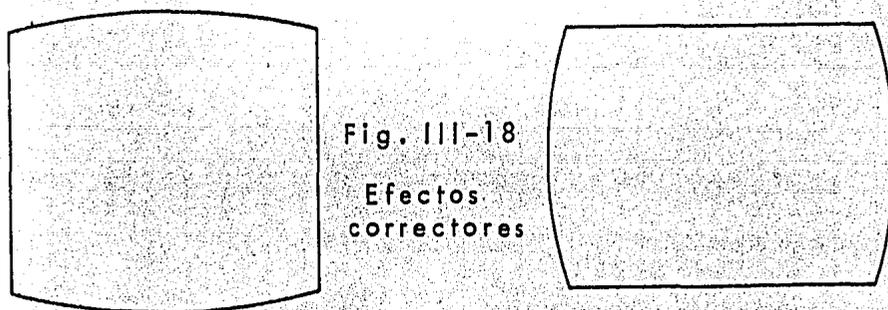
Fig. III-17. Efecto cojín .

Aunque esta dificultad se presentó en receptores de blanco y negro, gracias a que en este tipo de aparatos el barrido de la pantalla se efectúa solamente controlando un haz electrónico, la distorsión por efecto cojín fácilmente pudo ser eliminada mediante pequeños imanes correctores, dispuestos convenientemente en la periferia del yugo deflector. Con estos imanes y previo ajuste del magnetismo que desarrollan, las líneas verticales y horizontales materialmente son desviadas hacia los bordes de la pantalla, con lo cual se cancela la distorsión. Aunado a lo anterior, habrá que agregar las pequeñas modificaciones desarrolladas en la estructura del yugo deflector.

En los receptores de televisión de color no es posible aplicar los métodos usados en receptores de blanco y negro, debido a que el barrido de la pantalla es el resultado del control que se ejerce sobre tres haces, y dada la posición de cada haz con relación al eje común del tubo, los campos correctores para cada uno son diferentes; en consecuencia, el uso de imanes en la periferia del yugo traería como resultado notables impurezas, derivadas de la falta de convergencia. Por tal motivo, en los receptores cromáticos se siguen procedimientos diferentes para cancelar esa distorsión, cuyo proceso básicamente consiste en modificar directamente la configuración de las corrientes que se aplican a las bobinas horizontales y verticales del yugo deflector.

Para que no haya la distorsión superior e inferior se hacen modificaciones a la corriente de deflexión vertical con un componente de señal de forma parabólica, tomado del circuito horizontal.

Este componente corrector tiene determinada fase cuando corrige las líneas en la zona superior de la pantalla, y es de fase contraria cuando corrige la distorsión en la zona inferior de la misma. Los efectos de corrección se muestran en la siguiente figura.



ZONA SUPERIOR E INFERIOR

ZONA IZQUIERDA Y DERECHA

Para la distorsión en los lados de la pantalla, la energía correctora debe ser de tales características que, al ser aplicada, permita materialmente aumentar la anchura del patrón en la zona central, combinado con un efecto reductor de la propia anchura en los extremos superior e inferior del mismo. Lo anterior se logra aplicando al circuito de salida horizontal, señales de corrección de forma parabólica, provenientes del circuito vertical; esto es, modulando el barrido horizontal al ritmo de señales de barrido vertical.

La siguiente figura muestra cuando las trayectorias de los haces no son corregidas y cuando se corrigen con la convergencia dinámica.

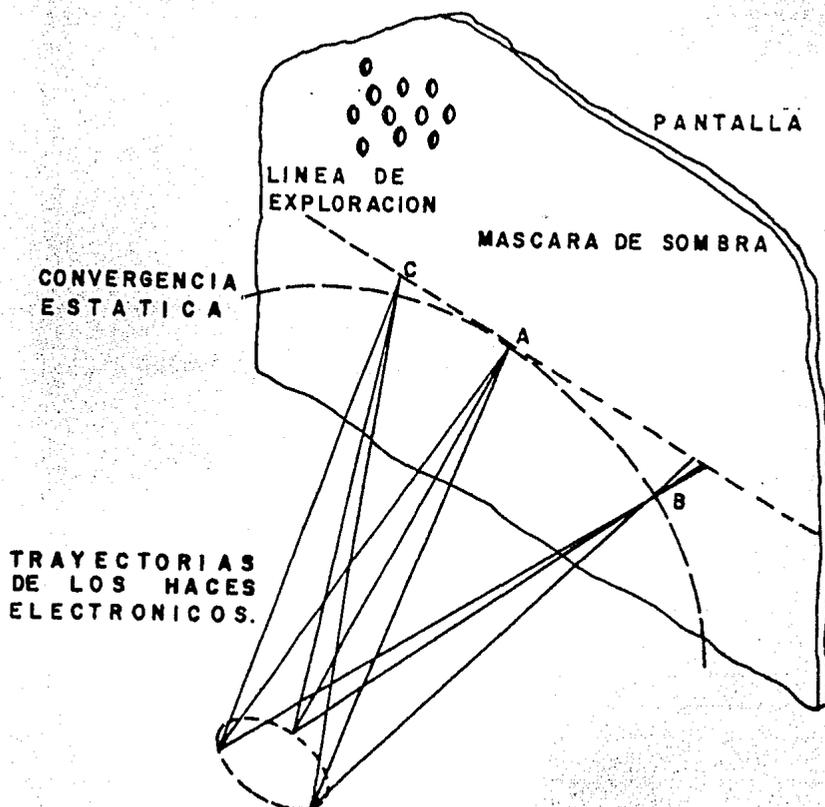


Fig. III-19. Trayectorias seguidas por haces electrónicos durante la exploración.

En la figura en "A" se tiene una convergencia estática adecuada, en "B" se tiene cuando no se aplica la convergencia y en "C" al aplicarse la -- corrección. La colocación de los electroimanes se muestra en la siguiente - figura.

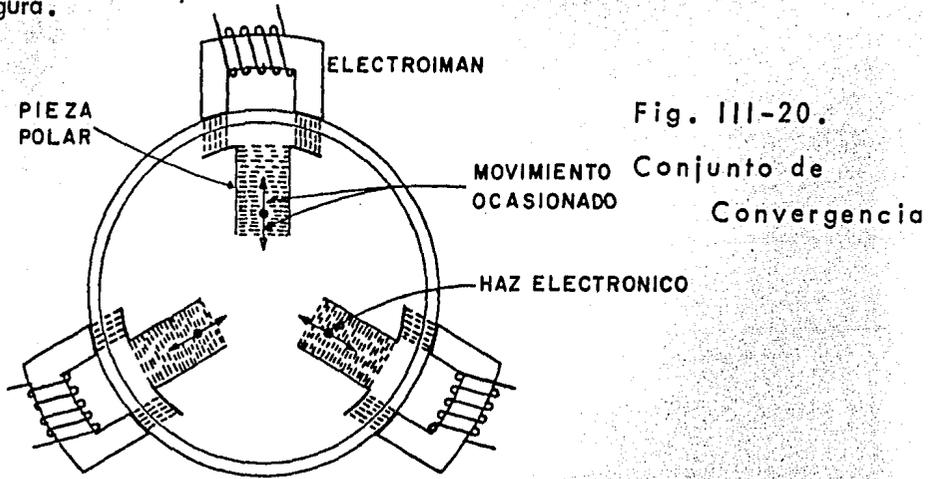


Fig. III-20.

En la figura se ve la desviación ocasionada por esta corrección. Las - señales aplicadas a estos electroimanes se aprecian en la siguiente figura, tanto para barrido vertical como horizontal.

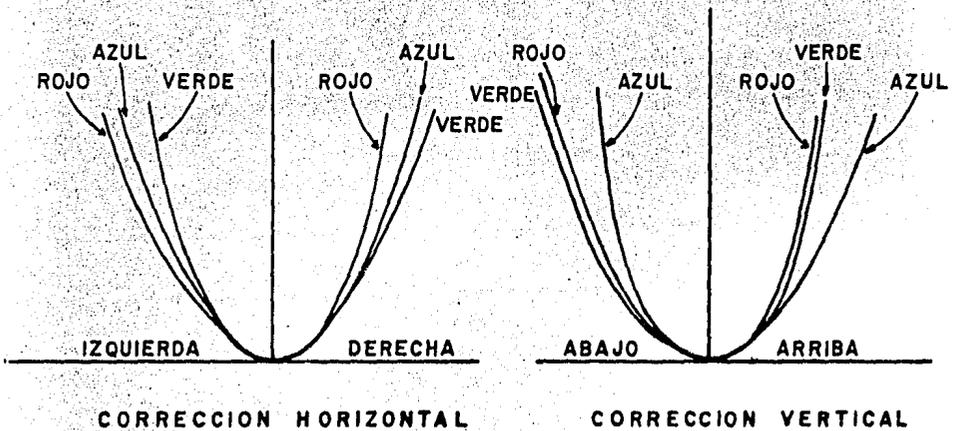


Fig. III-21. Formas de onda aplicadas al conjunto de con vergencia.

El conjunto de pureza actúa sobre los tres haces en el mismo grado aproximadamente. El cual consiste en el imán (antes mencionado) colocado en el cuello del tubo.

En cuanto al trabajo de los haces, como trazo, retraso, barrido, borrado, etc., es en la misma forma que en blanco y negro.

Debido a que muchas de las partes de un receptor a color, incluyendo el cinescopio y sus componentes internos, están hechos de material ferroso y cualquiera puede desarrollar campos magnéticos que interfieran con los que se crean, dichos campos pueden crearse tan sólo al cruzar las líneas de flujo terrestre al mover el receptor de un lugar a otro, por lo que todos los receptores están equipados con un implemento o bobina de desmagnetización automática (circuito autodesmagnetizante) la cual efectivamente desmagnetiza el cinescopio cada vez que el receptor sea puesto en operación (encendido). La bobina de desmagnetización deberá operar siempre que el receptor se encienda habiendo entre las operaciones de encendido y apagado por lo menos un intervalo de tiempo de 5 minutos.

El efecto de desmagnetización es blando y está confinado sólo a la máscara de sombra del cinescopio, ya que las bobinas están montadas en un cubo de blindaje ferroso.

III-5. ANALISIS DE CIRCUITOS PRINCIPALES

De lo visto anteriormente se puede apreciar que son en realidad pocas las etapas que presentan un circuito nuevo, prácticamente, siendo el demodulador exclusivo de este receptor, aparte de los circuitos de croma. Cabe aquí mencionar que para todos los circuitos que se presentan en cualquier aparato o dispositivo electrónico, aunque realizan las mismas funciones tienen diferencias en cuanto a configuración, amplificación, etapas, etc., ocasionadas por las diferentes necesidades como son: realización, necesidades, costos, etc.

Del análisis hecho anteriormente iniciaremos el estudio con el demodulador.

Demodulador de croma.- Los dos demoduladores, para las dos señales de croma presentan el mismo funcionamiento, por lo que analizaremos el siguiente demodulador básico.

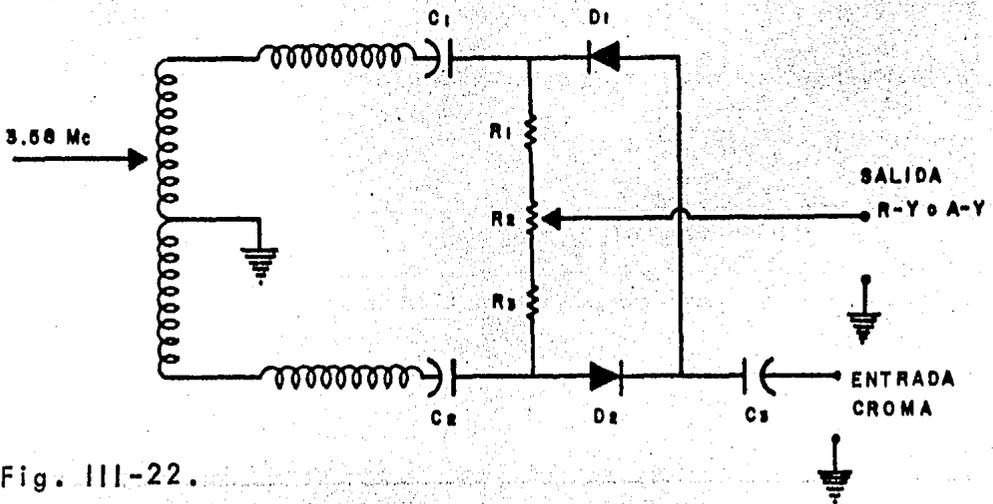


Fig. III-22.

Demodulador básico de color.

En una entrada del circuito se tiene una señal de referencia de 3.58 Mc, aplicada por el secundario del transformador, esta señal durante los ciclos negativos polariza en directa a ambos diodos ocasionando una corriente, la que carga a los condensadores C_1 y C_2 , al valor pico de la señal de referencia. Al quedar éstos cargados se descargarán durante los ciclos positivos, por medio de las resistencias R_1 , R_2 y R_3 , pero por el diseño de la constante de tiempo "RC", los condensadores almacenan su carga determinado tiempo, por lo que ambos diodos actúan como detectores de picos. El potenciómetro se ajusta convenientemente de modo que con la derivación del secundario de transformador a tierra, el potencial sea cero a la salida R-Y o A-Y.

Con las detecciones de pico hechas por los diodos y la señal de croma aplicada por medio del condensador C_3 , en cada diodo se detecta la señal cromática. El diodo D_1 al conducir y con la señal de croma en fase con ésta desarrolla un voltaje positivo proporcional a la suma de señal de referencia y la de croma. El diodo D_2 a la vez desarrolla un voltaje negativo proporcional a la suma de la señal de referencia 180° fuera de fase con la señal de croma. De lo anterior se ve que el funcionamiento de los diodos son de una compuerta que durante la conducción de éstos proporcionan un paso de baja impedancia a la señal de croma, la que se aplica a los amplificadores de señales diferencia de color, ya que este tipo de demoduladores no presenta ganancia.

La siguiente figura muestra las formas de onda de demoduladores sincrónicos (ya que la información cromática modulada está en las bandas laterales) para señales X y Z.

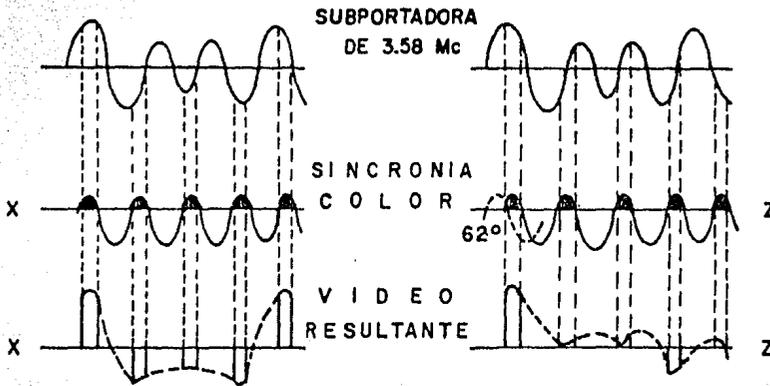


Fig. III-23. Formas de onda en el demodulador.

De la figura se observa la señal de croma, los pulsos de conducción de los diodos en el demodulador y la señal resultante "X" y "Z". Nótese de la figura el defasamiento requerido de 62° entre las señales de sincronía "X" y "Z". La línea punteada indica la salida de la señal, la cual es el resultado de la integración de la señal de salida (que da como resultado la onda de video) por medio de un filtro pasabajos, eliminándose la frecuencia de 3.58 Mc.

Matrizador. - De los circuitos demoduladores se pasa a los circuitos de matrices. Como ya se mencionó, de las señales de diferencia R-Y y A-Y, en éstos se obtiene la señal V-Y. Con un arreglo de resistencias, con los valores adecuados. De estas señales diferencia y con la suma de la señal

"Y" se obtiene las señales de color R, A y V. El siguiente diagrama de bloques muestra la operación anterior.

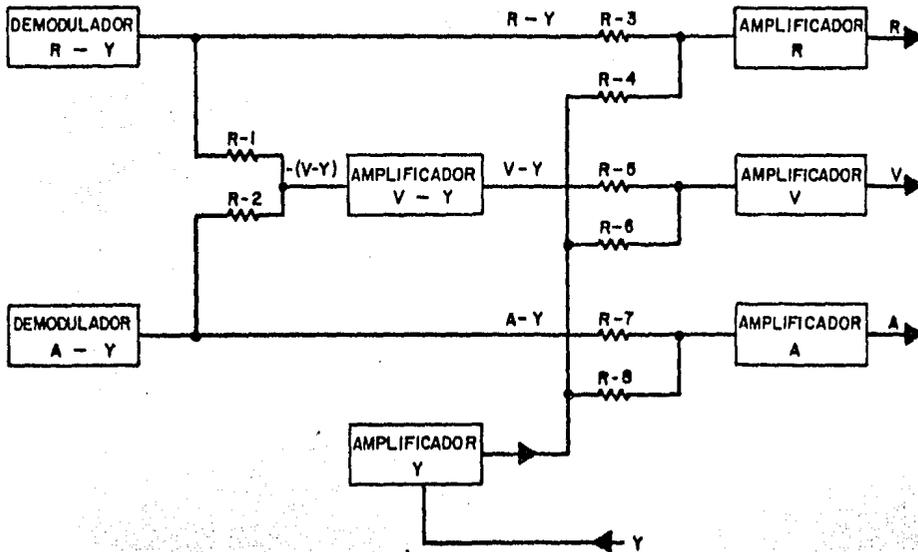


Fig. III-24. Diagrama de bloques del matizado

De la figura se observa que en este diagrama la adición de la señal "Y" se efectúa en esta etapa, teniéndose ya a la salida las señales de rojo, verde y azul.

El circuito del diagrama anterior es el siguiente:

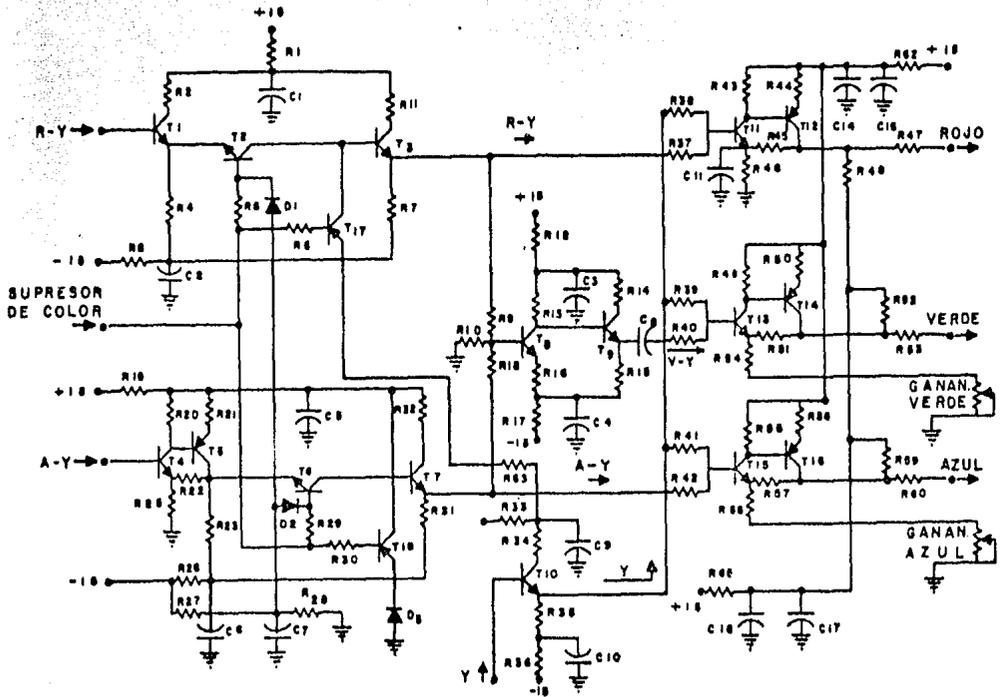


Fig. III-25. Circuito de matrices

Analizando la figura se ve que la señal R-Y se aplica al transistor T_1 y la A-Y al T_4 , que actúan como entrada, pero para T_4 también actúa como impedancia de entrada la realimentación negativa de T_4 y T_5 , cuyas realimentaciones dan una ganancia de 1.78 a la señal A-Y, la que es necesaria para la adecuada combinación en el proceso de matrizado.

Otra de las señales de entrada son la polarización positiva y negativa de la etapa del supresor de color. Cuando esta señal es positiva se aplica a las bases de los transistores T_2 y T_6 , que están en serie con las señales R-Y y A-Y, polarizándolos en directa y permitiendo la aplicación de las señales. - Los transistores T_{17} y T_{18} no conducirán ya que sus configuraciones son PNP. - Al aplicar una señal negativa del supresor de color no debe pasar la señal R-Y, ni la A-Y, por lo que se cortan los transistores T_2 y T_6 , al polarizarse negativamente sus bases, y como precaución adicional se tiene el arreglo de los transistores T_{17} y T_{18} conectados a los respectivos colectores de T_2 y T_6 , que por medio del diodo D_3 se evita que éstos se conecten a tierra al operar T_{17} y T_{18} .

Las señales negativas aplicadas del supresor de color, aseguran que en recepción monocromática no se apliquen las señales R-Y, A-Y, ni se forme la V-Y, y con la aplicación de la señal "Y" sólo aparezca la reproducción de la imagen en blanco y negro.

De la salida de los emisores de los transistores T_3 y T_7 se toman las señales R-Y y A-Y. La señal R-Y se aplica a la base del transistor T_{11} junto con la señal "Y", la que se aplica también del emisor del transistor T_{10} , dando por resultado (debido a la suma de las dos señales) la señal de color "R" (rojo) que es ya la señal de salida.

Situación igual a la anterior se tiene para la señal A-Y, con los transistores T_{10} y T_{15} obteniéndose la señal "A" (azul).

En el circuito se observa que las señales R-Y y A-Y se aplican a la -

base del transistor T_8 por medio de las resistencias R_9 , R_{10} y R_{18} , que forman el circuito de matrizado, dando por resultado la señal (V-Y). Este transistor proporciona en el circuito una ganancia de "1" e invierte la fase de la señal de entrada. La salida de este transistor se aplica al transistor T_9 el que actúa en forma semejante al T_3 y T_7 . De la salida del T_9 se aplica al T_{13} , que junto con la suma de la señal "Y" tiene un procesamiento semejante a las señales R-Y y A-Y, dando por resultado la señal V, (Verde).

Para los colores verde y azul se tiene unos controles de ganancia; éstos con el objeto de lograr los ajustes convenientes para una fiel reproducción de la imagen.

Detector de fase.- El circuito detector de fase, o sea, el CAF, anteriormente mencionado tiene como función el control de reactancia por medio de una CD resultante de la comparación entre las señales de ráfaga y la generada por el oscilador local. La siguiente figura muestra un detector de fase.

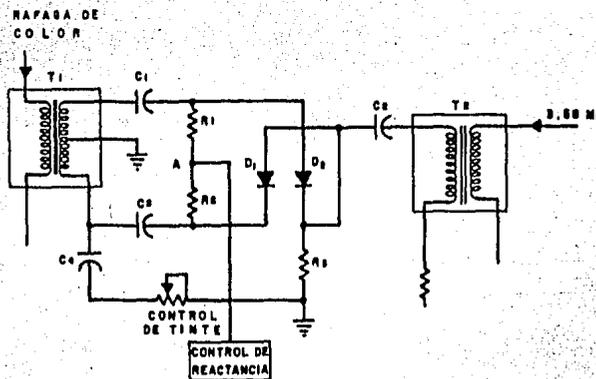


Fig. III-26 Detector de fase

Su funcionamiento es como sigue:

La señal de ráfaga se aplica por medio del transformador T_1 , a la vez que la señal de oscilación se aplica a través de T_2 . Las dos señales están aplicadas de tal manera que existe una diferencia de fase entre ellas de 90° .

La salida se toma del punto "A", entre las resistencias R_1 y R_2 , obteniéndose de este punto la señal de CD de control.

Si el defasamiento entre ambas señales de entrada se mantiene en 90° , no se tendrá tensión desarrollada en el punto "A," ya que el voltaje rectificado de ambos diodos es igual, dando como resultado un voltaje igual en R_1 y R_2 . De lo anterior el oscilador estará convenientemente sincronizado.

Si el oscilador local aumenta su frecuencia de funcionamiento, el defasamiento de 90° se incrementa y un voltaje mayor de CA es aplicado en el diodo D_1 , dando por resultado una mayor corriente en R_1 y a la vez ocasionando una menor conducción en D_2 y, por consiguiente, una menor corriente en R_2 . De las condiciones anteriores se tiene un incremento de voltaje positivo en el punto "A," el que se aplica al oscilador, por medio del control de reactancia, con lo que se corrige la desviación de fase.

Si por el contrario el oscilador de color disminuye en frecuencia, el defasamiento aumenta también, pero en este caso la tensión desarrollada en el diodo D_2 aumenta y en el diodo D_1 disminuye, ocasionando un voltaje de corrección en R_1 y R_2 , en forma contraria al caso anterior. Este voltaje de corrección se aplica como en el caso anterior.

En la figura se muestra un potenciómetro de control de tinte, éste tiene como función el cambio del oscilador, con lo que al aplicarse a la señal de croma en los demoduladores da como resultado un cambio de tinte en la escena.

La señal de control anterior se aplica al oscilador de subportadora, con lo que se hace coincidir su frecuencia y su fase con la de ráfaga de color.

Oscilador de subportadora.- Un oscilador de subportadora se muestra a continuación.

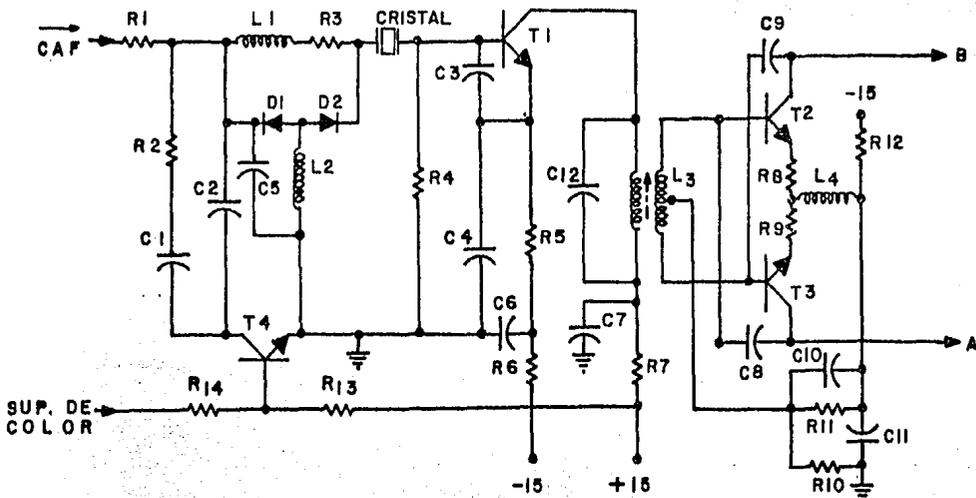


Fig. III-27. Oscilador de subportadora .

En el circuito anterior la frecuencia del cristal de 3.58 Mc, es controlada por la acción de los dos diodos varactores D_1 y D_2 , ya que su capacitancia es controlada por la acción del voltaje control de CD que proviene del

detector de fase aplicado por medio de la resistencia R_1 .

Inicialmente el rango del oscilador es completamente extenso, pero en recepción monocromática el circuito filtro formado por R_2 y C_1 con una constante de tiempo larga, no está accionado, pues no se aplica señal de ráfaga. - Por otro lado del supresor de color se aplica al transistor T_4 por medio de la resistencia R_{14} un voltaje negativo de -10 volts con lo que queda cortado dicho transistor, quedando determinado el rango de oscilación por C_2 y R_3 ; de modo que cuando no hay señal de ráfaga no hay salida del oscilador.

Al aplicarse una señal de ráfaga el oscilador es llevado a la frecuencia correcta por la acción del voltaje de CD del CAF, a la vez que el transistor T_4 es accionado por el voltaje positivo de +12 volts que aplica el supresor de color en este caso, con lo que coincide la oscilación local con la de ráfaga. - Una vez accionado este circuito se mantendrá en sincronía por medio de la señal de control.

La salida del transistor T_1 se aplica al transformador L_3 con el cual se varía la amplitud de la señal que se aplica a los transistores de salida T_2 y T_3 . La salida se toma de los puntos "A" y "B," siendo las señales en estos puntos iguales en magnitud, pero opuestas en fase. Estas señales se aplican a los demoduladores para su procesamiento.

Control Automático de Color . - Otro de los circuitos inherentes a las etapas de color es el circuito CAC, el cual tiene como

función el detectar la presencia o ausencia de la señal de ráfaga, y aplicar una señal de control al supresor de color para operar las etapas de color en recepción cromática y cortarlas en recepción monocromática, asegurando que sólo la señal o señales requeridas lleguen al cinescopio.

El siguiente circuito es de un amplificador de control automático de color.

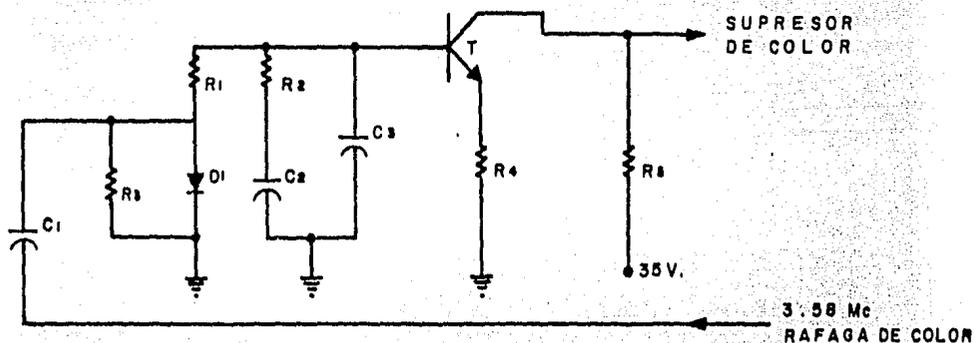


Fig. III-28. Control automático de color.

De la figura se ve que al ser aplicada una señal de ráfaga de 3.58 Mc es rectificadora por el diodo D_1 , filtrada y aplicada a la base del transistor, operándolo y aplicándose de la salida de éste a la etapa del supresor de color. En el caso de no aplicarse señal de ráfaga el transistor se cortará. En suma actúa como circuito interruptor para las etapas de color operándolas o cortándolas según la recepción.

Circuitos de Deflexión. - Para la deflexión de los haces electrónicos, dos circuitos nuevos son necesarios, que son los de convergencia dinámica, uno para la vertical y otra para la horizontal, los que crean la forma de onda (parabólica) anteriormente mostrada. La diferencia (aunque son parabólicas) entre las tres ondas de convergencia para los tres haces electrónicos, se debe a la posición que ocupan en el cuello del tubo. La siguiente figura muestra un generador de ondas para la convergencia vertical.

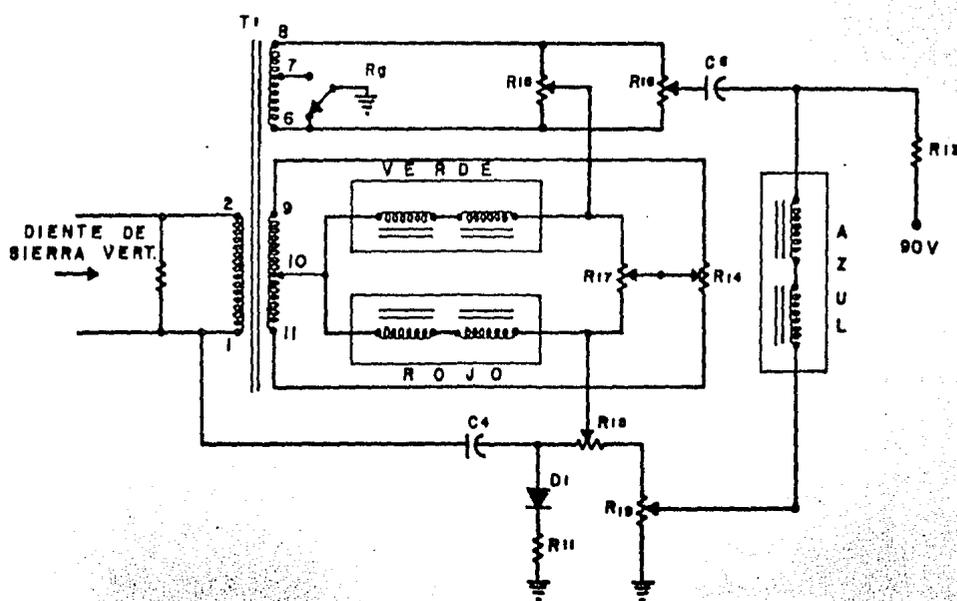


Fig. III-29. Circuito de convergencia vertical.

La entrada que se aplica por el transformador T_1 , es la onda vertical -

diente de sierra, inyectada con una frecuencia de 60 ciclos, la que se aplica a los devanados de los electroimanes de rojo, verde y azul.

La corriente aplicada a estos devanados está controlada por los potenciómetros R_{18} para verde y rojo y R_{19} para azul.

La corrección de los picos de la parábola es aplicada por medio de una tensión ajustable diente de sierra, proporcionada por los puntos 6, 7 y 8 del transformador T_1 , la forma de onda que aparece en los terminales 6 y 8 son opuestas en polaridad; el control de pico vertical R_9 y el control vertical de azul R_{15} y R_{16} , determinan la cantidad y polaridad adicional de señal a la parábola para su corrección.

Para los haces verde y rojo las formas de onda no son idénticas, puesto que las distorsiones óptico-electrónicas están en oposición. Por lo anterior el control de diferencia de amplitud R_{17} y diferencial de pico R_{14} , se ajustan para proporcionar las diferencias de corrección a los electroimanes rojo y verde. El control diferencial de pico R_{14} , ajustado inyecta un pulso positivo, negativo o cero al potenciómetro R_{15} , estos pulsos se aplican a R_{14} por medio de los puntos 9 y 11 del transformador T_1 , por el punto 9 pulsos positivos y por el punto 11 negativos. La función del potenciómetro diferencial R_{17} es determinar cuál devanado, si el rojo o el verde recibe la mayor señal de corrección, proporcionada por R_{14} .

Para el devanado de azul, el cual coincide con el eje vertical, no requiere de una corrección diferencial para la adecuada convergencia de su haz

electrónico.

Para la convergencia horizontal se efectúa de una manera semejante - que con la vertical. Un circuito para tal convergencia se muestra a continuación.

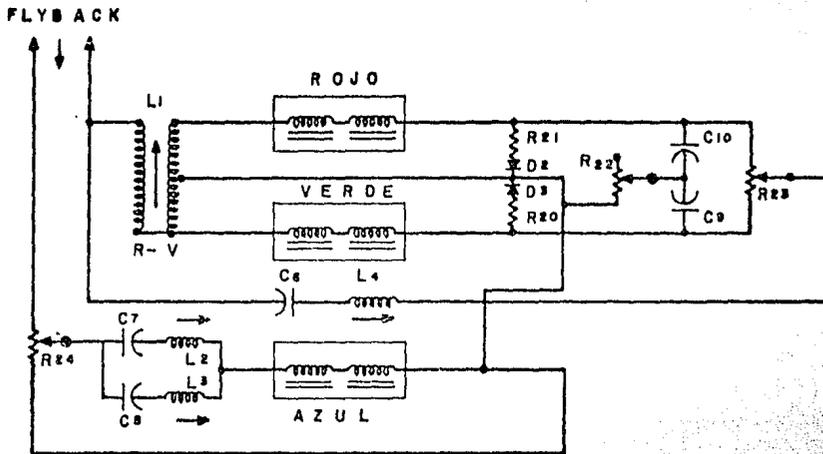


Fig. III-30. Circuito de convergencia horizontal

El circuito anterior es operado con los pulsos del Flyback horizontal, - con lo que se crea la forma de onda requerida para los tres devanados de corrección.

La forma de onda conveniente para el azul es creada por los circuitos LC

que están formados por el condensador C_7 y la inductancia L_2 en paralelo con C_8 y L_3 , que al recibir un impulso positivo del Flyback por medio del potenciómetro R_{24} , el que actúa como un control de amplitud. Las bobinas ajustables L_2 y L_3 , dan la corrección de pico y de centrado para el haz electrónico azul.

La convergencia del rojo y verde, se logra por medio de la aplicación de un pulso positivo de unos 250 volts, mediante el transformador L_1 cuyo secundario tiene una tap central, por lo que desarrolla una señal 180° fuera de fase entre sus extremos, la que se aplica al potenciómetro R_{23} , que es un control de pico para la onda parabólica de rojo y azul. El ajuste de este potenciómetro da como resultado una señal parabólica positiva o negativa, que se aplica a la bobina variable L_4 , con lo que se afecta la señal del primario del transformador L_1 .

El potenciómetro indicado en la figura, R_{22} , es un ajuste de corrientes iguales para los devanados rojo y verde.

Con lo anterior se tiene lo suficiente para la correcta convergencia de los tres haces durante la exploración.

Circuito Autodesmagnetizante. - Como se mencionó anteriormente, para tener una mejor pureza de color, es necesario desmagnetizar la pantalla durante un corto período de tiempo, con el objeto de anular cualquier campo parásito. Un circuito automático de desmagnetización se muestra a continuación:

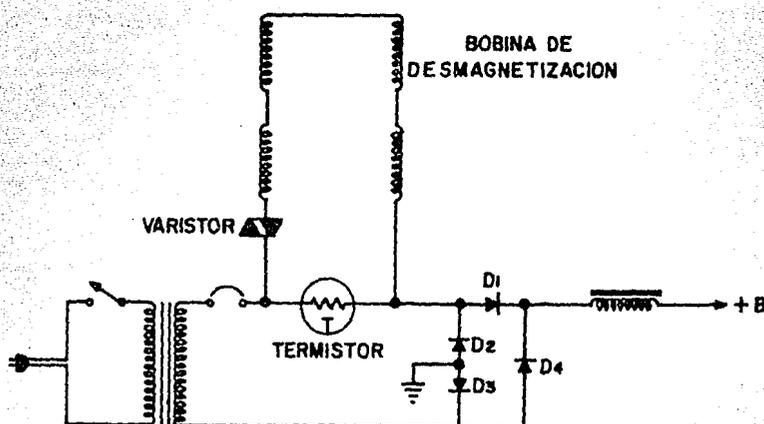


Fig. III-31. Circuito Autodesmagnetizante .

Su funcionamiento es como sigue:

La bobina enrollada alrededor de la pantalla y conectada al suministro de potencia, antes de ser rectificadas, produce el campo desmagnetizante. Dicho campo es controlado por el termistor (Resistencia variable con la temperatura) y el varistor (Resistencia variable con el voltaje). Al conectarse el aparato el termistor está frío, por lo que su resistencia es grande con respecto al va-

ristor, circulando la mayor parte de la corriente a través de éste, siendo máximo el campo producido en la bobina.

Al aumentar la temperatura la resistencia del termistor disminuye, a la vez que aumenta el voltaje en el varistor, produciéndose durante un corto período de tiempo este proceso, disminuyendo a la vez el campo desmagnetizante. - Este proceso se efectúa cada vez que se enciende el aparato anulando cualquier campo parásito.

CAPITULO IV

FALLAS TIPICAS Y AJUSTES

Cuando se fabrica un receptor de TV a color, se hace siguiendo una serie de especificaciones de orden técnico-económicas, por lo tanto los aparatos que salen de la fábrica, no son infalibles, y como todo presentan una serie de fallas y desperfectos que hay que resolver; en este caso, el técnico cuenta con experiencias teórico-prácticas adquiridas con los receptores monocromáticos, - pues en muchos aspectos ambos receptores se asemejan bastante.

Sin embargo, al intentar la reparación de un receptor de TV cromático hay que tener en cuenta que hay desperfectos que son exclusivos de éste, así - como también muchos de sus circuitos (aunque similares a los usados en aparatos de blanco y negro) son proyectados para un funcionamiento más crítico y, - por lo tanto, son más delicados. Así, por ejemplo, la antena receptora usada para transmisiones de color, es más direccional, su ancho de banda es más crítico y su sensibilidad debe ser mayor.

El pleno conocimiento de la forma como funciona el receptor de color facilita notablemente la reparación del mismo, pues de esa manera el técnico sabe exactamente qué componente de señal o señales debe manejar determina-

da etapa o sección y cuáles son las que debe rechazar.

Al contar con el diagrama del receptor junto con todos los datos de servicio, simplifica marcadamente la reparación, ya que fácilmente se encuentran los diversos caminos que va siguiendo la señal, desde la entrada hasta alcanzar los circuitos de reproducción.

Para reafirmar lo indicado, mencionaremos los siguientes ejemplos:

- 1o.- Efecto de Nieve.- Usualmente este tipo de falla se presenta cuando el tuner opera defectuosamente, especialmente, el amplificador de radiofrecuencia.
- 2o.- Sobrecarga.- Síntoma típico cuando el CAG deja de funcionar, o bien, opera pero defectuosamente.
- 3o.- Falta de sincronía vertical y horizontal.- Síntoma típico de sección de sincronía defectuosa.
- 4o.- Falta de deflexión vertical.- Síntoma típico de una sección de barrido vertical defectuosa.

Un ancho de banda limitado en la respuesta de frecuencia de la antena, perjudicará notablemente la buena reproducción de la escena cromática. Baja ganancia en la antena, puede ser la diferencia entre la ausencia o presencia del color en la escena.

Por otro lado, se debe tener muy presente el ajuste del control de sinto-

tonía fina, cuyo control para recepciones de color demanda de un ajuste más preciso.

Una sólida base para formular el proceso de reparación a seguir, consiste en estudiar el receptor en tres formas diferentes y en el siguiente orden:

- 1o.- Analizar el receptor sintonizando un canal quieto.
- 2o.- Analizar el receptor sintonizando un canal de blanco y negro.
- 3o.- Analizar el receptor sintonizando un canal de color.

En el primer caso, si el raster se proyecta completamente blanco, es prueba evidente que los ajustes de pureza, convergencia y balance del blanco y negro son correctos y lógicamente los circuitos respectivos, además del cinescopio, operan satisfactoriamente. Al efectuar esta prueba opere los controles de brillo y contraste a través de todo su rango y, si todos los circuitos antes mencionados operan convenientemente, el raster debe permanecer totalmente blanco.

Un mal ajuste de balance de blanco y negro puede ser motivo no solamente de un raster coloreado, sino que muchas veces se reflejará en una deficiente función del regulador de alta tensión, con el consiguiente efecto de blooming (parpadeo).

Cuando se analiza el receptor sintonizando un canal de blanco y negro, lo que se busca realmente es comprobar si el tuner, FI, CAG, detector de video y canal de video operan satisfactoriamente. Si la escena en blanco y ne-

gro se reproduce defectuosamente, se debe resolver primero este desperfecto y no intentar solucionar problemas de color mientras persista el defecto en blanco y negro.

Cuando analice el receptor sintonizando un canal de color, asegúrese que la escena se registra correctamente en blanco y negro. En esa forma, si la escena de color es defectuosa, el síntoma es prueba evidente que el desperfecto se encuentra en los circuitos de color.

Desarrollado este estudio, es posible seleccionar la sección o secciones donde se encuentra el desperfecto. Posteriormente, será necesario asegurarse que los dispositivos usados en las secciones en las cuales existe el defecto están funcionando correctamente. Efectuar las mediciones y comprobaciones necesarias para localizar la etapa que ha dejado de funcionar, o bien, opera pero defectuosamente. Encontrada esta etapa será muy fácil localizar la pieza que causa el desperfecto.

IV-1 FALLAS TÍPICAS POSIBLES

A continuación se mencionan algunas fallas típicas en receptores cromáticos.

SINTOMA: NO HAY COLOR. (Escena en blanco y negro correcta, -sonido correcto).

El síntoma revela un desperfecto en algunas de las etapas correspondientes a los circuitos de color. Sobre este desperfecto, si al operar el control de color no se obtiene ninguna respuesta, probablemente el defecto se encontrará en las siguientes etapas:

- 1o.- Amplificador de paso de banda.
- 2o.- Circuito supresor de color.
- 3o.- Oscilador de 3.58 Mc.
- 4o.- Amplificador de ráfaga.

Si el amplificador paso de banda deja de funcionar, no habrá señal de excitación de bandas laterales de color para los demoduladores; en consecuencia, no hay señal detectada y lógicamente las señales de diferencia de color -R-Y, A-Y y V-Y no serán obtenidas, por lo tanto no se registrará color en la escena.

Si el circuito supresor de color deja de recibir el potencial negativo de corte cuando el receptor opera con programas de color, el propio circuito supre-

El supresor de color deja de recibir el potencial negativo de corte cuando el receptor opera con programas de color, el propio circuito supresor de color mantendrá bloqueado en todo tiempo el amplificador paso de banda; en consecuencia, no se registrará color en la escena.

Una medición rápida para saber el estado del sistema supresor de color, consiste en mandar a tierra su circuito de salida. Si al hacerlo se restaura el color, es prueba evidente que la falla se encuentra en el circuito supresor del color.

Si el oscilador de 3.58 Mc deja de funcionar, también se perderá el color en la escena, pues los detectores respectivos, al no recibir la subportadora no podrán desarrollar las señales de diferencia de color. Midiendo el bñas o voltaje de entrada de control del dispositivo respectivo, fácilmente se puede saber si el oscilador está operando.

El orden a seguir en la práctica para este desperfecto sería el siguiente:

- 1o.- Cheque el ajuste del control supresor del color.
- 2o.- Cheque el ajuste del control de sintonía fina.
- 3o.- Reemplazo de partes.
- 4o.- Medición de los voltajes de polarización que reciben los diversos transistores usados en estas etapas.
- 5o.- Trazado de señales con osciloscopio. Al efectuar esta comprobación, conecte el generador de barras en los bornes de antena del receptor.

SINTOMA: FALTA DE PUREZA (Fig. IV-1)

Con desperfectos de esta naturaleza, primero desmagnetice el tubo de imagen de acuerdo con las indicaciones pertinentes. Posteriormente, lleve al mínimo los controles de pantalla verde y azul (o use el supresor de cañones) y si el patrón se proyecta como una mancha de colores indeterminados, es prueba inminente de falta de pureza. Si es necesario, haga el ajuste de pureza de acuerdo con las indicaciones necesarias. Si aún persiste la pureza pobre, cheque los imanes de convergencia estática y el propio anillo de pureza.

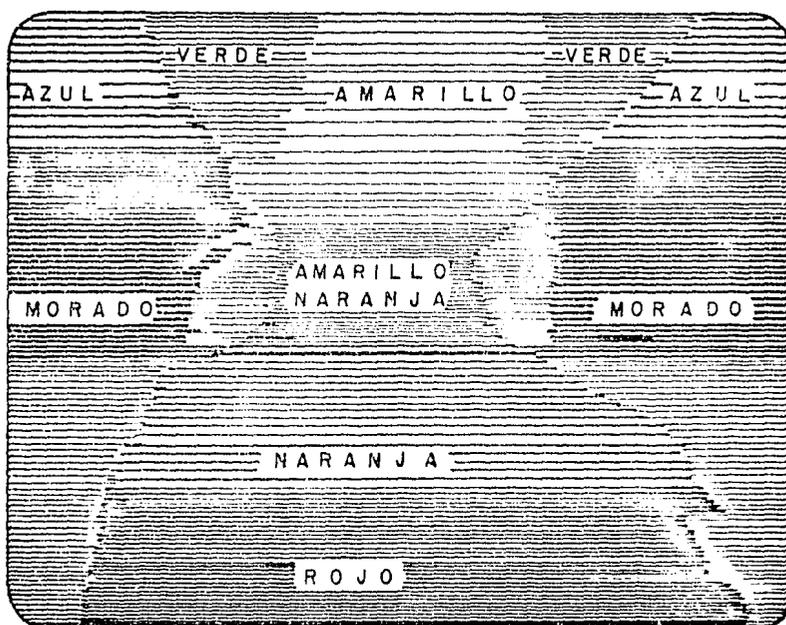


Fig. IV-1. Falta de pureza

Al efectuar el ajuste de pureza tenga muy en cuenta los siguientes puntos:

10.- El anillo de pureza gobierna el centro de la pantalla. (Fig. IV-2 y IV-3).

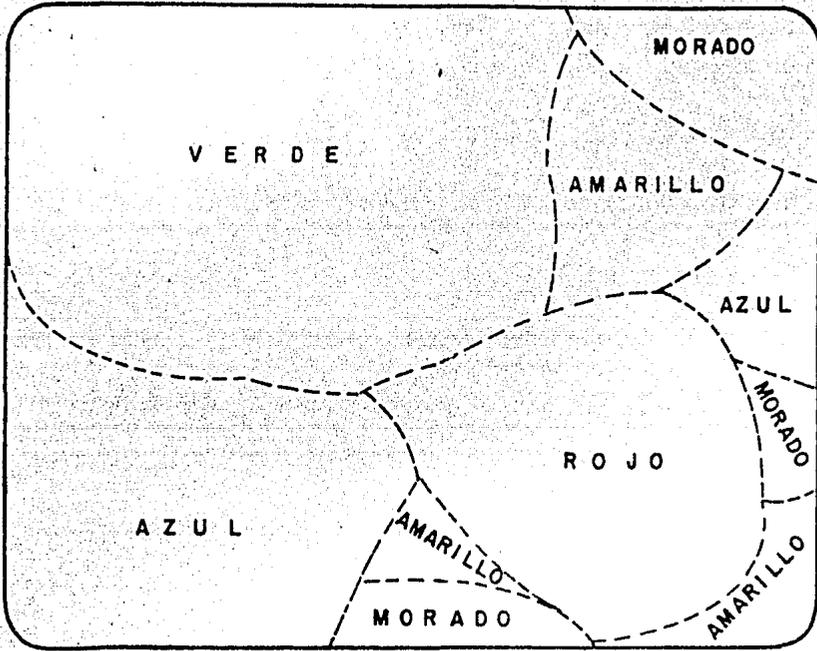


Fig. IV-2 Falta de Pureza (Incorrecta) El anillo de pureza gobierna el centro de la pantalla .

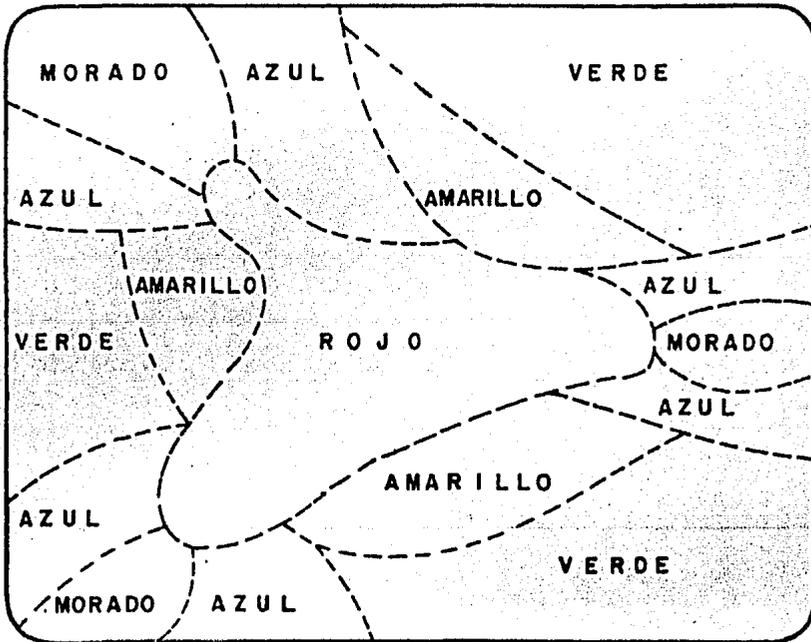


Fig. IV-3. Falta de pureza (Correcta)

2o. El yugo deflector gobierna la pureza en los bordes de la pantalla. (Fig. IV-4 y IV-5).

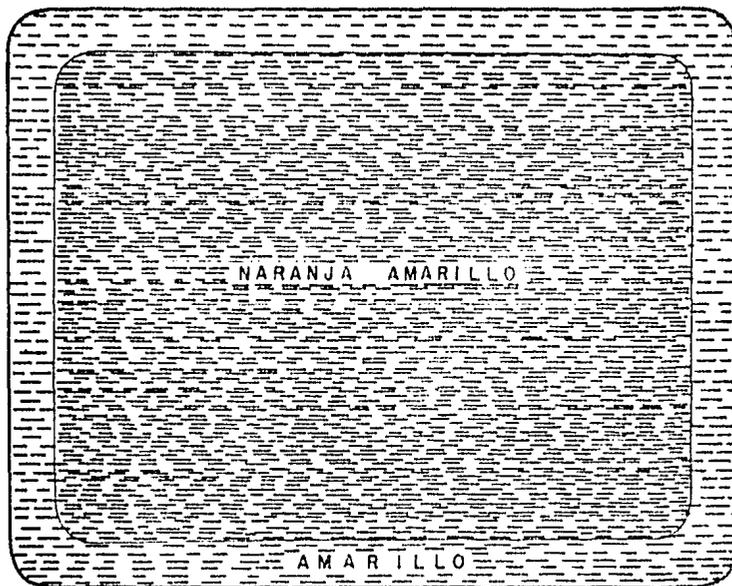


Fig. IV-4. Falta de pureza (Incorrecta). Bordes de la pantalla gobernados por el yugo deflector.

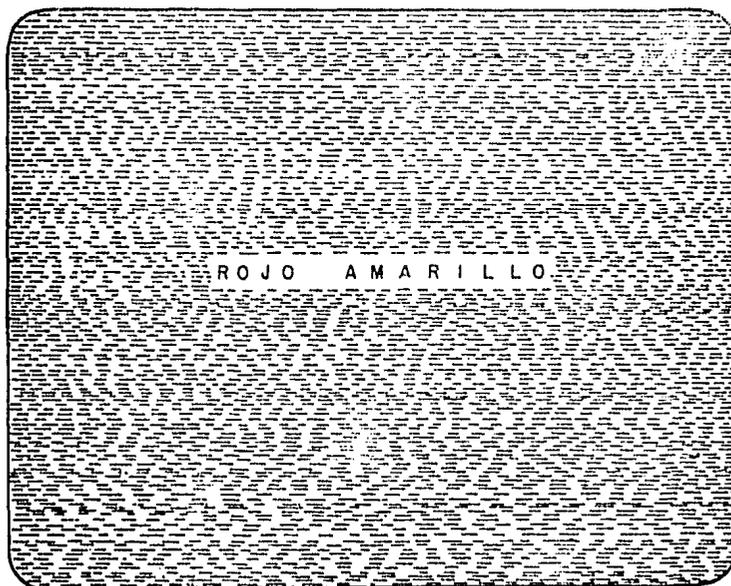
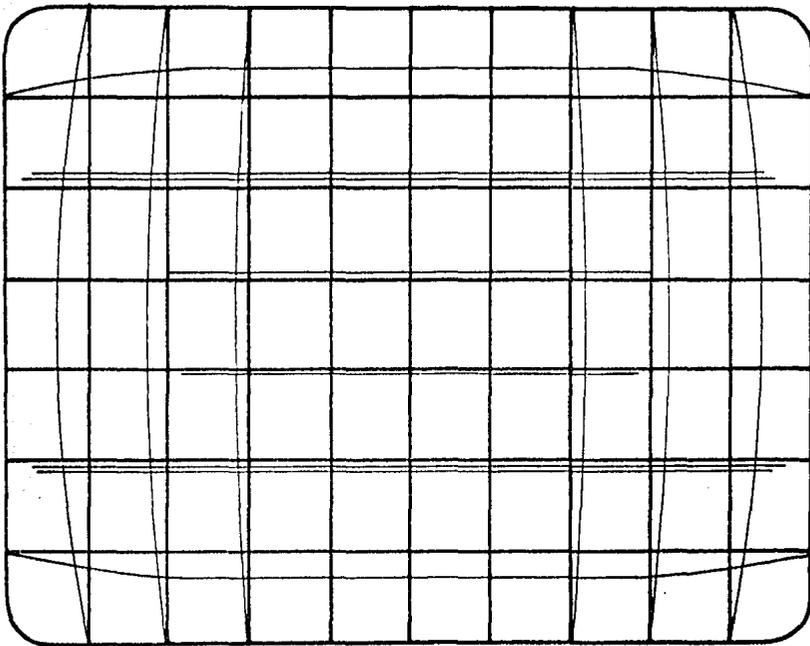


Fig. IV-5. Falta de pureza (Correcta). Anillo de pureza gobierna el centro de la pantalla.

SINTOMA: CONVERGENCIA POBRE (Fig. IV-6)

Valiéndose del generador respectivo de barras, compruebe la convergencia, proyectando en la pantalla el patrón de líneas cruzadas. Si es necesario ajuste el panel de convergencia, hasta obtener el mejor ajuste. Si es im posible alcanzar un 85% (mínimo) de buena convergencia dinámica, especialmente las formas de onda, utilizar el osciloscopio.

**Fig. IV-6. Convergencia pobre.**

SINTOMA: ESCENA CON COLORES INCORRECTOS.

(Imagen y sonido normales)

El propósito del control de tinte es ajustar los tonos faciales correctos de un programa de color. Si el receptor funciona satisfactoriamente, el control de tinte ajustará los tonos faciales desde un verde (cuando se lleve el control a uno de sus extremos), hasta tonos faciales púrpura (cuando el control se lleva al extremo contrario). Generalmente cuando se ajuste el control de tinte, cuyo control actúa como una especie de control fino, su posición final quedará más o menos a la mitad de su rango.

Justamente cuando la escena cromática se registra con matices incorrectos y no es posible ajustarla al operar el control de tinte, el síntoma revela un mal o nulo funcionamiento de uno o más de los canales que manejan las señales de diferencia de color.

Para diagnosticar el caso, vélgase del generador respectivo y conéctelo en los bornes de antena, para proyectar en la pantalla del cinescopio el patrón de barras coloreadas, cuyo patrón se proyectará, si el receptor está en perfectas condiciones y, naturalmente, si los diversos controles están bien ajustados.

El color correspondiente a cada barra es el siguiente de izquierda a derecha:

1a. Barra.- Naranja - Amarillo.

2a. Barra.- Naranja.

3a. Barra.- Roja.

4a. Barra.- Magenta.

- 5a. Barra.- Azul - Rojizo .
- 6a. Barra.- Azul ;
- 7a. Barra.- Azul.- Verdosa .
- 8a. Barra.- Cyan .
- 9a. Barra.- Verde - Azuloso .
- 10a. Barra.- Verde .

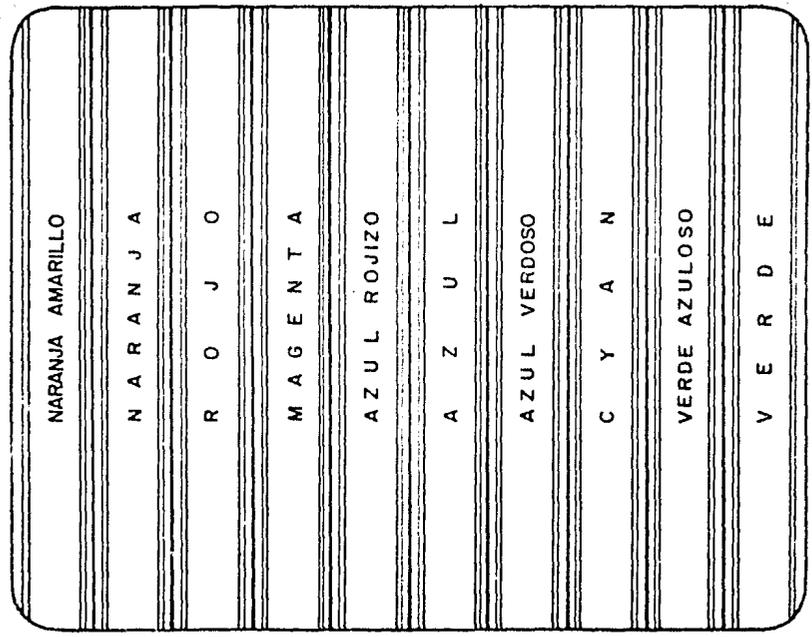


Fig. IV-7. Escena con colores correctos. Patrón de barras coloreadas correctamente.

Si dejara de funcionar el canal que maneja la señal R-Y, las barras del patrón se proyectarán con marcada influencia de matices que van del azul al amarillo-verdoso. (Fig. IV - 8).

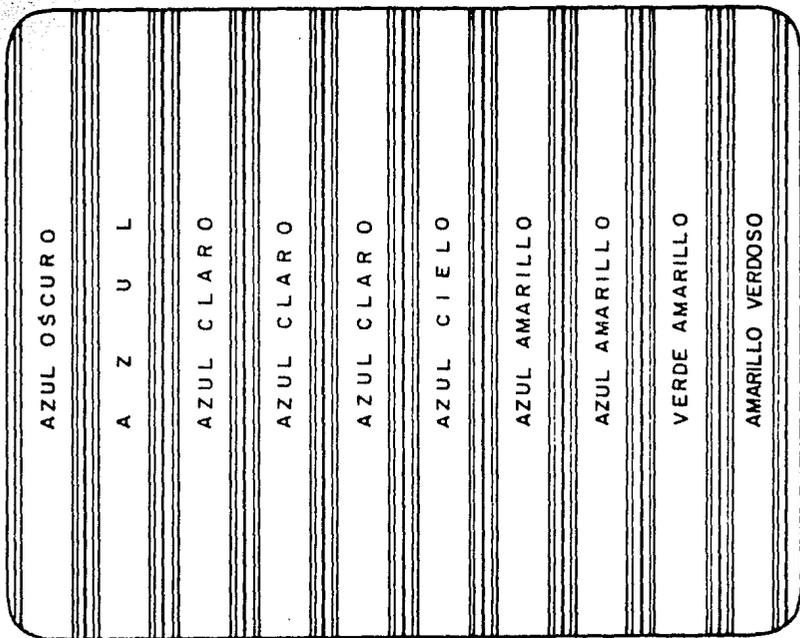


Fig. IV-8. Escena con colores incorrectos. Matices del azul al amarillo-verdoso.

Si dejara de funcionar el canal que maneja la señal A-Y, las barras del patrón se proyectarán con una marcada influencia de matices que van del rojo

al verde. (Fig. IV-9).

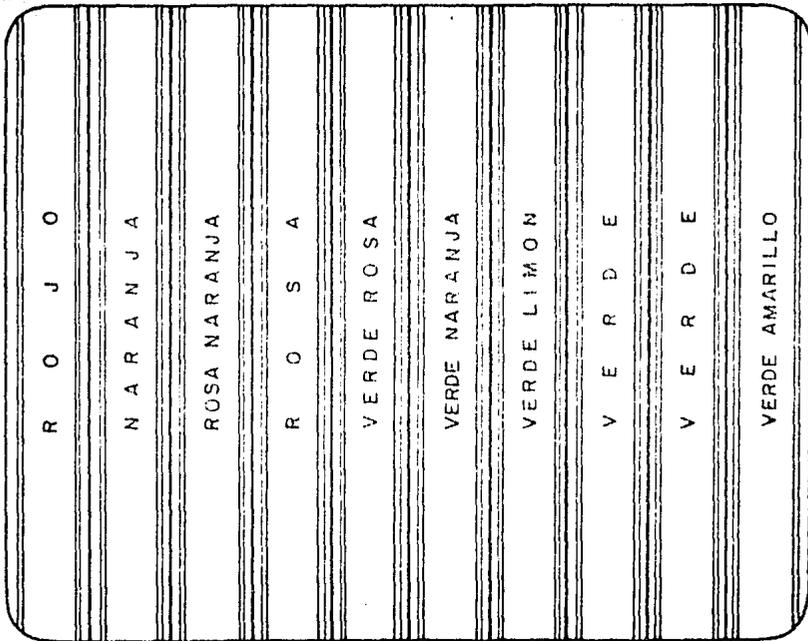


Fig. IV-9. Escena con colores incorrectos. Matices que van del rojo al verde .

Si dejara de funcionar el canal que maneja la señal V-Y, las barras del patrón se proyectarán con una marcada influencia de matices que van del rojo al azul, pasando por el magenta. (Fig. IV-10).

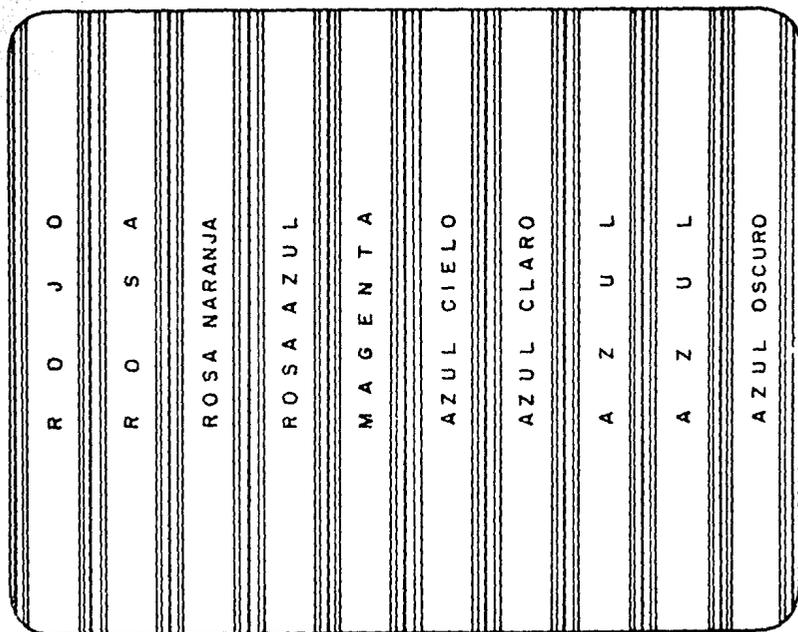


Fig. IV-10. Escena con colores incorrectos. Matices del rojo al azul pasando por el magenta.

De lo indicado en párrafos anteriores, se puede deducir que cuando la escena se registra con matices incorrectos, será necesario enfocar la atención sobre las siguientes etapas:

- 1o. Amplificador de ráfaga
- 2o. CAF
- 3o. Oscilador de 3.58 Mc.
- 4o. Demodulador R-Y

5o. Demodulador A-Y

6o. Circuito matriz V-Y

7o. Amplificadores de diferencia de color.

Con el fin de aislar el efecto, conecte el generador de barras en los bornes de antena y cheque las formas de onda de las señales de diferencia de color (R-Y, A-Y y V-Y), conectando el osciloscopio en las rejillas de control de cada uno de los cañones del tubo tricolor.

SINTOMA: RECEPTOR TOTALMENTE MUERTO

Enfoque su atención sobre la fuente de alimentación de baja tensión.

SINTOMA: IMAGEN LAVADA O FALTA DE CONTRASTE

(Sonido y raster normales)

Enfoque su atención sobre las siguientes etapas:

1o.- Detector de video

2o.- Canal de luminancia

SINTOMA: RASTER OSCURO

1o.- Compruebe el estado del cinescopio

2o.- Compruebe el balance del blanco y negro

3o.- Compruebe el ajuste del regulador de alta tensión.

SINTOMA: PALO DE BARBERO (Fig. IV-11).

(Imagen de blanco y negro correcta , sonido correcto)

Cuando el receptor presenta una imagen llena de "escobetitas" rojas, - blancas y azules (palo de barbero), es evidente que el oscilador de 3.58 Mc. está trabajando, pero no está sincronizado. Así pues, el síntoma de palo de barbero es equivalente de una deficiente sincronía de color. En estos casos, enfoque su atención sobre el control automático de frecuencia y fase y, naturalmente, sobre el propio oscilador.

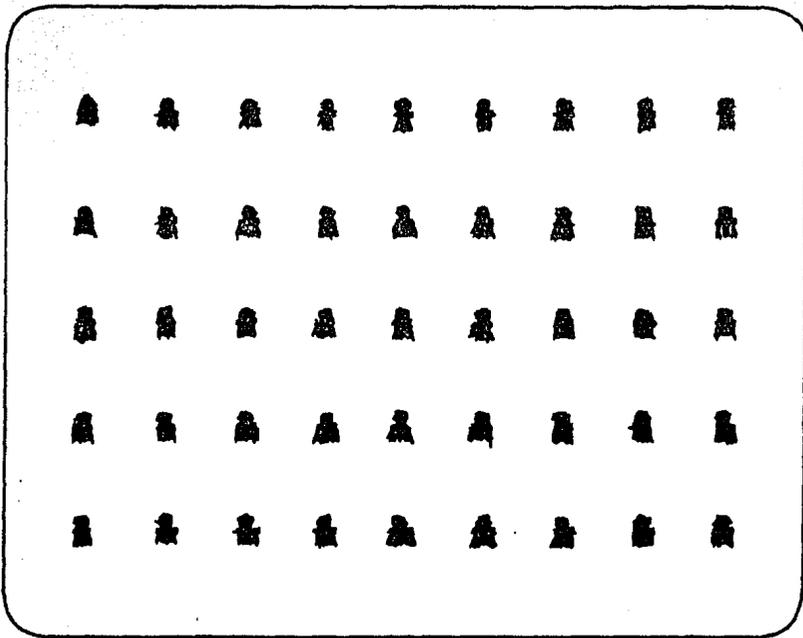


Fig. IV-11. Palo de Barbero .

Una medición rápida y efectiva para aislar el defecto, consiste en modi

ficar con una fuente de bias el potencial negativo del oscilador. Si al hacerlo se restaura momentáneamente la sincronía de color, es reflejo de que la falla se encuentra en el CAF. En caso contrario, el desperfecto estará en el oscilador de 3.58 Mc.

El proceso de reparación se ajustará al siguiente orden:

- 1o.- Reemplazo de partes.
- 2o.- Medición de los voltajes de polarización.
- 3o.- Trazado de señales con osciloscopio. Al efectuar esta medición, conecte el generador de barras en los bornes de antena.

SINTOMA: NO HAY VIDEO NI SONIDO

(Raster normal)

Enfoque su atención sobre las siguientes secciones:

- 1o.- Sintonizador de canales.
- 2o.- Sección de FI de video.
- 3o.- CAG.

SINTOMA: BARRAS DE SONIDO EN LA IMAGEN

Mientras el sonido parece ser normal, la señal de audio tiende a causar barras en la imagen. Esto puede ser debido a una sobrecarga o pequeños desajustes del control de sintonía fina. Si una condición de sobrecarga existe, co-

loque atenuadores entre la línea de transmisión y los bornes de antena del receptor. El ajuste del amplificador de RF y canal de FI de video debe ser -
chechado en casos más complicados.

SINTOMA: NO HAY RASTER

(Sonido normal , no hay alto voltaje)

Enfoque su atención sobre las siguientes etapas:

- 1o.- Oscilador horizontal
- 2o.- Descarga horizontal
- 3o.- Amplificador de salida horizontal
- 4o.- Damper
- 5o.- Fuente de enfoque
- 6o.- Fuente de alto voltaje
- 7o.- Regulador de alta tensión
- 8o.- Cinescopio.

SINTOMA: EFECTO DE CONFETTI (Fig. IV-12)

(Nieve saturada)

Enfoque su atención sobre las siguientes etapas:

- 1o.- Circuito supresor de color
- 2o.- Amplificador de paso de banda.

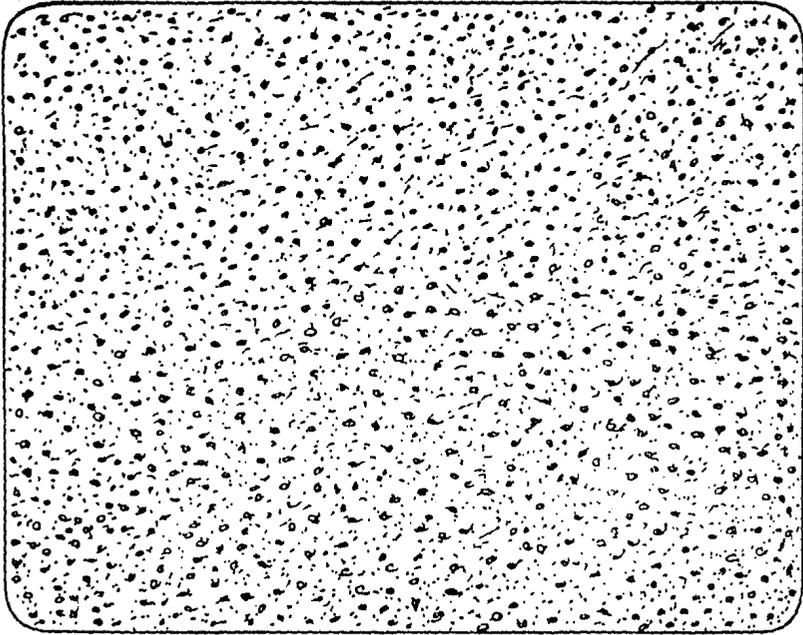


Fig. IV-12. Efecto de confetti .

SINTOMA: BLOOMING (parpadeo)

Este síntoma indica que la fuente de alto voltaje opera defectuosamente.

Su proceso de reparación enfóquelo especialmente sobre las siguientes etapas:

- 1o.- Fuente de alto voltaje
- 2o.- Fuente de enfoque
- 3o.- Salida horizontal

4o.- Regulador de alta tensión.

En casos de pequeño blooming cheque el balance de blanco y negro.

SINTOMA: FALTA DE SINCRONIA HORIZONTAL Y VERTICAL

Enfoque su atención sobre la sección de sincronía normal del receptor.

SINTOMA: LINEALIDAD POBRE VERTICAL

Enfoque su atención sobre la sección de barrido vertical.

SINTOMA: FOCUS POBRE

Enfoque su atención sobre las siguientes etapas:

1o.- Fuente de enfoque

2o.- Fuente de alto voltaje.

IV-2 AJUSTES

Para que el receptor de TV a color tenga una satisfactoria reproducción de las imágenes y colores recibidos, es necesario efectuar antes los ajustes correspondientes en algunas etapas del receptor.

Estos ajustes deben obedecer cierto orden para que así no se tenga un deficiente comportamiento, tanto en la recepción de señales cromáticas, como de blanco y negro.

Hay dos tipos de ajustes:

- a) De uso común.
- b) De uso exclusivo para el técnico.

a) Los ajustes de uso común se encuentran en la parte delantera del aparato, son los que se hacen con mucho más frecuencia y los puede hacer todo mundo; estos ajustes son los últimos que se operan para obtener una imagen final perfecta.

b) Los ajustes para el técnico se localizan generalmente en la parte trasera del chasis, éstos se hacen muy raramente, sólo en caso de fallas o de algunos cambios de posición del aparato; deben de ser muy exactos y críticos para asegurar una óptima reproducción de imagen y sonido.

Procedimientos para ajustar Sección de Audio.

Equipo necesario:

- 1.- Generador de señal FM de 4.495 Mc nivel de 50 mV
- 2.- Transformador de aislamiento
- 3.- Osciloscopio RCA Mod. W091B, o equivalente
- 4.- Puntas de prueba
- 5.- Fuentes de polarización (0 a -15V) RCA Mod. WG3078, o equivalente.
- 6.- Neutralizadores exagonales
- 7.- Regulador de voltaje
- 8.- Carga resistiva de 3.2 ohms 5 W

Condición: voltaje de 120 V, 50 ciclos.

Procedimiento:

- 1.- Conecte el chasis a través del transformador de aislamiento y prepárelo de la siguiente manera:
 - a) Coloque el control de volumen a mínimo y el de contraste al máximo.
 - b) Coloque los potenciómetros de brillo, enganche vertical, etc., a la mitad de su rango.
 - c) Conecte una resistencia de 3.2 ohms 5 watts al secundario del transformador de salida de AF.
 - d) Aplique -10 volts de polarización entre el 1o. y 2o. amplificador de

FI.

e) Conecte el osciloscopio al extremo vivo del control de volumen.

2.- Aplique una fuerte señal de 4.495 Mc modulada en frecuencia en el 3er. amplificador de FI.

a) Remueva el núcleo de la bobina "L" a la salida del detector de audio, hasta el extremo más alejado del circuito impreso.

b) Hecho lo anterior, introduzca el núcleo de "L" hasta el 2o. pico - de resonancia, debiendo obtener en el osciloscopio la curva menos distorsionada.

Máximo error en el ajuste: $\pm 8 \text{ Kc}$

3.- a) Remueva el núcleo del transformador "T" a la entrada del detector de audio hasta el extremo más alejado del circuito impreso.

b) Reduzca la señal en el 3er. amplificador de FI hasta que la forma de onda disminuya o distorsione. Introduzca el núcleo de "T" hasta lograr un valle en las crestas de la curva, observando en el osciloscopio que aparezca con las crestas simétricas y con la pendiente central lo más recta posible, como se muestra en la siguiente figura.

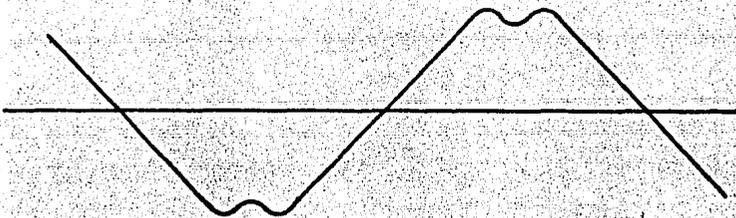


Fig. IV-13. Forma de onda para ajuste de audio

4.- Repita los pasos 2 y 3 para eliminar la interacción de los ajustes y compruebe que el nivel de señal para lograr los valles no exceda de 10 mV.

5.- Efectuado lo anterior, selle los ajustes con gliptal.

Nota: todos los ajustes y pruebas deberán ser efectuados con un chasis que hayan pasado un período de quemado de 8 horas mínimo a 110V, y cuya temperatura de operación ya estabilizada simule un calentamiento dentro del gabinete con la tapa puesta.

Procedimiento para el ajuste del Control de Sintonía fina del Receptor.-

Equipo necesario.

Generador de barras de colores, puntos y líneas cruzadas RCA Mod. WR-64B, o equivalente.

1o. Inyecte un patrón de barras.

2o. Ajuste el control de sintonía fina del receptor en la dirección que permita a la portadora de sonido interferir el patrón. Posteriormente, regrese el control de sintonía fina y déjelo en la posición que determine críticamente la desaparición de la interferencia. Si se continúa girando el control de sintonía fina en esta dirección, se producirá la pérdida de color en las barras del patrón proyectado.

Ajuste del Control de Tinte.-

Después de efectuado el correcto ajuste de la sintonía fina, ajuste el control de tinte hasta obtener un patrón en la pantalla con la barra No. 8 en color cyan. (Fig. IV-7)

Comprobación de la estabilidad de la Sincronía de Color.-

Equipo Necesario:

Generador de barras de colores, puntos y líneas cruzadas RCA Mod. WR-64B o equivalente.

El control de croma puede usarse para comprobar la capacidad del receptor respecto al sincronismo de color. La posición 100% del control representa la amplitud normal de la señal de ráfaga o componente de sincronía de color.

Para comprobar la acción fijadora de la señal de sincronía de color, gire lentamente el control de croma hacia la izquierda. El color debe tornarse pálido y finalmente desaparecerá. Ya que algunos receptores cuentan con control automático de color, el grado de desvanecimiento dependerá de las características de diseño del receptor bajo prueba. La mayoría de los receptores mantienen fija la sincronía de color a lo largo de todo el recorrido del control de croma. En algunos modelos de receptores, la sincronía de color se pierde exactamente antes de que desaparezca el color, lo cual se evidencia por un ligero corrimiento diagonal de los colores. Ambas condiciones indican una operación normal de los circuitos de sincronía de color del receptor bajo prueba. Sin embargo, si una ligera reducción de amplitud en la señal de croma causa que el co-

lor se salga de sincronía, es prueba evidente que la capacidad sincronizadora de color del receptor es deficiente.

Cuando el control de croma se gira más allá de la posición del 100%, la amplitud relativa de la señal de sincronía de color es aumentada. En la posición al 200%, la amplitud de la señal subportadora es incrementada casi al doble. Este rango adicional es útil para diagnosticar fallas de los receptores en los casos en que el amplificador de RF, FI y paso de banda tienen una respuesta inferior a la normal, o bien, en los casos en que la acción estabilizadora de la sincronía de color no es normal.

Comprobando el ajuste de Color.-

Las diez barras de color del patrón, previo ajuste de los controles del receptor, deben aparecer en la posición que indica la Fig. IV-7. Los colores no deben sobreponerse en los espacios entre barras. El ajuste incorrecto puede ser causado por retardo inconveniente en el amplificador de video, o bien, por un ajuste incorrecto sobre el amplificador de paso de banda.

Ajuste de la Sobreexploración.-

El patrón de líneas cruzadas proporciona un método conveniente para ajustar la sobreexploración del receptor, para asegurar que más allá de la máscara se prolongue la trama.

Las notas de servicio para aparatos de color comúnmente especifican una cantidad determinada de sobreexploración a la izquierda y a la derecha, y a o-

tra diferente cantidad arriba y abajo. Esta sobreexploración varía de acuerdo con el modelo del receptor.

La apariencia del patrón de líneas cruzadas con sobreexploración correcta en un receptor tipo de color es como se muestra en la figura.

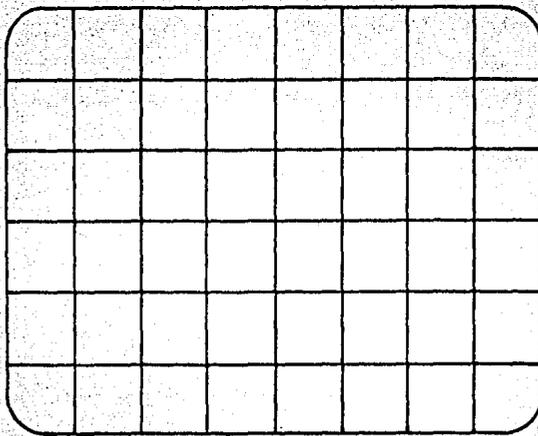


Fig. IV-14. Patrón de Líneas Cruzadas .

Ajuste de la Linealidad horizontal y vertical.-

Equipo Necesario.

Generador de barras de colores, punto y líneas cruzadas RCA Mod. WR-64 B, o equivalente.

El patrón de líneas cruzadas permite efectuar pruebas precisas de la linealidad horizontal y vertical del receptor de blanco y negro y de color. Ajuste los controles horizontales del receptor, de manera que las líneas verticales -

del patrón se proyecten igualmente espaciadas. Ajuste los controles verticales del receptor, de modo que las líneas horizontales del patrón se proyecten igualmente espaciadas.

Procedimiento para ajustar la FI de video.-

Equipo Necesario:

- 1.- Generador de barrido con marcadoras a: 41.25 Mc, 41.62 Mc, -- 42.17 Mc, 42.75 Mc, 43.8 Mc, 45 Mc, 45.75 Mc y 47.25 Mc, "TELEVIC" Mod. SV-13, o equivalente.
- 2.- Osciloscopio RCA Mod. W091B, o equivalente.
- 3.- Fuente de polarización (-4 volts) RCA Mod. WG3078, o equivalente.
- 4.- Punta inyectora de FI (la que se muestra en la siguiente figura).

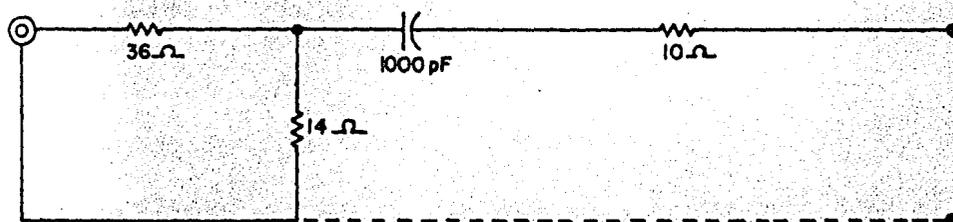


Fig. IV-15. Punta Inyectora de FI.

- 5.- Puntas de prueba
- 6.- Regulador de voltaje
- 7.- Neutralizadores

- 8.- Resistencia de 22 K
- 9.- Transformador de aislamiento
- 10.- Generador de AM con Frec. de 47.25 Mc y 41.25 Mc (Mod. 30% 1000 ciclos). (Equipo opcional).

Ajuste de las Trampas de FI (41.25 y 47.25 Mc) .-

- 1.- Coloque el selector de canales en la posición 13.
- 2.- Gire el control de sintonía fina al máximo en sentido de las manecillas del reloj.
- 3.- Coloque el control de contraste al máximo.
- 4.- Ponga las terminales de antena en cortocircuito.

Procedimiento:

- a) Conecte un osciloscopio después de las trampas de FI y del detector de video, a través de una resistencia de 22 K .
- b) Ajuste la ganancia vertical del osciloscopio para ver claramente la señal.
- c) Sintonice el generador de AM a 47.25 Mc y aplique la señal en el sintonizador de VHF, a través del inyector de FI, colocando el control de ganancia del generador hasta obtener 2" mínimo de deflexión en el osciloscopio.
- d) Ajuste la trampa de 47.25 Mc hasta obtener mínima deflexión en el osciloscopio. (Máxima desviación permisible ± 50 Kc).
- e) Sintonice el generador de AM a 41.25 Mc y proceda igual a lo indicado en el párrafo (d).

f) Ajuste la trampa de 41.25 Mc hasta obtener mínima deflexión en el osciloscopio. (Máxima desviación permisible ± 25 Kc).

6.- Ajuste de bobinas de FI video.-

a) Desacople el generador de AM

b) Inyecte el generador de barrido al punto de prueba, sintonizador VHF a través del inyector de FI.

c) Aumente el voltaje de polarización a -3 volts.

d) Calibre el osciloscopio para 2" de deflexión con 4 volts pico a pico.

e) Efectúe los ajustes indicados a continuación, para obtener la curva indicada en la figura siguiente:

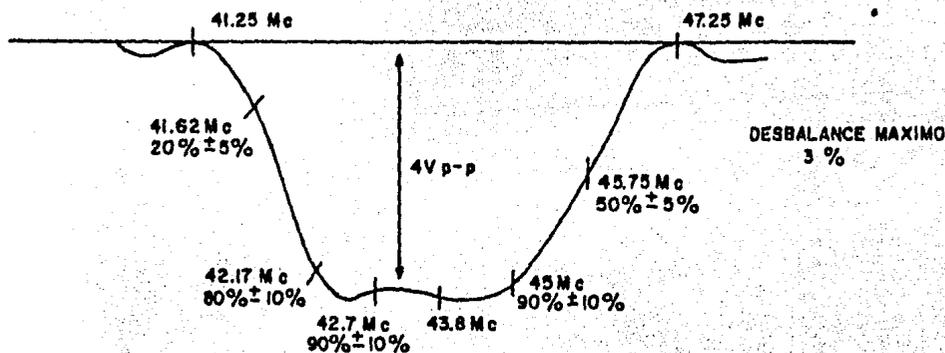


Fig. IV-16. Forma de onda para ajuste de FI de video.

1.- Ajuste la bobina de placa del convertidor para máxima amplitud de la curva de 45 Mc y retoque si es necesario.

2.- Ajuste la trampa de 41.25 Mc (núcleo inferior) para máxima amplitud de la curva a 45 Mc y retoque si es necesario.

3.- Ajuste el 1er. transformador de FI para colocación adecuada de la marca de 42.17 Mc.

4.- Ajuste el 2o. transformador de FI para máxima amplitud a 45 Mc, colocando la marca de 45.75 Mc al 50% del total de la curva.

5.- Ajuste la bobina de reja del 1er. amplificador de FI para máxima amplitud a 42.17 Mc y conformación apropiada de la curva.

6.- Ajuste de la trampa de 41.25 Mc (núcleo superior) para colocación apropiada de la marca en la curva.

7.- Compruebe que la respuesta de la curva, prácticamente no cambie en cuanto a la forma, al variar el voltaje de polarización a -1 volt.

8.- Desbalance máximo permitido 10%. (Para -1 V. bias).

9.- Efectuado lo anterior, selle los ajustes con gliptal, selle la etiqueta de inspección y pase el chasis a la siguiente operación.

Nota: Si alguno de los componentes del circuito de FI es cambiado, este ajuste deberá ser repetido.

Ajuste del Oscilador a 120 volts CA 50 ciclos .-

Equipo Necesario:

- 1.- Osciloscopio RCA Mod. W091B, o equivalente.
- 2.- Generador de barrido en canales del 2 al 13 y respectivas marcas de sonido y video. "TELONIC" Mod. 5V-13, o equivalente.
- 3.- Regulador de voltaje de línea.
- 4.- Transformador de aislamiento
- 5.- Neutralizador.

Procedimiento:

- 1.- Antes de ajustar el oscilador debe haber seguridad en que el ajuste de FI esté completamente terminado y sea correcto.
- 2.- Conecte su chasis al transformador de aislamiento y déjelo calentar.
- 3.- Aplique el barrido en terminales de antena de VHF a través del circuito igualador. Figura siguiente.

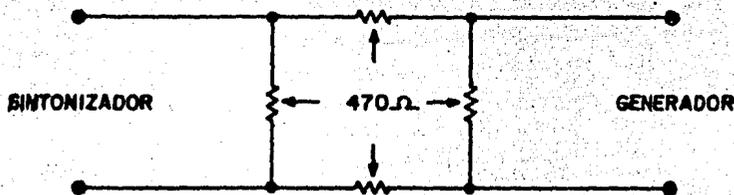


Fig. IV-17. Circuito Igualador.

4.- Calibre su osciloscopio para 2" de amplitud con entrada de 0.5 V, y conéctelo al 1o. y 2o. amplificador de FI, a través de una resistencia de $22K \pm 10\%$.

5.- Ponga los controles de contraste y brillo a máximo.

6.- Coloque el control de sintonía fina a 60% de su recorrido (en el sentido de las manecillas del reloj) y manténgalo en esta posición durante todo el ajuste.

7.- Basese en la siguiente tabla:

Canal	Portadora video 50%	Microvolts de entrada	Portadora de sonido 5%
13	211.25 Mc	30	215.75 Mc
12	205.25 Mc	30	209.75 Mc
11	199.25 Mc	10	203.75 Mc
10	193.25 Mc	30	197.75 Mc
9	187.25 Mc	30	191.75 Mc
8	181.25 Mc	30	185.75 Mc
7	175.25 Mc	30	179.75 Mc
6	83.25 Mc	30	87.75 Mc
5	77.25 Mc	20	81.75 Mc
4	67.75 Mc	20	71.75 Mc
3	61.25 Mc	20	65.75 Mc
2	55.25 Mc	20	59.25 Mc

8.- Seleccione individualmente en el chasis y en el equipo, los canales 13 al 2 y ajuste la bobina respectiva para colocar la marca de video al 50% y la del sonido al 5%. Véase la curva siguiente:

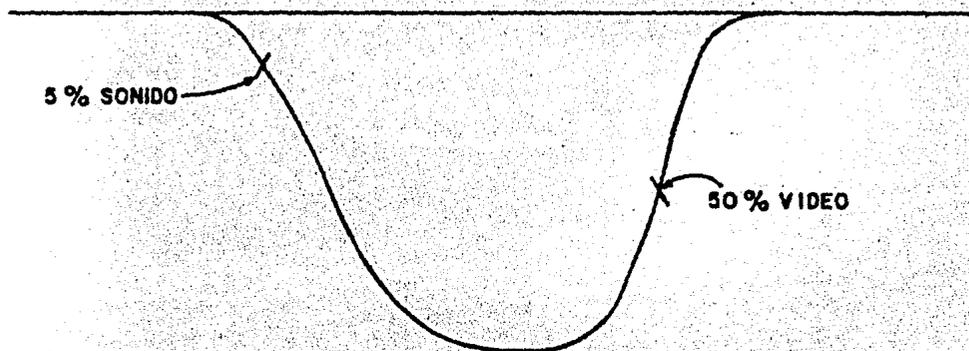


Fig. IV-18. Forma de onda para ajuste del oscilador .

Nota: si alguno de los componentes de este tuner es cambiado, este -
ajuste deberá ser repetido.

Medición de Sensibilidad de Video . -

Condición: 120 volts, 50 ciclos.

Equipo Necesario:

- 1.- Standard signal generator Mod. 80, o equivalente.
- 2.- Transformador de aislamiento.
- 3.- Regulador de voltaje.
- 4.- Circuito de prueba.
- 5.- Osciloscopio RCA Mod. 091B o equivalente.
- 6.- Punta inyectora (sensibilidad).

Procedimiento:

- 1.- Conecte su chasis a través del transformador de aislamiento y déjelo calentar.
- 2.- Calibre su osciloscopio para 2" de amplitud con entrada de 20 -- Vp-p y conéctelo junto al brillo maestro, a través del circuito de prueba de la figura siguiente.

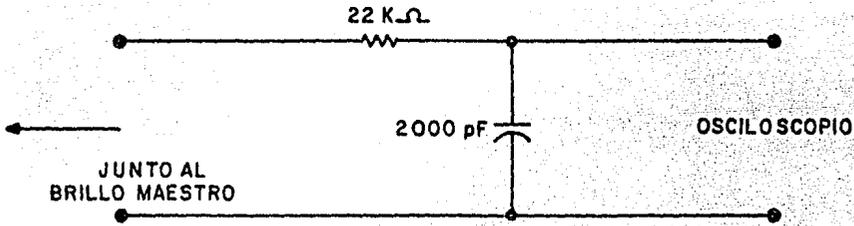


Fig. IV-19. Circuito de Prueba.

- 3.- Calibre su generador para 30% de modulación a 1000 ciclos y conéctelo a través de la punta inyectora al transistor de VHF.
- 4.- Coloque el control de contraste al máximo.
- 5.- Ajuste el control de sintonía fina para máxima deflexión en cada canal.

Ajuste del Circuito Cromático.-

Condición: 120 V., 50 ciclos.

Equipo Necesario:

- 1.- Generador (TELONIC HD7) de barrido en el rango cromático con frecuencia central de 3.58 Mc y marcas de referencia a 3 Mc, 3.58 Mc, 4.16 Mc, y 4.5 Mc, o equivalente.
- 2.- Osciloscopio
- 3.- Fuente de polarización -20 volts.
- 4.- Transformador de aislamiento
- 5.- Regulador de voltaje
- 6.- Circuito detector, el que se muestra en la figura siguiente.

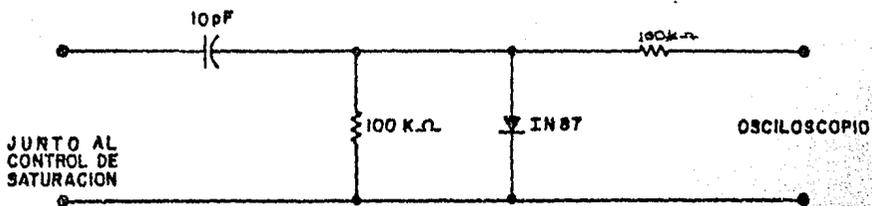


Fig. IV-20. Circuito Detector.

- 7.- Generador de AM (Frec. 4.5 Mc, 3.58 Mc) (banda angosta)
- 8.- Vectoroscopio u osciloscopio apropiado
- 9.- Puntas de prueba
- 10.- Neutralizadores
- 11.- 2 voltímetros al vacío
- 12.- Generador de barras, señal NTSC (Hickok Mod. 656XC), o equivalente.

- 13.- Condensador con caimanes de 18 pF.
- 14.- Fuente de polarización de -4 volts
- 15.- Señal de 45.75 Mc modulada en AM con barrido de 0-10 Mc.

Procedimiento:

- a.- Ajuste del transformador de Paso de Banda Cromática.
 1. Aplique -4 volts de polarización después de la trampa de 47.25 Mc
 2. Aplique -20 V de polarización en el de la compuerta ráfaga.
 3. Conecte el generador HD7 (terminado en 50 ohms) en el amplificador de croma.
 4. Conecte el osciloscopio a través del circuito detector y calíbrelo para 2" de deflexión con 5Vp-p que está junto al control de saturación.
 5. Ajuste el control de saturación de color al 75% de rotación.
 6. Ajuste el núcleo superior y núcleo inferior hasta obtener una respuesta de doble sintonía como se indica en la figura siguiente, del transformador de doble sintonía con las marcas de 3 Mc, 4.16 Mc, en los puntos indicados.

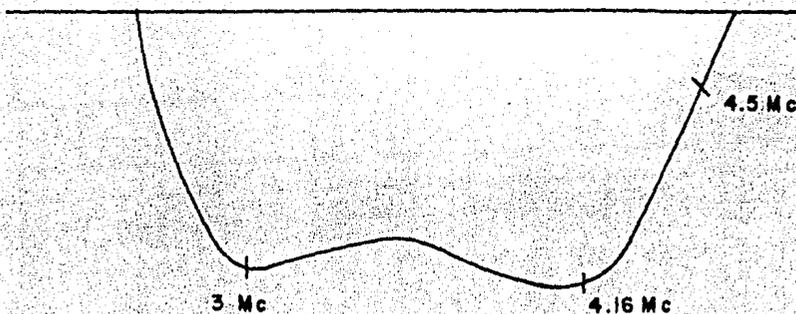


Fig. IV-21. Forma de onda para ajuste del circuito cromático

b.- Ajuste el secundario de la trampa de 4.5 Mc.

1. Desconecte el generador (HD7).
2. Conecte un generador de AM al punto de prueba antes de la trampa de 4.5 Mc, sintonizándolo.
3. Para el osciloscopio, condición igual a lo indicado en el párrafo a-4, pero dando mayor ganancia de osciloscopio.
4. Ajuste el secundario de la trampa de 4.5 Mc, para mínima deflexión en el osciloscopio.

Ajuste de toma de color del transformador croma. -

1. Desconecte el generador de AM y conecte en el transistor de VHF una señal de 45.75 Mc modulada en amplitud con barrido de 0 a 10 Mc.
2. Conecte el osciloscopio según el párrafo a-4.
3. Ajuste el transformador de toma croma hasta obtener a máxima ganancia la curva indicada en la figura siguiente.

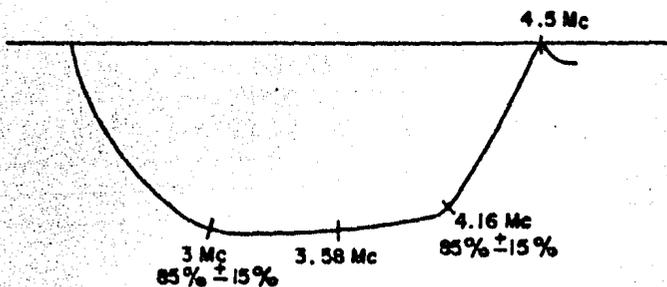


Fig. IV-22. Forma de onda para ajustes del transformador de croma .

Ajuste de la subportadora de color 3.58 Mc.-

1. Desconecte la polarización de -20 V de la compuerta ráfaga.
2. Conecte el generador Hickok a las terminales de antena de VHF a través del acoplador de impedancias.
3. Seleccione el canal 3, tanto en el generador como en el receptor.
4. Coloque el control de matiz (tinte) capacitor variable al máximo - (sentido de las manecillas del reloj) y el de saturación potenciómetro (antes de los demoduladores rojo y azul) al mínimo.
5. Conecte un condensador de 18.pF en paralelo con el capacitor variable del control de tinte.
6. Conecte el VTVM lado vivo.

c.- Ajuste el potenciómetro del control automático de ganancia (CAG) hasta obtener una deflexión de -4 V. La figura del osciloscopio es la siguiente:

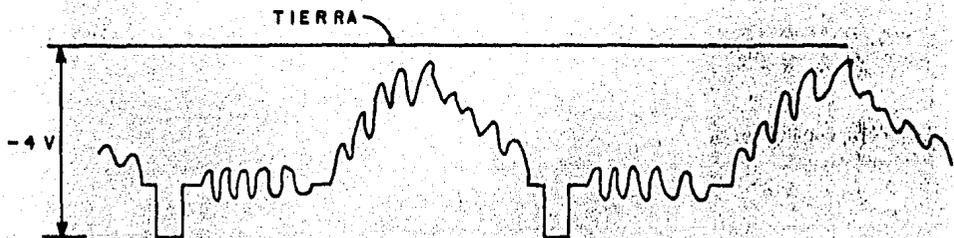


Fig. IV-23. Figura del osciloscopio para balance de los demoduladores.

d.- Ajuste el control de saturación al 50% de su rango.

e.- Ajuste el control de ganancia del vectoroscopio hasta obtener la magnitud indicada en la carátula.

f.- Calibre la señal de ráfaga en el vectoroscopio.

g.- Compruebe que en el patrón indicado en la pantalla del vectoroscopio, los puntos azul y amarillo coincidan con los vectores respectivos, en caso contrario, retoque el transformador y bobina anterior a la compuerta ráfaga, hasta lograrlo.

h.- Los puntos rojo turquesa deberán coincidir con los vectores respectivos, en caso contrario, retoque el núcleo superior del demodulador croma.

i.- Repita los ajustes indicados en los párrafos g.- y h.- hasta obtener el mejor compromiso.

5. Quite el condensador de 18 pF

6. Ajuste el control de matiz o tinte (capacitor variable) hasta obtener la distribución de vectores indicada.

La posición del capacitor variable deberá ser 50% de su rango (aproximadamente)

7. Ajuste al máximo el control de saturación.

8. Ajuste el núcleo del transformador y bobina anterior a la compuerta ráfaga para máxima lectura en el VTVM (DC).

9. Ajuste el demodulador croma, a ambos núcleos, para máxima lectura en el VTVM (DC).

10. Compruebe que estando el control de saturación (potenciómetro) en posición mínima, el voltaje medido sea mayor de 10 V.

11. Ajuste el control de sintonía fina para obtener máxima lectura en el VTVM (DC).

Balance de los demoduladores. -

1. Conecte un VTVM (entre el balanceador de azul y el amplificador diferencial de color (A-Y), y tierra).

2. Conecte otro VTVM entre el punto de prueba entre el balanceador rojo y la reja del amplificador diferencial de color (R-Y), y tierra.

3. Ajuste los potenciómetros de los balanceadores de color rojo y azul de tal manera que con fuerte o baja señal de 3.58 Mc, la lectura obtenida en el VTVM (CD) no varíe en ambos voltímetros.

4. Verificación del ajuste de fase.

a.- Conecte el vectoroscopio entre las rejillas de control del cinescopio y los amplificadores diferenciales de color.

b.- Conecte el osciloscopio entre el 1o. y 2o. amplificador de FI.

5. Medición de corriente de ánodo del cinescopio.

a.- Conecte el cinescopio a través del dispositivo de prueba.

Máxima corriente 300 μ AMP

Mínima corriente 0 μ AMP

Ajuste de la pureza, convergencia y temperatura.

Condición: 120 V, 50 ciclos.

Equipo Necesario:

1. Generador de cuadrícula, puntos, líneas y barras de color (RCA

Mod. WR-64B), o equivalente.

2. Bobina desmagnetizadora portátil

3. Espejo periscópico

4. Lupa

5. Cemento

6. Escala

7. Señal de video (monoscopio o señal exterior).

Procedimiento:

1) Antes de ajustar el televisor, el chasis, ya con el cinescopio instalado, debe ser calentado, simulando condiciones de operación dentro de su gabinete, durante 15 min.

2) Sintonice el receptor para un canal cualquiera y ajuste los controles frontales para una imagen normal blanco y negro.

3) Por medio de la bobina desmagnetizadora, aplique un campo magnético exterior al TV, disminuyéndolo paulatinamente, alejándolo poco a poco del receptor.

4) Ajuste para una imagen uniforme los controles de altura y linealidad.

5) Asegure la correcta posición del ensamble de convergencia y los anillos de pureza sobre el cuello del cinescopio.

6) Afloje los tornillos del tren deslizante en el ensamble de convergencia y acerque los núcleos de las bobinas correctoras aproximadamente a $1/8''$ del cuello del cinescopio.

7) Coloque los anillos de pureza en su posición y de manera tal, que la oreja cuadrada de uno de ellos quede en la parte superior del cuello del cinescopio y a 180° , en la parte inferior, la oreja cuadrada del otro anillo. En esta forma, se cancelan los campos de ambos imanes.

8) Los imanes de convergencia estática deben también presentar un campo magnético nulo, para lo cual se debe asegurar que las líneas marcadas en el extremo de los imanes verticales, que se encuentren en posición vertical y las de los imanes horizontales, se encuentren en posición horizontal.

9) Ajuste el control de brillo frontal, aproximadamente a $1/4$ o $3/8$ de su rango de operación (sentido de las manecillas del reloj) y el control de contraste a óptimo.

10) Gire los controles de pantalla (rojo, azul y verde) a máximo.

11) Ajuste los controles de rejilla (brillo de color, azul-verde) a modo de obtener un campo aproximadamente gris.

12) Conecte en las terminales de antena el generador de barras.

13) Usando el patrón de puntos o la cuadrícula, dé un ajuste burdo a los imanes estáticos, para obtener convergencia en el centro de la pantalla (superpo

sición del rojo y azul sobre el verde).

14) Gire los controles de brillo de color (azul, verde) a mínimo.

15) Afloje el sujetador del yugo de deflexión, deslícelo hasta atrás y apriételo hasta que apenas sea posible girarlo o deslizarlo.

16) Gire los anillos de pureza en forma independiente o ambos a una vez, para así obtener una mancha roja uniforme y pura en el centro de la pantalla.

17) Gire el control de brillo de color verde hasta obtener una mancha verde y roja en el centro de la pantalla, es decir, haciendo convergir el rojo sobre el verde.

18) A continuación gire el control de brillo de color azul (sentido de las manecillas del reloj) para hacer convergir el azul sobre el amarillo en el centro de la pantalla.

19) Gire los controles de brillo de color (azul, verde) a mínimo y deslice el yugo de deflexión hacia adelante, a fin de obtener la mejor pureza de campo rojo en la totalidad de la pantalla del receptor.

20) Repita los puntos del 15 al 20 tantas veces como sean necesarios, a fin de obtener los resultados óptimos en pureza y convergencia central.

21) En seguida y usando la cuadrícula, gire el control de brillo de color verde y observe la relación entre las líneas verticales rojas y verdes a ambos lados de la pantalla.

22) Si las líneas rojas aparecen por dentro de las verdes (hacia el cen-

tro de la pantalla), mueva el tren deslizante de la bobina roja hacia el cuello del cinescopio para obtener coincidencia.

23) Si las líneas rojas aparecen por fuera de las verdes (hacia los lados de la pantalla), mueva el tren deslizante de la bobina roja separándola del cuello del cinescopio.

24) Gire el imán de convergencia estática para hacer converger las líneas verdes y rojas verticales a lo largo de la línea central horizontal.

25) Gire el control de brillo de color azul en sentido de las manecillas del reloj y haciendo uso del tren deslizante que contiene la bobina azul, a juste de manera similar a lo indicado en los incisos 23, 24, 25, para obtener -- convergencia del azul.

26) Repita las veces que sean necesarias los incisos del 23 al 26, de tal manera que se obtenga la mejor convergencia, tanto central como en los extremos, a lo largo de la línea central horizontal. Fije los deslizadores en su lugar con sus tornillos.

27) Repita tanto como sea necesario los pasos del 15 al 20 para obtener la mejor convergencia total, al mismo tiempo que la mejor pureza.

28) Compruebe convergencia de las líneas horizontales a lo largo de la línea central vertical.

29) Si es necesario un ajuste adicional, pueden ser cambiadas las conexiones de algunas de las bobinas correctoras de convergencia dinámica, ya sea invirtiendo polaridad o definitivamente eliminándola del circuito.

8) Compruebe el campo variando el control de brillo frontal dentro del rango usual de brillo, ajustando los controles que sean necesarios para obtener una graduación de grises.

9) Repita los pasos del 4 al 7 para obtener una escala de grises.

10) Compruebe la posición de los controles de pantalla, asegurándose de que por lo menos uno de ellos se encuentre a máximo.

A P E N D I C E

se fueron incluyendo, paulatinamente, en otras etapas del receptor, hasta lograr un aparato totalmente transistorizado, en el que también se incluyen circuitos digitales en los controles del receptor.

En esta última parte se presenta lo más reciente en el terreno de los circuitos integrados y digitales, aplicados al receptor de TV cromático con los que se está logrando una verdadera automatización en la sintonía y ajuste de estos aparatos.

1. - SINTONIZACION DIGITAL

En la actualidad se ha desarrollado un sistema digital, el cual se aplica a los receptores cromáticos de TV.

Este sistema elimina los problemas mecánicos que presentaba el antiguo sistema de sintonización, reduciendo a un mínimo el mantenimiento en esta etapa.

Esta resulta ser su ventaja fundamental, que compensa con creces su mayor costo, respecto al antiguo sistema. En algunos modelos recientes, se ha incluido en el sistema un dispositivo que es capaz de mostrar sobre la pantalla del cínescopio cierta información tal como la hora exacta, el canal que está sintonizando, etc.

Se posee además un sistema integrado que tiene un filtro de curva óptima de respuesta, que desecha el uso de trampas de onda.

El sintonizador emplea "Diodos de capacitancia variable" (varactores), como elementos de sintonización. La capacitancia de estos diodos está determinada por un voltaje de corriente directa, de modo que cuando se emplea con una inductancia apropiada, ellos funcionan como un circuito sintonizador que elimina las partes móviles o mecánicas.

El sistema sintonizador se muestra en la figura 1, en ella el circuito tiene su señal de inicio mediante un multivibrador astable de una frecuencia de 2 ciclos (M.A.) con referencia positiva de voltaje, que elimina las porciones negativas de la señal, los pulsos de salida del multivibrador se aplican a dos compuertas de fi-

jación, cada una de las cuales puede ser activada mediante un botón que le dé la polarización.

Una de las compuertas, cuando es activada, permite que los pulsos del multivibrador astable lleguen hasta una determinada entrada de un contador, el cual, por este motivo, es capaz de enviar información a la siguiente sección del sistema que conduzca a la sintoniación de canales de frecuencia más elevada (esta entrada es la superior marcada con 1).

Cuando la otra compuerta es activada, la llegada de los pulsos al contador se hace por otra entrada, con lo cual el sistema sintoniza canales de más baja frecuencia (entrada 2).

En ambos casos, el contador envía un número binario por cada 4 ciclos que recibe desde el multivibrador astable, hacia un decodificador de 16 salidas, una de las cuales debe tener una polaridad muy baja (cercana a cero) respecto a las demás, el contador distingue cuál de las salidas posee la polaridad baja, y dependiendo de ello envía el número binario correspondiente al necesario, para bajar la polaridad de la salida adyacente en uno u otro sentido según la compuerta de fijación activada.

En la figura se observa que cuando el nivel de voltaje desciende en alguna de las salidas del decodificador, corta a su respectivo transistor, apareciendo en su colector un voltaje igual al voltaje presente en el rotor de su respectivo potenciómetro "P", polarizando con ello al respectivo varactor al nivel suficiente para que se forme en su juntura la capacitancia requerida para sintonizar el -

canal correspondiente en cooperación con la inductancia obtenida en los circuitos de entrada de la señal. Cada uno de los potenciómetros "P" está calibrado a un determinado valor con el cual se obtiene en cada uno de los 16 circuitos - voltajes de colector diferentes que determinan la capacitancia en los varactores necesaria para la sintonización de cada uno de los 16 correspondientes canales.

Se posee un dispositivo mediante el cual es posible lograr el ajuste fino de la sintonía de los canales en forma automática.

El dispositivo realiza su función mediante la obtención de un voltaje de directa, obtenido de la misma señal sintonizada, mediante un proceso de rectificación y cuya función es atenuar o reforzar la polarización del varactor en el sentido necesario, para lograrse la sintonización correcta del canal deseado.

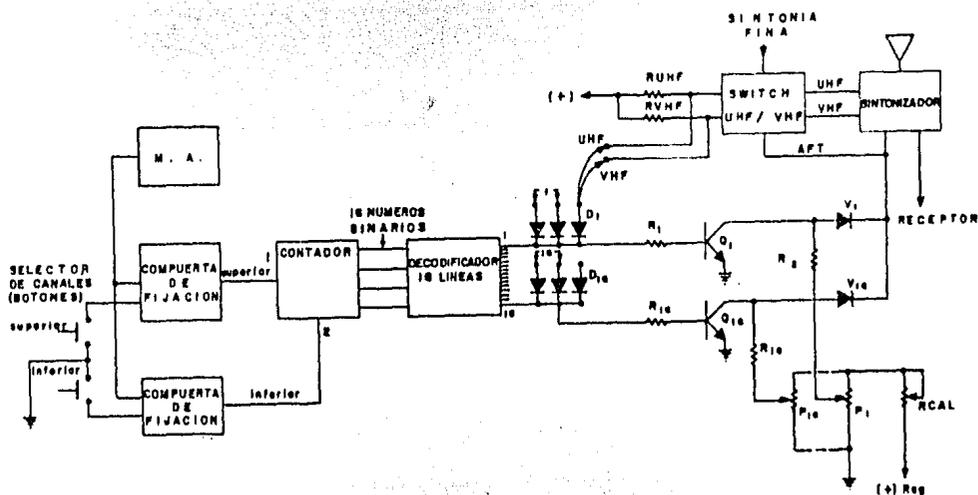


Fig. 1. Sintonizador Digital.

2. - CIRCUITOS INTEGRADOS PARA DEMODULACION DE COLOR

El objeto primordial es describir un circuito demodulador de color, sistema PAL, equipado con circuitos integrados que incluye el demodulador propiamente dicho y el generador de subportadora de referencia.

CIRCUITO INTEGRADO DEMODULADOR DE COLOR.- El diagrama de bloques del circuito demodulador de color que se muestra en la Figura 2, está constituido por dos detectores síncronos equilibrados, cuyas salidas aplicadas a un circuito matriz permiten obtener las señales diferencia de color. Los pasos de salida están constituidos por montajes de seguidor emisor, con objeto de conseguir una baja impedancia de salida.

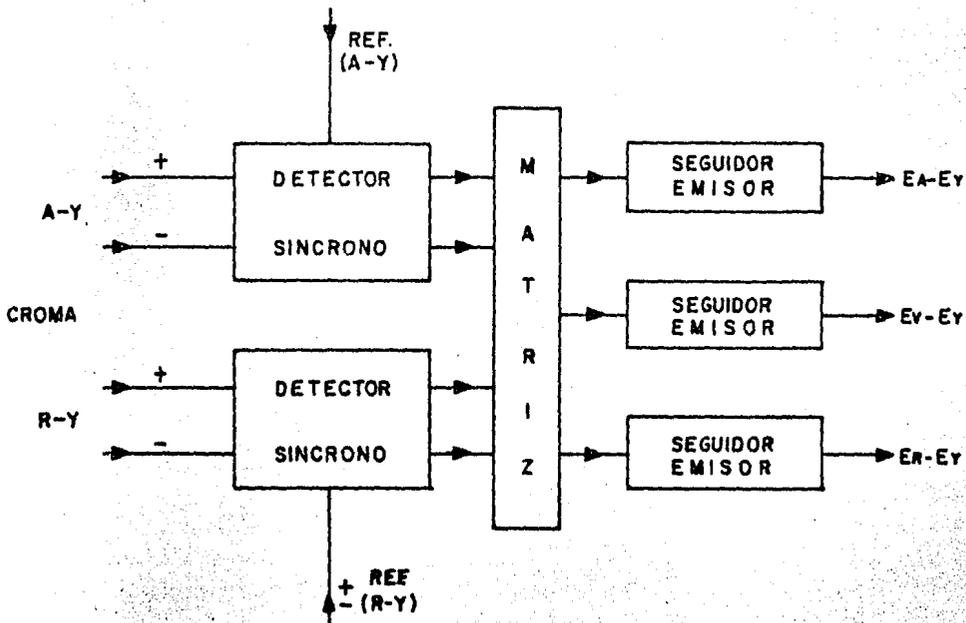


Fig. 2. Diagrama de bloques del demodulador

El circuito correspondiente a uno de los detectores se muestra en detalle en la fig. 3, en la que vemos que la señal de cromas correspondiente a A-Y es aplicada en la base del amplificador diferencial formado por T_{19} y T_{20} , apareciendo en los colectores respectivos en forma de dos señales cromáticas en oposición de fase, las cuales son aplicadas a los emisores de los pares diferenciales -- constituidos por $T_6 - T_7$ y $T_8 - T_9$.

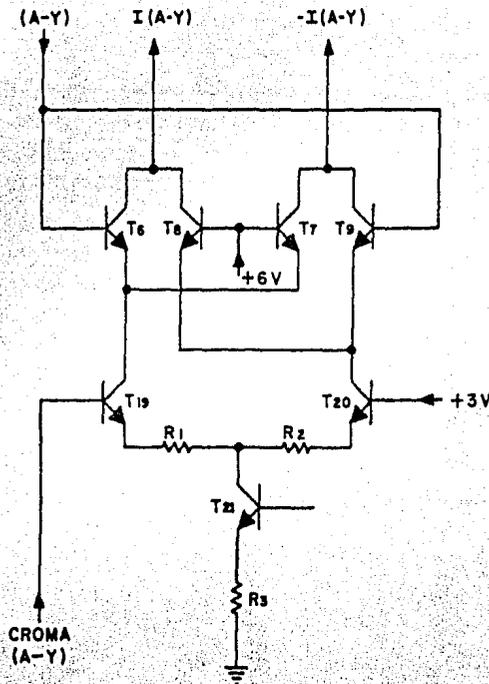


Fig. 3. Detector Síncrono .

Estos transistores actúan como circuitos puerta, controlados por la señal de subportadora de referencia correspondiente a A-Y, enviada desde el generador de subportadora hasta las bases de los transistores T_6 y T_9 .

De una manera somera, podemos considerar que estos transistores conducen cuando la señal aplicada a su base es de polaridad positiva y quedan en corte cuando aquélla es negativa, en consecuencia, permitirán el paso de la señal de croma que les llega desde el amplificador diferencial, a razón de 4,43 Mc y por tanto otras tantas "muestras" de señal de croma obtendremos en cada una de las salidas.

En la fig. 4 se muestra un ejemplo gráfico del proceso de detección síncrona.

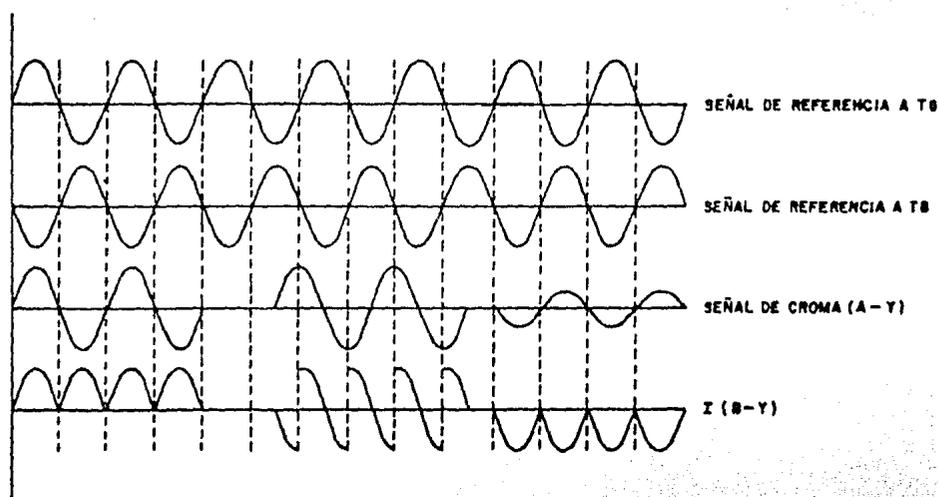


Fig. 4. Formas de onda en el detector síncrono.

El mismo esquema de funcionamiento es aplicable al detector síncrono correspondiente a R-Y, constituido por el amplificador diferencial formado por T_{21} - T_{22} , y los transistores puerta T_{10} - T_{11} y T_{12} - T_{13} , según se ve en el esque-

quema general del demodulador dado en la fig. 5. Las únicas diferencias vienen impuestas por las características de transmisión del sistema PAL que exige que la señal de referencia correspondiente a R-Y, que se envía a las bases de T_{10} y T_{13} , esté en cuadratura respecto a la correspondiente A-Y y a la vez exista un desfaseamiento de 180° entre las señales de referencia de R-Y que corresponden a una línea y la siguiente.

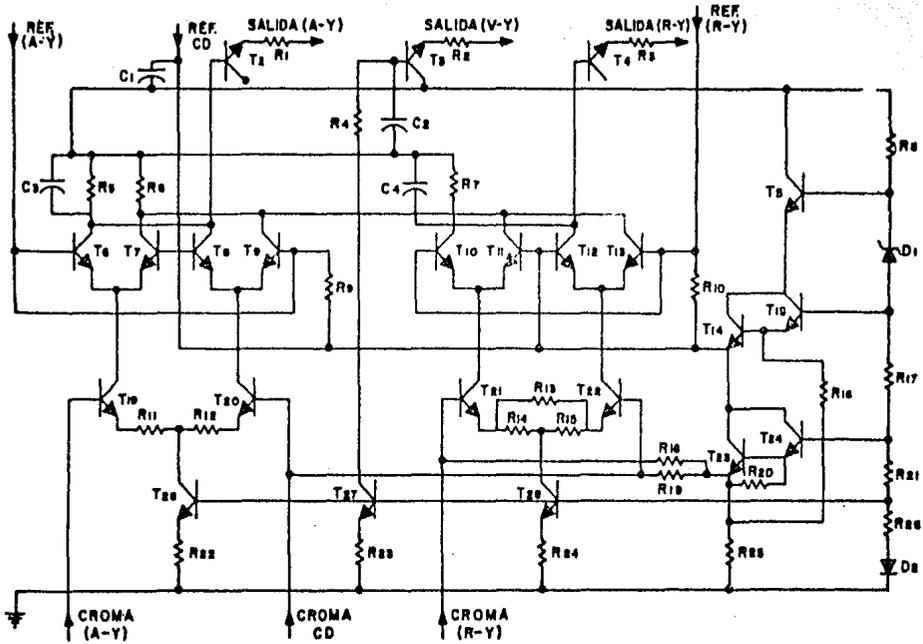


Fig. 5. Demodulador Síncrono.

Existen dos sistemas ampliamente generalizados para conseguir la inversión de fase necesaria, de una línea a la siguiente, en la componente de subportadora de referencia correspondiente a R-Y. El primero de los cuales utiliza - circuitos previos a la aplicación de la referencia al demodulador, como se verá al examinar el generador de subportadora.

El segundo incluye elementos interiores al circuito integrado, que consiguen el mismo efecto, manteniendo fija la señal de referencia R-Y pero variando el par diferencial al que se aplica, para lo cual, según se indica en el circuito de la fig. 6, una señal en forma de onda cuadrada obtenida en los circuitos del detector de fase del oscilador de subportadora, es aplicada a la base del transistor T_{29} . Si esta señal es positiva este transistor conduce y T_{30} permanece cortado, con lo que el transistor conmutador T_{15} queda abierto y la señal de referencia es mandada a las bases de T_{11} y T_{12} . Cuando la señal de identificación es negativa, T_{15} queda cerrado y T_{16} abierto, con lo que la señal de referencia va a las bases de T_{10} y T_{13} .

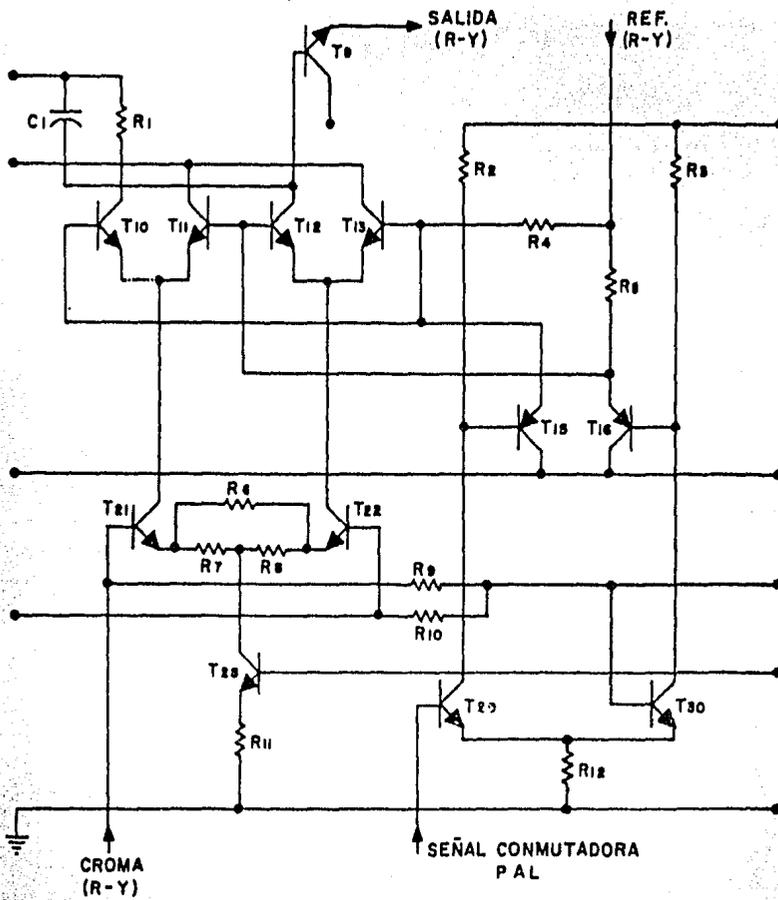


Fig. 6. Detector (R-Y) con circuito conmutador.

Las dos salidas obtenidas de cada uno de los detectores síncronos, son enviadas a un circuito matriz de tipo resistivo en el que se desarrollan las señales de diferencia $E_A - E_Y$, $E_R - E_Y$ y $E_V - E_Y$. (Fig. 5).

Finalmente, estas señales son entregadas a las terminales de salida, a través de los seguidores de emisor T_2 , T_3 y T_4 , los cuales proporcionan una baja impedancia de salida. Las resistencias puestas en serie con los circuitos de emisor, van incluidos en el circuito integrado y lo protegen frente a los corto-

circuitos accidentales, mientras que las resistencias de carga son exteriores al mismo, con objeto de evitar la disipación de calor en el interior de la cápsula.

La utilización de detectores síncronos equilibrados proporciona una eficaz supresión de la subportadora de referencia, con lo cual se elimina la necesidad de emplear filtros muy elaborados a la salida del demodulador.

Prácticamente la totalidad de los circuitos integrados demoduladores de color coinciden con la disposición y funcionamiento de los detectores, si bien luego difieren en la utilización de algunas funciones auxiliares, como puedan ser la inclusión de los borrados de cuadro y línea o incluso la presencia de una etapa de luminancia que permita dar las salidas directamente en R, V y A aparte de la ya citada de inyección de la componente de referencia de R-Y.

Circuito Integrado Generador de Subportadora. - La detección de una señal constituida por las bandas laterales de una información con la portadora suprimida, como es el caso de la señal de croma tratada, exige la presencia de un circuito oscilador que genere una señal cuya frecuencia y fase esté totalmente de acuerdo con la generada en el transmisor.

Por ello, unido a todo circuito demodulador de color, debe tratarse el circuito generador de subportadora de referencia, que incluye los circuitos auxiliares de control automático de fase del oscilador y control automático de ganancia de color.

El diagrama de bloques del generador se indica en la fig. 7.

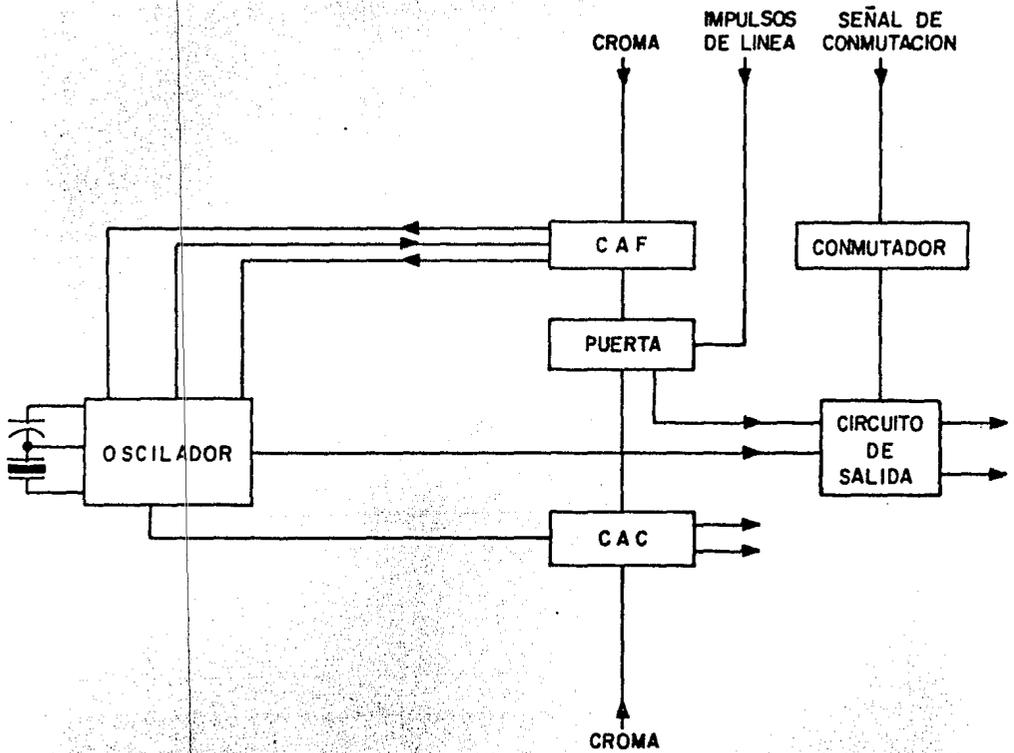


Fig. 7. Diagrama de bloques del generador de subportadora.

El oscilador propiamente dicho está constituido por los transistores T_{13} , T_{14} , T_{17} y T_{18} del esquema general de la figura 8 y su principio de funcionamiento se basa en la realimentación introducida a través del cristal de cuarzo cuando éste entra en resonancia serie. La frecuencia de trabajo será aquella que consigue que la desviación de fase del conjunto formado por el amplificador y el camino de realimentación sea cero. La red constituida por la resistencia de colector y el condensador exterior al circuito integrado, nos permite variar la desviación de fase del amplificador de derecha e izquierda del valor óptimo en función de la tensión continua diferencial aplicada a las bases de T_{13} y

T_{14} . Es decir, disponemos de un oscilador cuyos únicos componentes exteriores son el cristal de cuarzo y la capacidad, que puede ser sintonizado en el margen de varios centenares de ciclos variando la tensión diferencial aplicada entre sus bases a razón de 15c/mV y cuya salida es una corriente de onda cuadrada con una amplitud pico a pico de 5 mA .

El par diferencial formado por los transistores T_9 y T_{10} actúan como detector de fase y proporcionan la tensión continua diferencial necesaria para controlar el oscilador. En ausencia de señal de croma, la corriente entregada por T_{17} se reparte equitativamente entre T_9 y T_{10} dando una tensión diferencia nula. Cuando el "burst" llega a la base de T_9 , la corriente que circula por cada transistor dependerá de la relación entre la fase del "burst" y la de la señal del oscilador, según se muestra en la representación gráfica de la fig. 9. En cualquier caso, la corriente diferencial obtenida dará lugar a una tensión diferencial que aplicada a las de T_{13} y T_{14} es suficiente para mantener el oscilador sincronizado en frecuencia y fase. El sistema de funcionamiento es el mismo para el circuito de control automático de color.

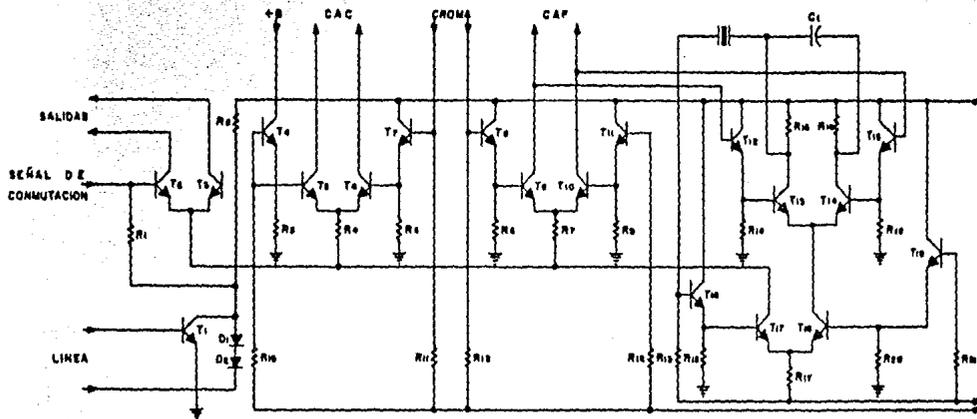


Fig. 8. Generador de subportadora.

La señal de croma es aplicada a la base del transistor T_6 , con la misma amplitud pero con cuadratura respecto aplicada al transistor T_9 , dando lugar como en aquel caso, a una corriente diferencial, la cual producirá sobre las resistencias de colector una tensión continua diferencial utilizable para controlar la ganancia del amplificador de color y actúa cuando sea necesario el supresor de color.

La diferencia fundamental entre el funcionamiento del circuito convencional y el del circuito integrado es la siguiente:

En aquél, la señal completa de croma pasa a través del separador de "burst" y a partir de él, éste es enviado al detector de fase y la información de color al demodulador, mientras que en el circuito integrado expuesto se hacen llegar a través de T_1 e impulsos de línea con polaridad negativa a la base de T_3 , con lo cual éste permanecerá cortado durante el retrasado del haz y la señal del oscilador será enviada a los circuitos de control automático de fase y de color que a su vez están recibiendo el "burst". Durante los intervalos entre impulsos de línea, que corresponden a la exploración de la imagen, la tensión en la base de T_3 es mayor que la tensión de modo común aplicada a las bases del detector de fase, por tanto, éste queda cortado y la señal del oscilador, pasando a través de T_3 , y puede ser utilizada como señal de inyección para el demodulador.

Es decir, que los circuitos de control automático de fase y control automático de color funcionan sólo durante los impulsos de retrasado de línea que es cuando les llega el "burst", mientras que el demodulador recibe señal desde el generador de subportadora sólo durante los tiempos de trazado del haz, que es cuando está recibiendo información de color, lo cual da en definitiva los mismos resultados que la separación del "burst" de la señal completa de color.

Las parejas de transistores en montaje seguidor emisor añadidos al circuito básico, tienen por objeto proporcionar baja impedancia de entrada a todos los puntos críticos de aplicación de señal.

La onda cuadrada de conmutación aplicada, desde un circuito flip-flop convencional, a la base del transistor T_2 , permite que la salida del generador de

subportadora se realice en una línea a través del colector de T_3 y en la siguiente a través del de T_2 , con lo cual se obtiene la necesaria inversión de fase, de una línea a la siguiente, en la señal de subprtadora de referencia correspondiente a R-Y, entregada por el circuito integrado.

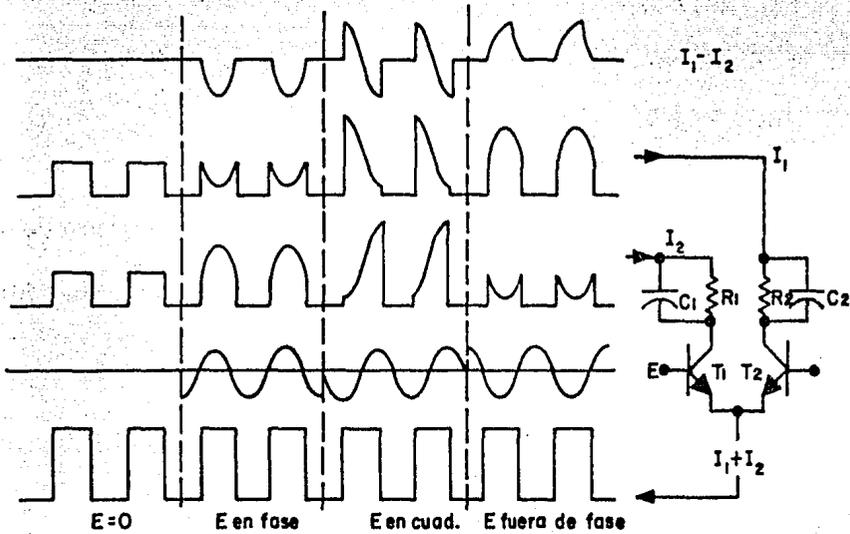


Fig. 9. Representación gráfica del funcionamiento del CAF

3 . - TIRISTORES EN FUENTES DE ALIMENTACION

El empleo de tiristores, o rectificadores controlados, en las fuentes de alimentación ofrece notables ventajas. Puesto que el trabajo del tiristor puede regularse de forma que conduzca solamente durante una determinada parte del semiciclo positivo de la tensión de entrada, es posible obtener fácilmente el valor deseado en la tensión continua de salida sin necesidad de transformador de alimentación, y al propio tiempo reducir al mínimo las pérdidas por disipación. En esta sección se presentan ciertas configuraciones, empleando tiristores como rectificadores en fuentes de alimentación.

Constitución Básica .- La fig. 10 muestra el diagrama de bloques de una fuente de alimentación con tiristores. Consta de cuatro partes: filtro de entrada, rectificador, filtro de salida y circuito de control.

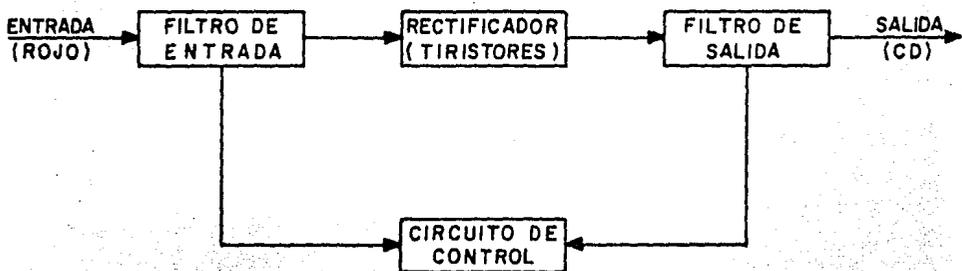


Fig. 10. Diagrama de bloques de una fuente de alimentación en la que se emplean tiristores como elemento rectificador

El filtro de entrada limita la corriente de pico a un valor de seguridad para el tiristor y reduce asimismo el posible paso de corrientes de radiofrecuen-

cia hacia la red. En general, está formado por una inductancia en serie y un condensador en paralelo.

El rectificador consta de uno o más tiristores, en ocasiones asociados a diodos rectificadores.

El filtro de salida reduce al mínimo la ondulación de la tensión de salida. Puede estar formado por un resistor en serie y uno o más condensadores en paralelo, o por un filtro activo con un transistor de potencia en serie.

El circuito de control sirve para regular el instante de disparo del tiristor y obtener así el valor deseado de la tensión continua de salida.

A continuación se describen algunos ejemplos típicos de fuentes de alimentación para receptores de televisión con el empleo de tiristores.

Circuitos Rectificadores. - La fig. 11 muestra los cuatro circuitos rectificadores típicos, con los filtros de entrada y de salida en cada uno de ellos.

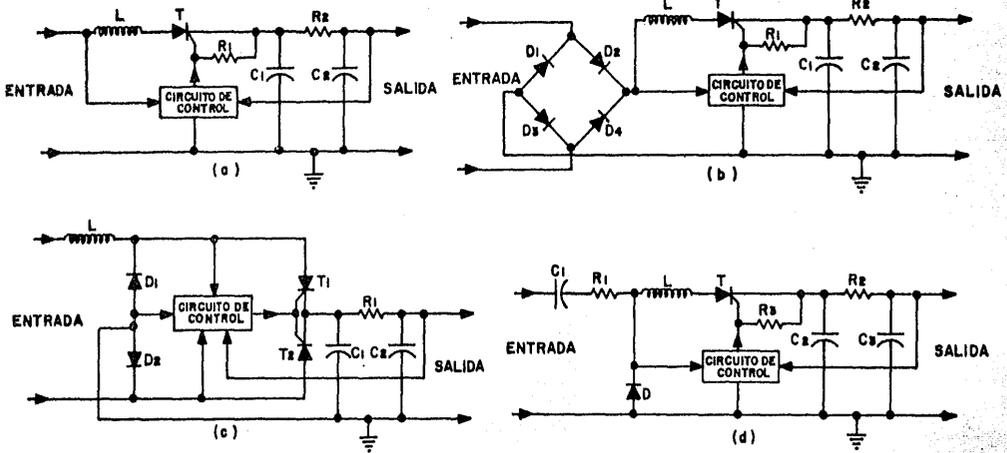


Fig. 11. Circuitos rectificadores con tiristores: a) rectificador de media onda. b) rectificador de onda completa con un tiristor. c) rectificador de onda completa con dos tiristores. d) rectificador de tensión.

El rectificador de media onda (fig. 11 a) tiene dos desventajas. Por una parte, toma corriente continua directamente de la red, lo cual no está permitido en ciertos países. Por otra, ha de emplearse un tiristor que pueda soportar una posible tensión inversa relativamente elevada. Sin embargo, este circuito es sencillo, barato y tiene excelentes características de estabilización dentro de un amplio margen de tensiones de entrada y corrientes de salida.

Los rectificadores de onda completa (figs. 11 b y 11 c) tienen las ventajas de no absorber corriente continua directamente de la red, de poder utilizar tiristores con características de bloqueo en sentido inverso de menor valor que en el caso de los rectificadores de media onda, y de poder utilizar valores más pequeños en los condensadores del filtro de salida. El rectificador de onda completa con dos tiristores (fig. 11 c) requiere un equilibrio cuidadoso para evitar la presencia de una componente de 50 ciclos de ondulación en la salida y/o la absorción de corriente continua de la red. En el rectificador de onda completa con un solo tiristor (fig. 11 b), el cortocircuito del tiristor puede dar lugar a daños importantes en el televisor, propiamente dicho, especialmente en los circuitos de la base de tiempo de línea y de salida de video. Esto puede evitarse con fusibles adecuados en la entrada y en la salida de la fuente de alimentación. En el circuito con dos tiristores, el cortocircuito de uno de ellos provocará la fusión del fusible de entrada y no se producirán daños en el televisor.

Ambos circuitos tienen el inconveniente de que su chasis queda "activo" cualquiera que sea la posición de la clavija conectada a la red y por ello nece-

sitan siempre un transformador de aislamiento cuando han de efectuarse operaciones de comprobación y servicio con el chasis al descubierto.

El circuito rectificador doblador de tensión (fig. 11 d) proporciona tensiones de salida elevadas a partir de una tensión de entrada menor. Difiere del circuito rectificador de media onda solamente por el empleo de un condensador y de un diodo. Mediante un sencillo conmutador puede pasarse fácilmente de uno a otro circuito, con tensiones de entrada distintas para una misma tensión de salida. Debe conectarse un termistor o un resistor de limitación de corriente en serie con el condensador para limitar la corriente transitoria en el momento de conectar. El tiristor ha de poder soportar tensiones de bloqueo relativamente elevadas.

Circuitos de control. - El circuito de control sirve para disparar el tiristor, o sea, para que éste pase del estado de bloqueo al de conducción en el momento oportuno, a fin de obtener el valor deseado de la tensión de salida. Este circuito está conectado a la entrada y salida del rectificador, de donde obtiene la información necesaria para su correcto funcionamiento, y a la puerta del tiristor a la que aplica un impulso de corta duración en el momento preciso. Gracias a este impulso de corta duración, el tiristor pasa del estado de bloqueo al de conducción. Ajustando el instante de disparo dentro de la segunda mitad del semiciclo positivo de la tensión de entrada se consigue que la tensión de salida se mantenga constante para un margen relativamente amplio de la corriente de salida y de la tensión de la red.

La fig. 12 muestra un sencillo circuito de control en el que se emplea un diac. Cuando la tensión en el punto "A" de la red formada por R_1 y C_1 alcanza el valor de la tensión de ruptura del diac, éste se hace conductor y el condensador C_1 se descarga parcialmente a través del diac y la resistencia R_2 .

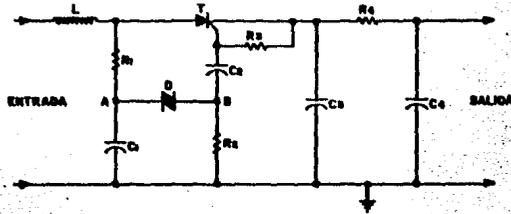


Fig. 12. Circuito básico de control con diac.

De este modo aparece una tensión en el punto "B" que, transmitida a la puerta del tiristor por medio del condensador C_2 , provoca el disparo del tiristor. Para mejorar el rendimiento es preciso estabilizar el circuito de control. La fig. 13 muestra dos ejemplos prácticos de circuitos de control con estabilización.

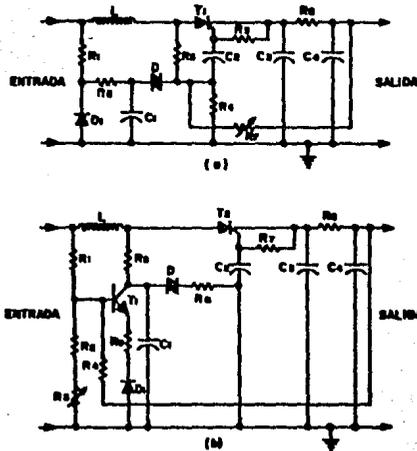


Fig. 13. Estabilización del circuito de control con diac: a) mediante variación de la corriente continua media en el punto B; b) mediante variación de la velocidad de carga del condensador.

En el circuito de control del rectificador representado en la fig. 14 se emplea un conmutador controlado de silicio.

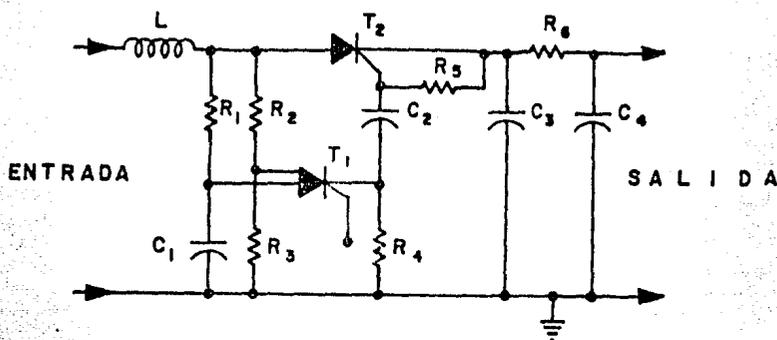


Fig. 14. Circuito básico de control con conmutador controlado de silicio

El ánodo se conecta al punto central de la red formada por la resistencia R_1 y el condensador C_1 . La puerta de ánodo se conecta al punto central del divisor de tensión formado por las resistencias R_2 y R_3 . Los valores de estos componentes se eligen de modo que el conmutador controlado de silicio pueda pasar del estado de bloqueo al de la conducción en el instante oportuno de la segunda mitad del semiciclo positivo de la tensión de entrada. De este modo, el condensador C_1 se descarga a través de R_4 y se transmite un impulso al tiristor a través de C_2 . La estabilización de este circuito de control puede obtenerse de distintas formas.

La fig. 15 muestra un circuito de control con conmutador controlado de silicio estabilizado mediante variación de la velocidad de carga del condensador C_1 en función de las tensiones de entrada y de salida.

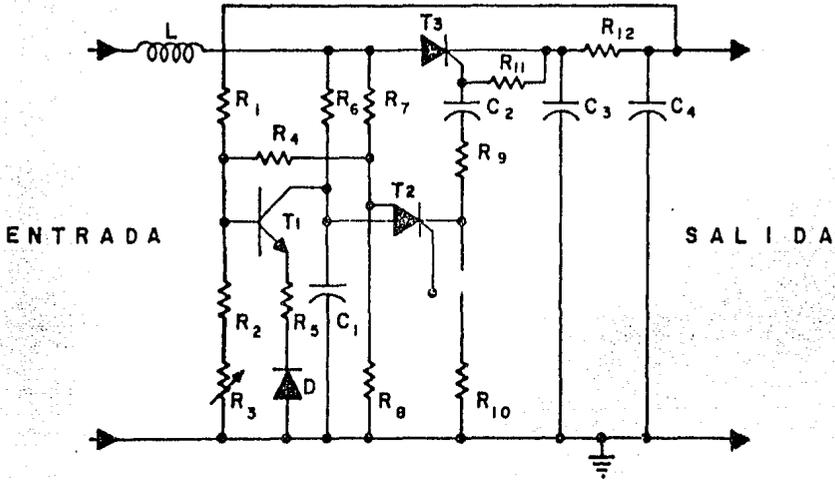


Fig. 15. Estabilización del circuito de control con conmutador controlado de silicio mediante variación de la velocidad de carga del condensador C_1 .

Finalmente, el esquema de la fig. 16 muestra un circuito de control en el que un transistor trabaja como conmutador para la obtención del impulso que ha de aplicarse al electrodo de control o puerta del tiristor.

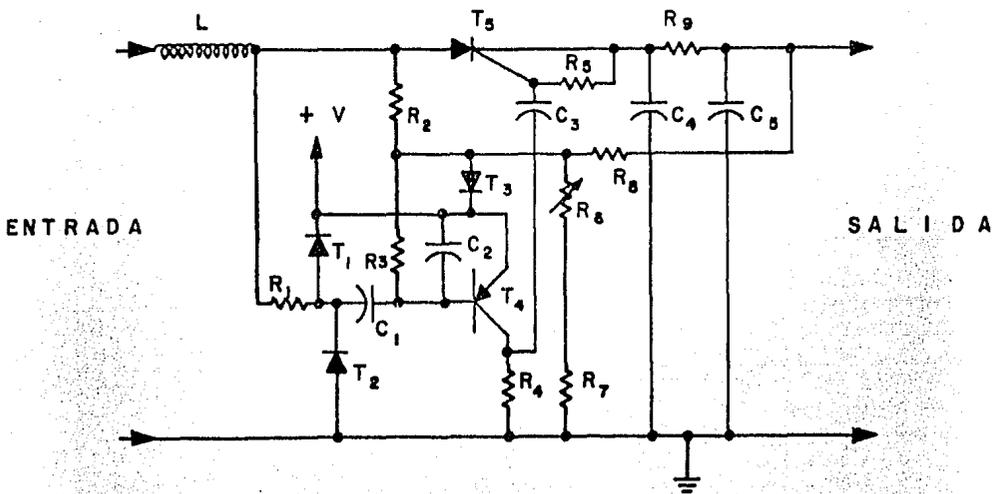


Fig. 16. Circuito de control con un transistor utilizado como conmutador

Conclusión. - Se han descrito en esta parte circuitos rectificadores básicos para la alimentación de receptores de televisión por medio de tiristores. El empleo de tiristores supone una notable ventaja con relación a los diodos rectificadores, puesto que ajustando el tiempo de conducción de los tiristores puede obtenerse fácilmente una tensión de salida estable y de valor deseado sin necesidad de transformador de entrada y con una disipación reducida al mínimo.

Sin embargo, ha de tenerse presente que el funcionamiento del tiristor es más delicado que el de los diodos rectificadores. Pueden producirse fácilmente disparos no deseados debido a aumentos excesivos o demasiado rápidos de la tensión de entrada. Por ello, todo circuito rectificador con tiristores debe estar provisto de elementos de protección para reducir al mínimo la posibilidad de un disparo no deseado del tiristor. Las sobretensiones de entrada pueden atenuarse mediante un filtro de entrada, normalmente formado por un condensador en paralelo y un choque en serie constituyendo un filtro paso-bajo (fig. 17).

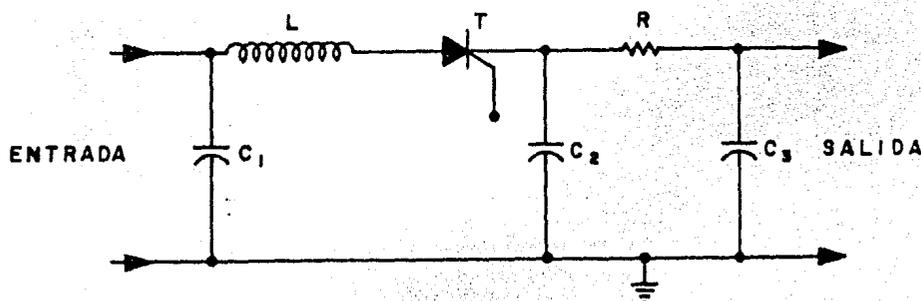


Fig. 17. Circuito para la supresión de sobretensiones .

Para reducir al mínimo la posibilidad de un disparo del tiristor por aumento rápido de la tensión, conviene que la resistencia entre la puerta y el cátodo sea de pequeño valor y añadir, si es preciso, una red RC en la entrada del circuito, como puede verse en la fig. 18, o entre el ánodo y el cátodo del tiristor.

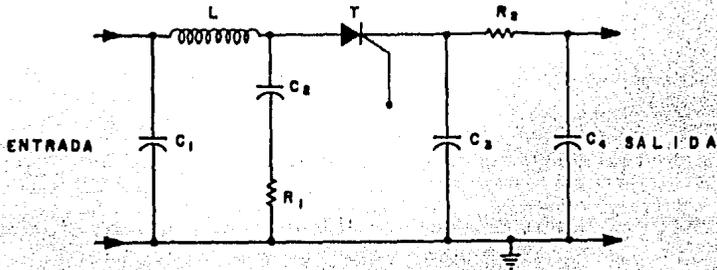


Fig. 18. Red RC para reducir el efecto del aumento rápido de variación de tensión

4. COMPENSACION DE FRECUENCIAS EN AMPLIFICADORES DE VIDEO

En la etapa de salida de los amplificadores transistorizados de videofrecuencia, se necesita una señal de gran amplitud y una respuesta en frecuencia de varios Mc.

Si se considera el circuito equivalente (fig. 19) para altas frecuencias, vemos que la pulsación de corte vale:

$$\omega_c = \frac{1}{RC} \dots (1)$$

Siendo R la resistencia de salida y C la suma de capacidades del circuito que valen:

$$C = C_{col} + C_{gl} + C_{cabl}$$

Siendo C_{gl} la capacidad de la rejilla con el resto de los electrodos.

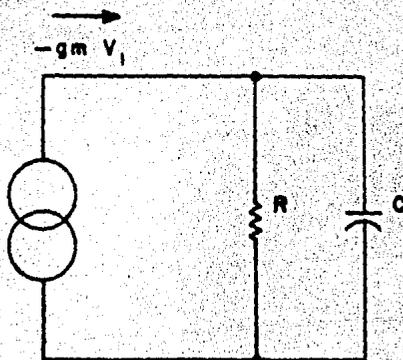


Fig. 19. Circuito equivalente para altas frecuencias

Vemos en la expresión (1) que como las capacidades son fijas, la única forma de aumentar el ancho de la banda es disminuyendo la resistencia de colector, esta medida está limitada por la potencia disipada por el colector del transistor.

Una forma de aumentar el ancho de la banda del circuito es colocando en serie con la resistencia de colector una inductancia "L" (fig. 20), que por estar conectada en paralelo con el condensador recibe el nombre de compensación en paralelo. Vamos a analizar su funcionamiento en régimen transitorio, en régimen senoidal y su respuesta en fase.

Para su estudio utilizaremos el parámetro "Q":

$$Q = \frac{L\omega_2}{R}, \text{ siendo } \omega_2 = \frac{1}{RC}, \text{ y por tanto, } Q = \frac{L}{R^2C}$$

$$\text{haciendo } q = \frac{L\omega_0}{R}, \text{ siendo } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \text{ se tendrá:}$$

$$Q = q^2$$

Se ve que el parámetro usado es el cuadrado del factor de calidad del circuito resonante formado por la red R, L y C.

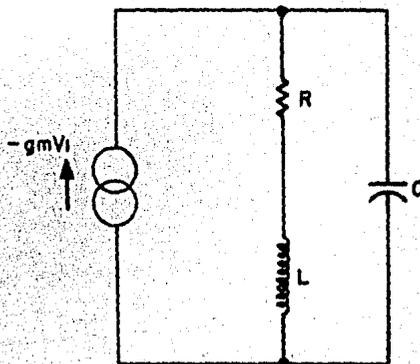


Fig. 20. Circuito que permite aumentar el ancho de banda, es decir, se utiliza una inductancia.

Análisis del circuito en régimen transitorio. Aplicando a la entrada del circuito una señal en escalón, y hallando el valor de "Q" máximo para el cual no hay sobreoscilación en la señal de salida, se tendrá:

$$V_i(t) = E \quad \frac{1}{Z(s)} = \frac{1}{R + Ls} + Cs$$

$$V_z(s) = \frac{-gmE}{s} \cdot \frac{R + Ls}{1 + RCs + LCs^2}$$

Hallando la función generatriz y los valores de "Q" obtenemos, (fig. 21):

Para $Q \leq 0.25$ la señal de salida no tiene sobreoscilación.

Para $Q > 0.25$ la señal de salida tiene sobreoscilación.

Para $Q = 0.25$ el tiempo de crecimiento de la tensión de salida ha disminuido en 1.6.

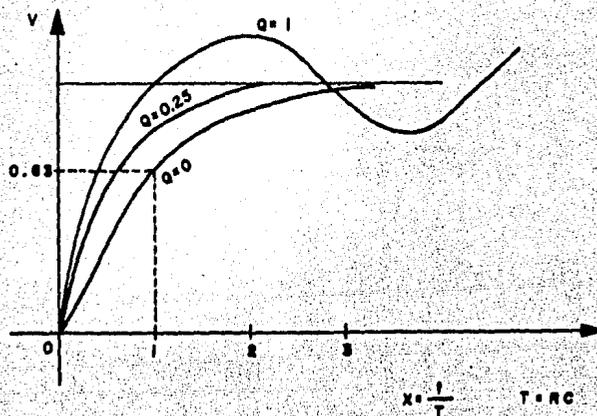


Fig. 21. Función generatriz para régimen transitorio.

Análisis del circuito en régimen senoidal.- Para lo cual se tiene:

$$A = \frac{V_2}{V_1} = -g_m \cdot \frac{R + j\omega L}{1 + RCj\omega - LC\omega^2}$$

Haciendo unas curvas universales resulta:

$$Y = \frac{A}{A_0} \text{ siendo } A_0 = -g_m R$$

$$X = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{f}{f_2}$$

$$Y = \frac{1 + jQX}{1 - QX^2 + jX}$$

Determinando el valor de "Q" para una respuesta plana (fig. 22), o sea, que la derivada de la función sea 0.

$$|Y|^2 = \frac{1 + Q^2 X^2}{(1 + QX^2)^2 + X^2}$$

$$\text{Llamando } U = X^2$$

$$\frac{d|Y|^2}{dU} = \frac{Q^4 U^2 + 2Q^2 U - (Q^2 + 2Q - 1)}{[(1 - QU)^2 + U]^2} = 0$$

$$\frac{d|Y|^2}{dU} = 0 \text{ para } U = 0; \quad Q^2 + 2Q - 1 = 0$$

Se tiene $Q = 0.41$

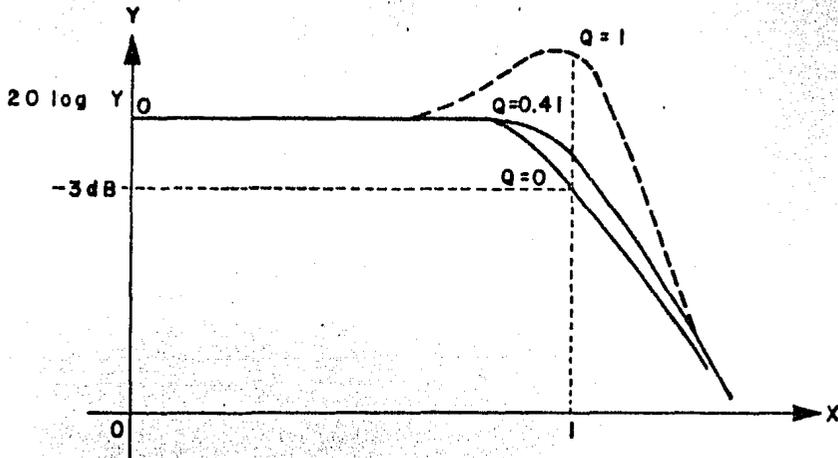


Fig. 22. Respuesta para régimen senoidal

Respuesta de fase.- Determinando el valor de "Q" para igual retardo de grupo;

$$\varphi = \arctan QX - \arctan \frac{X}{1 - QX^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2}{1 + \tan \varphi_1 \tan \varphi_2} = \frac{QX - \frac{X}{1 - QX^2}}{1 + \frac{QX^2}{1 - QX^2}}$$

$$\tan \varphi = X(Q - Q^2X^2 - 1)$$

Retardo de grupo

$$\theta_{f_2} = \frac{\varphi}{2\pi X} = \frac{1}{2\pi X} \cdot \tan X (Q - Q^2 X^2 - 1) = \text{cte.}$$

desde ω hasta ω_2

$$X=0 \quad \tan \varphi \approx \varphi \quad 2n \theta f^2 = Q - 1$$

$$X=1 \quad 2n \theta f^2 = Q - Q^2 - 1$$

$$\tan (Q - 1) = Q - Q^2 - 1$$

que resolviendo da: $Q = 0.34$

Conclusiones.- La nueva frecuencia de corte será:

$$|Y|^2_{(-3\text{dB})} = \frac{(1 - QU)^2 + U}{2(1 + Q^2U)}$$

$$Q^2U^2 + U(1 - 2Q - 2Q^2) - 1 = 0$$

para $Q = 0.4$

$$0.16U^2 - 0.12U - 1 = 0$$

$$U = 2.8$$

$$X = 1.7$$

En consecuencia, la nueva frecuencia de corte es 1.7 veces superior a la frecuencia sin compensación.

Se ha visto que para una respuesta de amplitud plana, el valor correcto de "Q" es de 0.4, para un retardo de grupo constante es 0.34 y para una respuesta a transitorios sin sobreoscilación es de 0.25. Algunos autores recomiendan un valor de 0.388. En la mayoría de los casos, hay un compromiso entre la respuesta de fase y de amplitud correctas, es decir, entre 0.34 y 0.4; en estos casos la sobreoscilación que presente el circuito a un escalón, será inferior al 3% de la amplitud total de la señal, lo cual es generalmente admisible.

En el caso de que no se quiera sobreoscilación no se debe rebasar un valor de "Q" de 0.25.

Se ve que para $Q = 0.4$ la frecuencia de corte ha aumentado 1.7 veces.

Basados en estos criterios y en la facilidad de determinar los términos del parámetro "Q" se puede calcular de una forma simple las compensaciones en alta frecuencia de etapas de salida de videofrecuencia.

BIBLIOGRAFIA

EL RECEPTOR CROMATICO DE TELEVISION

Prof. Angel Zetina M. Ed. Ediciones Electrónicas, 1969.

TELEVISION EN COLOR EXPLICADA

W.A. Holm. Bibliotécnica Phillips.

TELEVISION BASICA

Alexander Shurre. Ediciones Técnicas Mancombo, S.A.

REPARACION DE TELEVISION A COLOR

Walter H. Buchsbaum. Editorial Diana.

FISICA; FUNDAMENTOS Y FRONTERAS

Stollberg.

FUNDAMENTOS DE FISICA

F. Bueche.

TV A COLORES

Pedro Sala Venzor. CECSA.

INTRODUCTION TO SOLID STATE TELEVISION SYSTEMS
Gerald L. Hansen.

TV PRACTICS
Bernard Grob.

CURSO DE ELECTRONICA
F. Milsant, Tomo III.

INGENIERIA DE TELECOMUNICACION
Everitt.

REVISTA "POPULAR ELECTRONICS"
Abril, 1974.

REVISTA "MUNDO ELECTRONICO"
Enero, 1973. No. 15.