

# CAPITULO 3

## Trasmisión de las señales de televisión

### 1) Características de la señal de video: rangos de frecuencia

#### a) Frecuencias bajas

La iluminación de las escenas televisadas puede variar dentro de límites amplios, pasando desde imágenes con fondo brillante (gran iluminación) hasta imágenes con fondo oscuro (iluminación escasa).

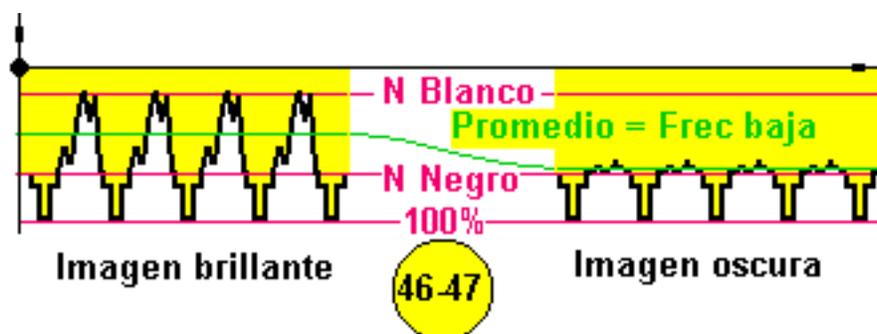
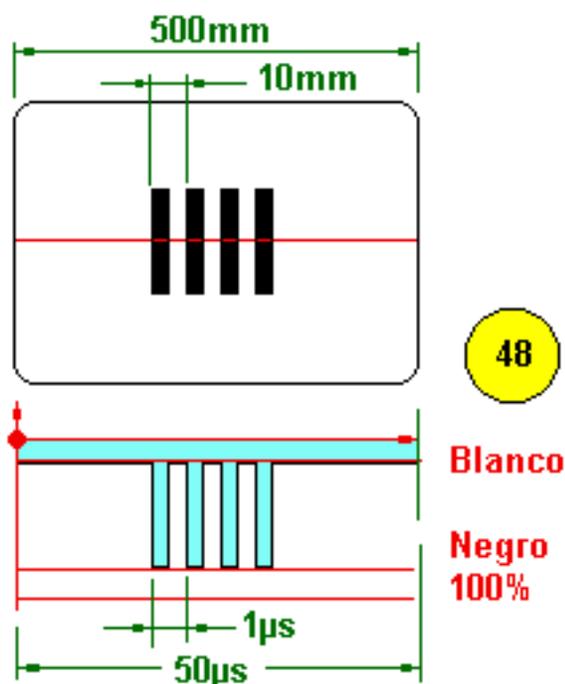


Fig. 46 Fig. 47

El nivel promedio de las señales respectivas puede equipararse a una señal de baja frecuencia (Fig. 46). En casos extremos, por ejemplo cuando se transmite la imagen de prueba de un canal, el

promedio de iluminación es constante, lo que equivale a decir que la señal de televisión está superpuesta a una tensión continua (frecuencia cero) (Fig. 47).



De lo expuesto no debe inferirse que la pérdida de frecuencias muy bajas acarrea consecuencias graves a la imagen. La anulación de la componente continua y las frecuencias más bajas produce el efecto de reducir la diferencia de iluminación entre escenas. Esto se nota especialmente en las escenas oscuras, las que aparecerán más iluminadas que en la realidad.

Haciendo una comparación podría decirse que la pérdida de las frecuencias muy bajas de la imagen produce un efecto parecido, guardando las debidas distancias, al que produce un compresor de volumen en un amplificador de audio.

Fig. 48

#### b) Frecuencias altas

Así como las frecuencias muy bajas están relacionadas con el grado de iluminación promedio de las escenas, las frecuencias muy altas lo

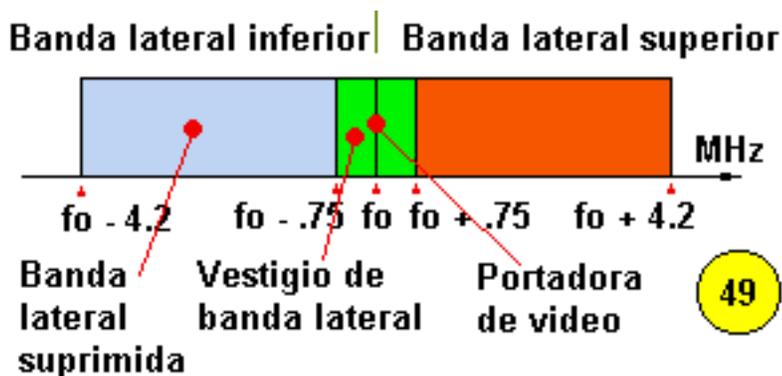
están con los detalles finos de la imagen. O utilizando un término técnico, las frecuencias altas determinan la resolución o definición de la imagen.

Estudiando la señal de video de algunas imágenes sencillas se puede sacar conclusiones al respecto. Tomemos como ejemplo, una imagen que represente algunos lápices ubicados a igual distancia (Fig. 48). Para hacer cifras redondas supondremos que la pantalla del TRC es de 50 cm, y que el tiempo que tarda el haz electrónico en barrer la pantalla de izquierda a derecha es 50  $\mu$ s (50 millonésimas de segundo).

Como es sabido, el tiempo total de cada línea de barrido es 64  $\mu$ s, (frecuencia horizontal de 15.625 Hz) parte del cual se desperdicia en el retrazado, donde no existe información de video.

Mientras el haz recorre la parte blanca de la imagen hasta el punto (A) la tensión de video es elevada (nivel de blanco). Por tratarse de un lápiz negro, a partir de ese instante la tensión de video baja abruptamente (nivel de negro), subiendo nuevamente al llegar otra vez al fondo blanco que se encuentra entre el primer y segundo lápiz, repitiendo el proceso en los restantes lápices.

Como el movimiento del haz es a velocidad constante, existirá una relación entre el tamaño de los lápices y el tiempo en que la señal pasa de mínima a máxima tensión y viceversa.



Sin necesidad de hacer cálculos, en la figura se observa que un lápiz de 0,5 cm separado del siguiente por una distancia de 0,5 cm (total 1 cm) producirá un salto a mínima tensión y un retorno a máxima tensión que durará en total 1  $\mu$ s (1 millonésimo de segundo). La frecuencia correspondiente a un ciclo que dura 1  $\mu$ s es 1 MHz.

Fig. 49 - Espectro de frecuencias del emisor de video

Esto significa que para reproducir por televisión una imagen tan simple se requiere un ancho de banda de 1 MHz como mínimo. Si en lugar de lápices se tratara de minas de lápiz, el tiempo del ciclo sería aún menor por tratarse de objetos de diámetro más reducido. De esto se infiere que a medida que los detalles de la escena son más sutiles (como podría ser el caso de la imagen de una cabellera), la frecuencia de la señal de video alcanza valores apreciables.

En las normas argentinas de transmisión de televisión se adopta un ancho de banda máximo para video de 4 MHz.

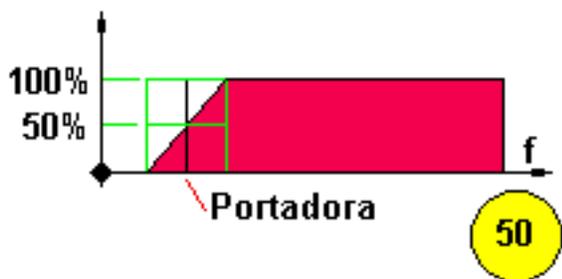
Es importante notar que una banda de frecuencia entre 0Hz (continua) y 4MHz abarca el espectro correspondiente a señales de audio, toda la banda de radio (onda larga) y se extiende hasta las frecuencias de onda corta asignadas a radioaficionados (80 m).

## 2) Trasmisión de la señal de video

Para la trasmisión de la señal de video se ha adoptado universalmente la técnica de modulación de amplitud.

Es un fenómeno conocido, que toda portadora de radiofrecuencia modulada en amplitud es acompañada por señales adicionales, resultantes de la deformación que sufre la señal original al variar su amplitud de acuerdo a la información a transmitir. Estas señales, conocidas cómo bandas laterales se ubican a ambos lados de la portadora.

La frecuencia de las bandas laterales (que son señales de radiofrecuencia) depende de la frecuencia de la portadora y la frecuencia de la señal modulante. Por ejemplo, una portadora de 100 MHz modulada en amplitud por una señal modulante de 1 MHz estará acompañada por una banda lateral superior cuya frecuencia es la suma de la frecuencia de la portadora más la frecuencia de modulación (101 MHz), y una banda lateral inferior que es la resta entre la portadora y la modulación (99 MHz).



La profundidad de modulación determina la relación de amplitudes entre la portadora y las bandas laterales (ambas bandas laterales tienen igual amplitud entre sí). En caso de una modulación más compleja (por ejemplo, una señal de video) el número de bandas laterales estará en concordancia con las frecuencias componentes de la señal modulante.

Fig. 50 - Ecuilibración de modulación en el receptor

La captación de la portadora y sus bandas laterales (radio frecuencia) es lo que permite la reproducción de la información en el receptor. Es evidente que para restaurar correctamente la señal modulante, los amplificadores del receptor deben amplificar con igual ganancia todas las frecuencias (portadora y bandas laterales) para que las relaciones de amplitud originales se mantengan hasta el detector. En otras palabras, la banda pasante debe abarcar tanto las bandas laterales superiores como las inferiores.

Cuando se trata de transmitir la señal de vídeo, las bandas laterales de frecuencia más alta se encontrarán a  $\pm 4$  MHz con respecto a la frecuencia de la portadora. Esto significa que una emisora de televisión debería ocupar un espectro de frecuencias de 8 MHz. Comparándolo con la gama de frecuencias correspondientes a las emisoras de radio (modulación de sonido), que es de 10 kHz, podemos observar que una sola emisión de video equivale a 800 emisoras de audio.

Por razones de economía de espacio radial, en las normas argentinas la trasmisión se efectúa eliminando un sector importante de las bandas laterales inferiores. De este modo, el espectro de frecuencias se reduce a aproximadamente 5 MHz. (Fig. 49a): este método se denomina trasmisión con banda lateral vestigial, dado que se mantiene un residuo de las bandas laterales inferiores. Este sistema puede asimilarse a la combinación de dos formas de trasmisión:

- a) **Doble banda lateral:** El entorno que cubre un espectro de aproximadamente  $\pm 750$  KHz en las proximidades de la portadora (Fig. 49b) es el equivalente a una transmisión convencional de modulación de amplitud. Estas frecuencias corresponden a la información de baja frecuencia de video y a los pulsos de sincronismo.
- b) **Banda lateral única:** Las frecuencias más altas de video (detalles finos de la imagen) se transmiten eliminando las bandas laterales inferiores (Fig. 49c). Es evidente que de este modo la información queda reducida a la mitad (bandas laterales superiores). En estas condiciones, un receptor previsto para captar señales normales moduladas en amplitud, operaría como si recibiera una señal modulada con una profundidad de modulación disminuida un 50%.

### 3) Ecualización de las distintas profundidades de modulación

Para que no exista una descompensación entre frecuencias bajas y altas de video, el receptor de televisión debe proveer algún recurso de igualación entre las distintas profundidades de modulación. Una forma simple de restaurar la profundidad de modulación en el caso de banda lateral única consiste en reducir la amplitud de la portadora a un 50%. Dado que la profundidad de modulación está relacionada con la amplitud relativa entre portadora y bandas laterales, esta disminución de la portadora produce el mismo efecto que un aumento de amplitud de las bandas laterales, compensándose así la reducción de información originada en el transmisor.

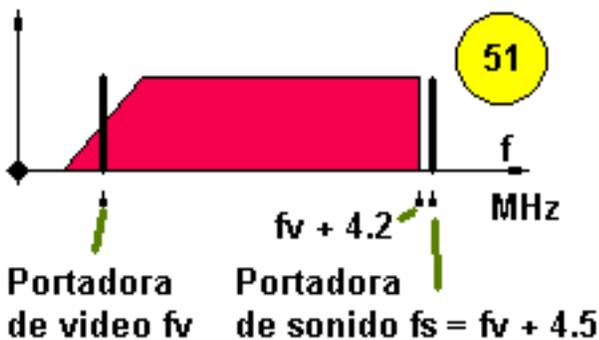
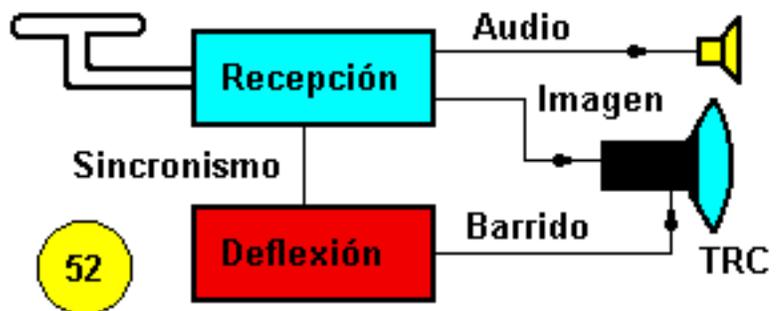


Fig. 51 - Portadoras de video y sonido.

Fig. 52 - Esquema del receptor de televisión.

Si se reduce la amplitud de la portadora, también deberá reducirse la amplitud de las bandas laterales inferior y superior, correspondientes a la modulación de baja frecuencia, puesto que, en este caso, la transmisión se hace manteniendo la profundidad de modulación correcta (doble banda lateral).



La Fig. 50a muestra la curva de respuesta a frecuencias que debería tener el amplificador del receptor (distinta amplificación para la portadora con sus bandas laterales próximas que para las bandas laterales superiores de alta frecuencia).

Como resulta difícil proyectar un amplificador con estas características, se adopta una solución intermedia (Fig. 50b): las bandas laterales de baja frecuencia se atenúan en forma progresiva. Aceptando una aproximación razonable, la cantidad de información en ambos casos es similar, manteniéndose constante la profundidad de modulación.

## 4) Trasmisión de la señal de audio

La trasmisión de la señal de sonido se efectúa por medio de una portadora totalmente independiente de la portadora de video, La mayoría de los países (incluido Argentina) emplea el sistema de modulación de frecuencia (MF), si bien algunos utilizan modulación de amplitud (MA).

En las normas argentinas, la portadora de sonido de todos los canales se ubica 4,5 MHz por arriba de la portadora de video. El espacio comprendido entre ambas corresponde fundamentalmente a las bandas laterales de video (Fig. 51).

## 5) Recepción de la señal de televisión:

### Esquema general de un televisor

La división que surge del análisis de las funciones que debe cumplir un receptor de televisión conduce a diferenciar dos sectores fundamentales (Fig. 52):

Recepción y elaboración de la señal de televisión

Circuitos de deflexión

### a) Recepción de la señal:

Desde un punto de vista muy simplificado, la recepción de la señal parte de un sistema superheterodino (Fig. 53: sintonizador y frecuencia intermedia de video) con una banda pasante amplia, destinada a sintonizar y amplificar simultáneamente las dos portadoras

que llevan la información de video (imagen) y sonido respectivamente.

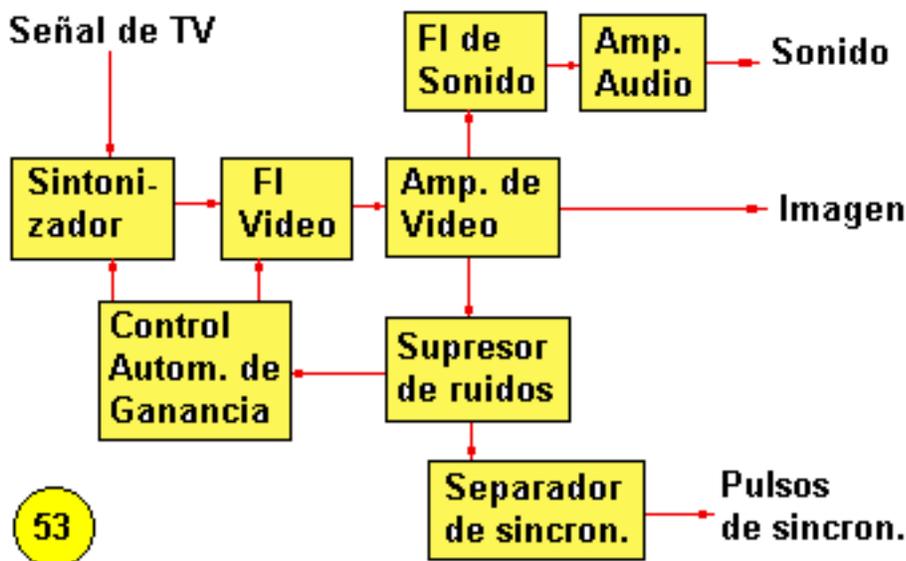


Fig. 53 - Etapas de recepción.

La portadora de video, modulada en amplitud, se detecta para obtener la información de imagen. Esta señal detectada se amplifica (amplificador de video) y se aplica al tubo de rayos catódicos.

Debido a que la intensidad de la señal que llega a la antena no tiene valor fijo, sino que depende de la potencia de la emisora y de la ubicación geográfica del receptor, es imprescindible contar con algún sistema que adecue la ganancia del sintonizador y la FIV para evitar que los amplificadores se saturen (exceso de señal) o que la información detectada sea insuficiente (señal débil). Esta función la cumple el circuito denominado control automático de ganancia (CAG).

En el detector de video (última etapa de FIV) se superponen la portadora de video y la portadora de sonido. A causa de la alinealidad del proceso de detección, existe un batido

entre ambas frecuencias y se originan nuevas señales, cuyas frecuencias corresponden a la suma y diferencia de ambas.

La frecuencia suma, de valor elevado, se elimina por medio de filtros, mientras que la frecuencia diferencia (4,5 MHz) se aprovecha como una portadora auxiliar que lleva la información de sonido (modulación de frecuencia).

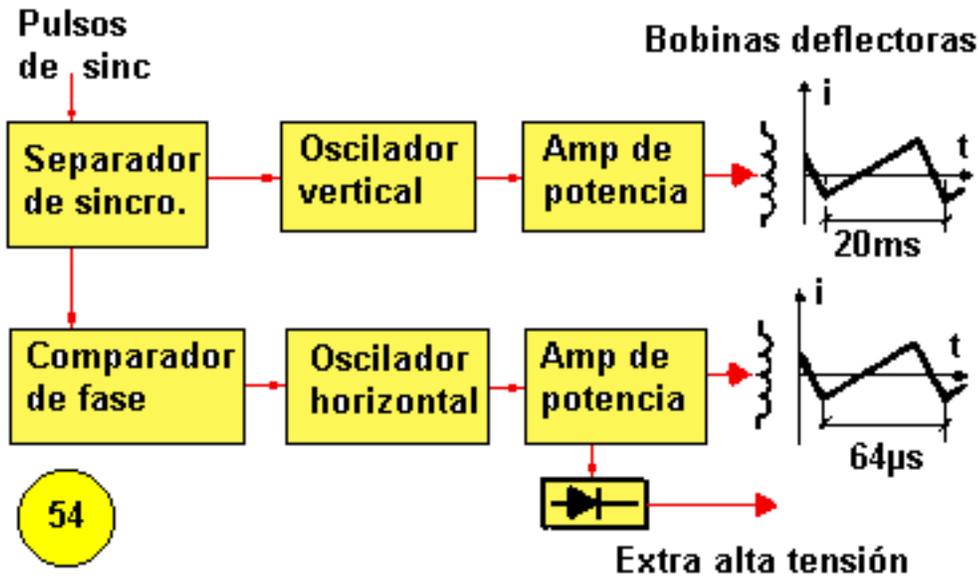


Fig. 54 - Etapas de deflexión.

Esta nueva portadora es amplificada y detectada en el canal de frecuencia intermedia de sonido; la información resultante (audio) se aplica al parlante a través de un amplificador de sonido convencional.

En las normas de televisión que utilizan modulación de amplitud para audio (por ej. Inglaterra), se emplean dos canales separados de frecuencia intermedia a partir del sintonizador, cada uno de ellos destinado a cada portadora (video y sonido).

La señal de video es acompañada por los pulsos de sincronismo horizontal y vertical (señal de video compuesta). Por medio del separador de sincronismos se elimina la información de video, dejando solamente los pulsos. Esta etapa sirve de nexo entre el receptor propiamente dicho y los circuitos de deflexión,

Algunos televisores incorporan un circuito auxiliar destinado a disminuir el efecto de perturbaciones ajenas a la señal sobre el control automático de ganancia y el separador de sincronismo (supresor de ruidos). Esta etapa tiene importancia para la recepción de señales débiles en zonas urbanas donde las perturbaciones originadas por máquinas eléctricas o los sistemas de ignición de los automóviles alcanzan niveles importantes.

### b) Circuitos de deflexión

La Fig. 54 muestra el esquema de los circuitos destinados a producir la deflexión magnética del haz electrónico en el tubo de rayos catódicos.

La deflexión vertical parte de un oscilador sincronizado en forma directa por los pulsos de sincronismo correspondientes.

La señal producida por el oscilador es amplificada (amplificador de potencia); la forma de onda de esta señal se conforma para que circule una corriente tipo diente de sierra en las bobinas deflectores verticales del yugo.

La deflexión horizontal también parte de un oscilador; la diferencia reside en que este oscilador no se sincroniza en forma directa sino que se utiliza un circuito intermediario que compara las frecuencias del oscilador y de los pulsos de sincronismo (comparador de fase), efectuando las correcciones necesarias.

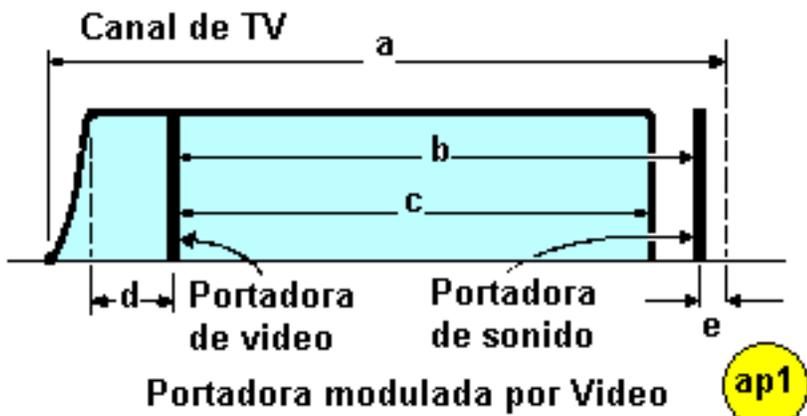
La etapa de potencia difiere de los amplificadores clásicos, produciendo el diente de sierra de corriente en las bobinas deflectores horizontales por medio de pulsos de tensión.

Recurriendo a un transformador especial (fly-back), se obtienen pulsos de gran amplitud que, luego de rectificadas, se utilizan como fuente de alimentación (extra alta tensión) para el acelerador del tubo de rayos catódicos.

## Apéndice 1

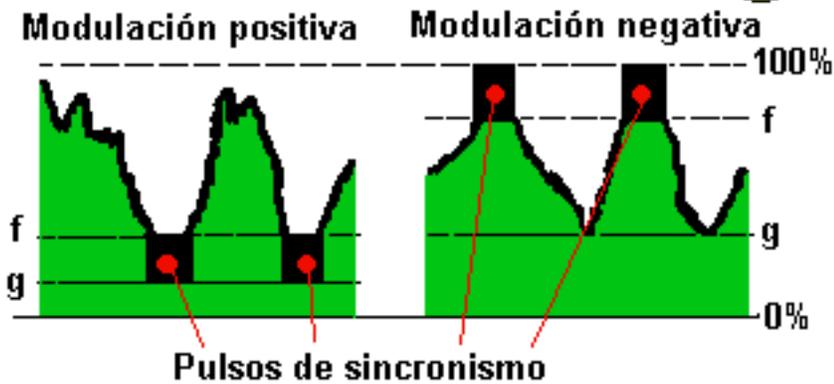
### ***NORMAS DE TELEVISION***

Denominación	A	B	C	D-K K'	E	F	G	H	I	L	M	N
Región de uso	Gran. Bret.	Euro. Occ.	Bélg.	Euro. Orie. África	Franc	Bélg Fran	Euro Occid	Bélg Luxem Yugo	Gran Bret	Fran	USA Jap	Arg Uru Par Bol Ven
Líneas	405	625	625	625	819	819	625	625	625	625	625	625
Frec Vert Hz	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	50
Banda Video MHz	3	5	5	6	10	5	5	5	5.5	6	4.2	4.2
Ancho Canal (a) MHz	5	7	7	8	14	7	8	8	8	8	6	6
Dif Sonido imagen (b) MHz	-3,5	5,5	5,5	6,5	11,15	5,5	5,5	5,5	6	6,5	4,5	4,5
Banda lat princ (c) MHz	3	5	5	6	10	5	5	5	5.5	6	4.2	4.2
Banda lat vestigial (d) MHz	.75	.75	.75	.75	2	.75	.75	1.25	1.25	1.25	.75	.75
Corr Portad Sonido MHz	.25	-.25	-.25	-.25	.02	-.25	-1.25	-.25	-.25	-.25	-.25	-.25
Pol Mod Son	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Nivel Borr %	30	75	24	75	30	25	75	75	77	30	75	75
Nivel Mín port %	3	10	3	10	3	3	10	10	18	6	15	15
Mod Sonido	AM	FM	AM	FM	AM	AM	FM	FM	FM	AM	FM	FM
Desv Máx +- KHz		50		50			50	50	50		25	25
Pre-enfasis $\mu$ s		50	50	50		50	50	50	50		75	75



$$\text{Frec Cuadro} = \text{Frec Vert} / 2$$

$$\text{Frec Horiz} = \text{Líneas} * \text{Frec Vert} / 2$$



## Tabla de canales

Frecuencias correspondientes a las portadoras de sonido y video según el canal y normas internacionales (Banda I y III; VHF)

	AMERICA		JAPON		EUROPA*	
	Video	Sonido	Video	Sonido	Video	Sonido
1			91,25	95,75		
2	55,25	59,75	97,25	101,75	48,25	53,75
3	61,25	65,75	103,25	107,75	55,25	60,75
4	67,25	71,75	171,25	175,75	62,25	67,75
5	77,25	81,75	177,25	181,75	175,25	180,75
6	83,25	87,75	183,25	187,75	182,25	187,75
7	175,25	179,75	189,25	193,75	189,25	194,75
8	181,25	185,75	193,25	197,75	196,25	201,75
9	187,25	191,75	199,25	203,75	203,25	208,75
10	193,25	197,75	205,25	209,75	210,25	215,75
11	199,25	203,75	211,25	215,75	217,25	222,75
12	205,25	209,75	217,25	221,75		
13	211,25	215,75				

\* Estas frecuencias difieren en algunos países

Este capítulo sugerido por APAE, ha sido digitalizado por el Ing Rodolfo A Cappella de la Editorial Virtual «E-Bridge» con la correspondiente autorización por escrito del Autor para su distribución gratuita, queda hecho el registro de Derecho de Autor por la digitalización.

# Índice general

<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>1</b>
<b>Trasmisión de las señales de televi-</b>	
<b>sión.....</b>	<b>1</b>
<i>1) Características de la señal de video: rangos de frecuencia .....</i>	<i>1</i>
a) Frecuencias bajas .....	1
.....	1
b) Frecuencias altas .....	1
<i>2) Trasmisión de la señal de video .....</i>	<i>3</i>
<i>3) Ecualización de las distintas profundidades de modulación...</i>	<i>4</i>
<i>4) Trasmisión de la señal de audio .....</i>	<i>5</i>
<i>5) Recepción de la señal de televisión: .....</i>	<i>5</i>
Esquema general de un televisor .....	5
a) Recepción de la señal: .....	5
b) Circuitos de deflexión .....	6
<b><i>NORMAS DE TELEVISION.....</i></b>	<b><i>7</i></b>
<i>Tabla de canales .....</i>	<i>8</i>