



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO Y CONVERSIÓN DE UNA RED
DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA
A UNA RED DIGITAL

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de:

Ingeniera Mecánica Electricista

Área: Eléctrica - Electrónica

P R E S E N T A

Luz Murillo García

ASESOR DEL INFORME

Prof. Ing. José Francisco Rodríguez Ramírez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
1. HISTORIA Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	4
2. OBJETIVOS	5
3. MARCO TEÓRICO	6
3.1. La señal de Televisión	6
3.2. Conversión de una señal analógica a digital	7
3.3. Modulación	7
3.4. Multiplexaje	8
3.5. Compresión digital MPEG-2	8
3.6. Amplificación de señales	8
3.7. Espectro radioeléctrico y radiocomunicación	9
3.8. Satélites y Enlaces	12
4. DESCRIPCIÓN DE UNA RED DE TELEVISIÓN ANALÓGICA	14
5. REQUERIMIENTOS Y PREPARACIÓN PARA IMPLEMENTAR LA RED DIGITAL	15
5.1. Generación de la señal	17
5.2. Procesamiento	18
5.3. Análisis de Interferencias	22
5.4. Ampliación del suelo requerido para instalar la nueva red	22
5.5. Condiciones ambientales	22
5.6. Sistema eléctrico	23
5.7. Sistema de tierras	23
6. OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA PARA LA TRANSMISIÓN DE LAS SEÑALES DE UNA RED DIGITAL DE TELEVISIÓN	24
6.1. Compresión Digital	24
6.2. Subsistema de Estación Terrena	27
6.2.1. Subsistema de RF	27
6.2.2. Subsistema de Antena Transmisora	28
6.2.3. Subsistema de Recepción (para fines de monitoreo)	30
7. MI PARTICIPACION PROFESIONAL EN EL PROYECTO	31
8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	34
GLOSARIO	36
BIBLIOGRAFÍA	40

INTRODUCCIÓN

La televisión ha sido desde la década de los años 70 del siglo pasado, el medio de comunicación masiva con más impacto y se le ha responsabilizado de los mayores cambios culturales en gran escala (positivos y negativos), superado paulatinamente por la introducción del Internet. Este impacto lejos de decrecer puede incrementarse y transformarse con la aparición de nuevas tecnologías: la televisión digital y las plataformas OTT (*Over the Top*).

La televisión digital representa el cambio tecnológico más radical en la industria televisiva después de la aparición de la TV a color. Introducción de nuevos servicios como la televisión móvil, la televisión interactiva, el servicio a la carta, etc. prometen unir estos medios en uno solo y hacer del aparato televisor una terminal multimedia de mejores características.

La televisión digital presenta varias e importantes ventajas frente a la televisión analógica, las cuales se pueden resumir en tres aspectos:

- 1) Mejor calidad en video y sonido.
- 2) Un número mayor de canales
- 3) La posibilidad de servicios adicionales

Video y sonido: Algunos de los factores que afectan la transmisión de la señal de televisión terrestre se deben a la dispersión de energía, zonas de sombra y rebotes de la señal que provocan ecos. En la transmisión analógica, estos problemas se pueden manifestar como diferentes tipos de ruido que degradan tanto a la imagen como al sonido. Algunas de las degradaciones que muchos hemos observado cuando se transmite un programa son: el efecto de nieve, imágenes dobles, imágenes pixeladas y congeladas, deficiencia de color y sonido de baja calidad. La transmisión digital es óptima, es decir, la señal codificada que se envía es la misma que se recibe, excepto cuando la señal no es lo suficientemente fuerte para los circuitos de decodificación (decodificadores). En esta situación se pierde completamente la recepción. La imagen, sonido y datos asociados a una emisión de televisión normalmente se codifican de manera digital en formato MPEG 2 (*Motion Picture Experts Group*) y en los últimos años en formato MPEG-4. La calidad de imagen y sonido transmitidos es proporcional a la cantidad de datos asignados dentro del flujo final transmitido por cada multiplexor. En resumen, la calidad de las imágenes es similar a la de un DVD y la señal digital es menos propensa a interferencias.

Número de canales: La televisión analógica permite la transmisión de un solo programa de televisión por cada canal. La tecnología digital permite un mayor número de programas en el mismo espacio radioeléctrico, pues en un principio se podían transmitir entre tres y cinco programas por cada canal. En TV analógica no se utilizan los canales adyacentes para evitar las interferencias, gracias al diseño de la red de distribución de señal digital es posible usar todos los canales de la banda, sin necesidad de dejar canales libres para reducir las interferencias.

Servicios adicionales: Las transmisiones de información digital proporcionan una gran flexibilidad en los contenidos que puede emitir, por lo que es posible mezclar un número arbitrario de canales de video, audio y datos en una sola señal. La digitalización de la señal facilita además la convergencia TV a PC, permitiendo que los servicios de Internet como la consulta de bases de datos remotas, la navegación, el correo electrónico, la videoconferencia, las aplicaciones multimedia, etc. estén disponibles en tu aparato televisor.

La televisión, de acuerdo a cómo la recibe la audiencia se divide en dos tipos: La televisión pública y la televisión restringida

La *televisión pública* es aquella que llega al usuario sin costo alguno para éste. Generalmente es transmitida por aire a través de las bandas de frecuencia VHF (por sus siglas en inglés, *Very High Frequency*) y UHF (por sus siglas en inglés, *Ultra High Frequency*). La *televisión restringida* llega a aquellos usuarios que pagan una mensualidad por recibir dichas señales. La *televisión restringida* puede recibirse principalmente por tres tipos de medios: a) por satélite b) por un sistema de TV por cable c) por microondas.

Existen varios medios de comunicación para recibir la señal de televisión digital: La terrestre, satelital, por cable, etc. La terrestre (TDT, Televisión Digital Terrestre) utiliza las bandas de frecuencias de la televisión analógica UHF y VHF.

La señal satelital implica el uso de una antena parabólica y un aparato receptor que decodifica dicha señal. Las comunicaciones vía satélite son el medio más utilizado para la transmisión de señales de televisión restringida. Gracias a la digitalización, las compañías que ofrecen servicios por cable y por satélite, podrán ofrecer a sus suscriptores cientos de canales de video.

La televisión por microondas se ofrece por medio de la tecnología inalámbrica conocida como MMDS (*Multichannel multipoint distribution service*). Se utiliza generalmente como una alternativa a la televisión por cable y donde a veces es imposible la instalación de cableado. La recepción de las señales por parte del suscriptor requiere de una antena especial de microondas y un decodificador que se conecta al televisor.

En este documento describiré el proceso que una importante empresa de transmisión de señales de televisión en México llevó a cabo para lograr la conversión de su tecnología de transmisión satelital analógica a un formato de transmisión digital. Este servicio está orientado exclusivamente a las redes de televisión restringida por cable de todo el país.

1. HISTORIA Y DESCRIPCION DE LA EMPRESA

En 1989 los concesionarios de la Televisión por Cable de los Estados de la República se asociaron para formar una compañía que integrara todos los servicios necesarios para proveer a dichos Sistemas de las herramientas, procesos y de las señales necesarias para integrar sus servicios. Los objetivos principales de esta empresa eran transportar, programar, producir y comercializar señales de televisión restringida (señales de televisión que se proporcionarían a las diferentes compañías para su retransmisión y comercialización). La compañía inicia operaciones generando su propio canal de televisión como primer servicio a los Sistemas de Cable con programación variada incluyendo documentales, películas, programas musicales, etc. Posteriormente, con el desarrollo y expansión de la compañía, se logró la negociación de un canal musical internacional originado en Miami, Flo, que era recibido a través de un enlace satelital. Con esto sumaban dos señales para los Sistemas de Cable.

La infraestructura con que contaba la empresa le permitía procesar y retransmitir las dos señales a través de dos segmentos satelitales asignados por el Sistema de Satélites Mexicanos. Con el surgimiento de nuevos canales y cadenas de programadores internacionales y el advenimiento de nuevos sistemas digitales de telecomunicaciones, la empresa se interesa en reforzar su infraestructura para crear un sistema con tecnología de vanguardia que le permitiría enviar más canales de televisión por los mismos segmentos satelitales asignados. Para esto fue necesario acoplar la red analógica y convertirla en una red digital utilizando tecnología de compresión digital. Esto implicó la adquisición de nuevos equipos, ampliación y adecuación de las instalaciones, negociación para la adquisición de señales internacionales, capacitación al personal operativo y de instalación; negociación para la adquisición de las señales internacionales, apoyo técnico a los Sistemas por Cable, distribución a nivel nacional de los nuevos equipos de recepción, etc.

La nueva red beneficiaría a la Compañía y a los Sistemas por Cable que hasta ese momento negociaban cada señal individualmente con los programadores internacionales, lo que encarecía el costo de cada una. La red digital les reduciría por mucho la infraestructura necesaria para la recepción, pues sólo sería necesario orientar sus antenas y programar sus receptores al Sistema de Satélites Morelos I y II y/o Solidaridad. Hasta entonces cada señal estaba ubicada en satélites y tecnologías diferentes lo que obligaba a los Sistemas por Cable contar con varias antenas orientadas a diversas longitudes de la órbita satelital y negociar individualmente.

Para 2008, la compañía producía seis señales de televisión, tenía contratados los derechos con cinco proveedores para comercializar de manera exclusiva 14 señales de televisión y con otros proveedores los derechos para transmitir de manera no exclusiva otras 40 señales más. En total, eran 59 señales las que comercializaba (no todas las transmitía) para los operadores de televisión por cable. Todo esto gracias a las tecnologías de digitalización y compresión que fueron instaladas en su primera etapa en 1998 y segunda etapa en 2002.

Actualmente esta compañía es una de las principales operadoras de TV de paga, productora y distribuidora de contenidos de México. Llega a más de 900 ciudades a través de 200 Sistemas por Cable y da servicio a 3 millones de suscriptores, cifra que equivale a más de 12 millones de televidentes. Transmite más de 60 señales de distintos géneros, su cobertura se ha extendido a Centroamérica, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú.

2. OBJETIVOS

En la elaboración de este reporte se plantean los siguientes objetivos:

- Referir los fundamentos teóricos a los que se recurrió para la implementación de la red.
- Describir los procesos que permitieron convertir la red analógica de televisión en una red digital.
- Definir los procesos y etapas que integran la red digital.
- Describir mi participación dentro del proyecto y el cargo que desempeñé durante su desarrollo y puesta en operación.
- Detallar la estructura organizacional de la empresa señalando la relación del área técnica en la que me desempeñaba con áreas de Programación y Producción. Así como el vínculo con el personal técnico de áreas internas y el de nuestros principales clientes: los Sistemas de Televisión por Cable.

3. MARCO TEÓRICO

Cabe hacer mención que la conversión de la red digital se enfocaba a la transmisión de las señales de televisión analógicas a través de una red digital DTV (*Digital Television*), en esos años aún no se desarrollaba el concepto de señales digitales de alta definición HDTV (*High Definition Television*), ni el TDT (Televisión Digital Terrestre).

Los conceptos básicos que se tomaron en cuenta para fundamentar el diseño de la red digital y describir cada una de las etapas desde la generación de la señal de video y audio hasta la recepción de las señales en los Sistemas por Cable fueron:

3.1. La señal de Televisión

La forma más sencilla de crear una imagen en movimiento es presentar una serie de imágenes fijas que reflejen movimiento, si se presenta esta serie de imágenes con la frecuencia adecuada, el ojo puede engañar al cerebro y crear una sensación de movimiento. En cine se utilizan 24 imágenes por segundo, en TV se utilizan dependiendo del formato, 25 en el caso PAL (*Phase Alternating Line*) y 30 en el formato NTSC (*National Television System Committee*). En TV las imágenes utilizadas tienen un registro complejo ya sea una señal analógica o digital; se realiza un barrido de izquierda a derecha, el número de líneas viene determinado por el formato, en PAL 625 y en NTSC 525, como el número de líneas es impar, este barrido se realiza en dos fases, quedando dividida la imagen en dos campos, en uno se exploran las líneas pares y en el otro las impares, con esto se consigue, de cierto modo, duplicar el número de imágenes pero es necesario sincronizar dicho barrido para que la exploración de las impares inicie a mitad de la línea y el de las pares termine a mitad de la línea. Con el pulso de sincronía horizontal (señal digital binaria generada en un periodo de tiempo constante que se transmite como parte de la señal de TV completa) estamos haciendo algo similar a lo que sucede en una máquina de escribir, cuando llega al final de la línea damos la orden de volver a iniciar en otro renglón. De forma análoga, con el pulso de sincronía vertical, cuando llegamos al final de la hoja damos orden de iniciar otra. El número de líneas y el número de imágenes viene determinado por la capacidad del cerebro de rellenar el espacio entre líneas e imágenes para conformar esa imagen en movimiento. La frecuencia de la red eléctrica es importante como patrón de referencia para recuperar la información al ser desplegada en los equipos audiovisuales. En nuestro país se utiliza una frecuencia de 60 Hz, de allí que se utilicen 30 cuadros por segundo. Cada imagen a su vez está integrada por dos campos de 262.5 líneas que forman la imagen total al ser explorados de forma entrelazada. Como el tiempo que corresponde a un cuadro es de 1/60 segundo dividido en dos campos, y cada campo contiene 262.5 líneas, entonces el número de líneas exploradas es de 15750/seg, en otros términos, se tiene que el tiempo necesario para explorar la línea horizontal es de 63.5 μ s; el retraso del haz es de 10.2 μ s, lapso en el cual no se ha observado el retraso del haz. Por otro lado, el tiempo de exploración vertical es de 60 veces por segundo (60 Hz) y su tiempo de retraso para iniciar la exploración del siguiente campo es de 1.33 μ s aproximadamente.

Cuando estamos hablando de una imagen que procede de una misma fuente, no hay problema de sincronización, cuando la imagen se obtienen desde diferentes fuentes es necesario una señal de referencia de sincronización para que en todo momento la exploración de la imagen inicie en el mismo punto y así conformar la imagen final sin saltos, es decir que coincidan las líneas, sincronización vertical, y la posición de la imagen en horizontal.

Las señales de video analógico pueden ser de vídeo compuesto donde una única señal se envía con toda la información de color y luminancia y sincronía necesarias; o de video en componentes donde la señal se reparte en tres señales que contienen toda la información.

Podemos diferenciar tres partes dentro de la señal de video, una que corresponde con la señal obtenida durante la exploración de la imagen, la parte activa de la señal de video que dura 63.5 μs (para el formato NTSC) y que está formada por la información de luminancia y crominancia, otra parte corresponde al pulso de sincronía horizontal que tiene una duración de 10.2 μs por lo que cada línea tiene una duración total de 73.7 μs .

Específicamente las dos señales que conforman la imagen de color son llamadas luminancia (el brillo o sombreado de gris de una imagen en B/N) y crominancia (información de color). Para el video compuesto, se utiliza un segmento de barrido horizontal donde no hay información de líneas para incluir una muestra de referencia de color denominada "*burst*" (ráfaga de color) o salva que sirve para extraer correctamente la información de color al momento del despliegue. Para poder incluir la información de crominancia en las señales de video compuesto es necesario procesarla y filtrarla para poder incluirla en el mismo canal de transmisión en B/N.

3.2. Conversión de una señal analógica a digital

Los métodos de conversión de analógica a digital se basan en los procesos de:

Muestreo: De acuerdo al teorema de muestreo de Nyquist que dice "la información de una señal analógica de ancho de banda limitado a una frecuencia de muestreo (f_m) en Hz está contenida en las muestras de esa señal tomadas a una velocidad de $2f_m$ muestras por segundo". Esto significa que la señal original puede ser reproducida si se muestrea al doble de la velocidad de la más alta frecuencia de la señal analógica. A esta sucesión de muestras se le llama Modulación por Amplitud de Pulsos PAM (*Pulse Amplitude Modulation*).

Cuantización: Consiste en aproximar los pulsos de la señal PAM a niveles discretos especificados (niveles de cuantización). Esto es, mientras en el proceso de muestreo se discretiza la señal en tiempo, con el proceso de cuantización se cuantiza (asignan niveles discretos) la señal en amplitud. Para cuantizar los pulsos, el valor de la amplitud lo aproximamos al número entero más cercano, ya sea por redondeo o truncamiento.

Codificación: Proceso mediante el cual el pulso PAM puede tomar un valor diferente y es representado por una serie de pulsos de valores discretos en representación binaria.

La conversión de la señal analógica de televisión es necesaria ya que el procesamiento de la señal para una transmisión digital requiere de datos binarios.

3.3. Modulación

El proceso de modulación es la modificación de alguna característica de la señal llamada *portadora* en función de las variaciones de otra señal llamada *moduladora* o *señal de información*, de tal forma que la primera es la señal de "*transporte*" de la segunda que es la de "*contenido*".

La modulación es necesaria por dos razones: Para adecuar el mensaje o señal de información al medio de comunicación y para transmitir varias señales simultáneamente por un mismo canal (multiplexaje).

En la modulación por desplazamiento de fase PSK (*Phase Shift Keying*) para señales digitales, la portadora se modula en fase PM (*Phase Modulation*), es decir de acuerdo a la secuencia de valores entre cero y uno, hay un cambio de fase.

La modulación por desplazamiento de fase *cuadrfásica* es una técnica de modulación *m-aria* donde $m=4$ (de ahí el nombre de *cuadrfásica*). Al haber cuatro fases de salida debe haber cuatro

condiciones de entrada diferentes y para esto se necesita más de un sólo bit de entrada. Con 2 bits de entrada hay 4 posibles condiciones 00, 01, 10, 11. Los datos de entrada binarios se combinan en grupos de 2 bits llamados *dibits*.

3.4. Multiplexaje

Para transmitir señales analógicas en formato digital se requeriría un aumento de ancho de banda, sin embargo, el multiplexaje permite que las señales de diversos orígenes se transmitan en el mismo canal. Esta técnica consiste en agrupar convenientemente varias señales de información (moduladoras) para formar una señal única más complicada. La señal multiplexada puede transmitirse por un medio de comunicación único de capacidad suficiente. La reversibilidad de la operación de multiplexaje permite recuperar la señal original. Si el multiplexaje se realiza en el dominio de la frecuencia se denomina Multiplexaje por División de Frecuencia FDM (*Frequency Division Multiplexing*), si se realiza en el dominio del tiempo se denomina Multiplexaje por División de Tiempo TDM (*Time Division Multiplexing*); en este último se toman sucesivamente muestras de varias señales y se transmiten de forma alternada sobre el canal de comunicación después de cuantizar y codificar.

Las técnicas de multiplexaje en combinación con las de compresión nos permiten optimizar el ancho de banda en las transmisiones digitales.

3.5. Compresión digital MPEG-2

Un tema importante para la optimización del ancho de banda en la transmisión de señales de televisión es la Compresión Digital. Las imágenes comúnmente tienen una cantidad considerable de información que es redundante y otra es irrelevante, siendo estos los primeros candidatos a descartar por esta técnica de compresión.

MPEG desarrolló el algoritmo de compresión de video en movimiento con sonido, siendo la redundancia la característica que explora este algoritmo entre tramas de video consecutivas. El estándar MPEG es la base para los actuales sistemas de codificación MPEG-2 y MPEG-4 en transmisiones vía satélite.

El multiplexaje estadístico es un método dinámico de asignación de ancho de banda utilizado por MPEG-2, a cada programa se le asigna un ancho de banda dependiendo de su contenido en cada momento. Así los programas con más acción tendrán más ancho de banda que programas con menos movimiento. Esta técnica permite transmitir entre un 10 y 30% más de canales en el mismo ancho de banda o transmitir los mismos canales con mejor calidad.

3.6. Amplificación de señales

La amplificación de señales es el proceso de aumentar una señal en amplitud, un amplificador es un dispositivo o circuito utilizado para reforzar una señal electrónica o dispositivos electrónicos dentro de una red que reestablecen la potencia de una señal después de que ésta se queda debilitada por la transmisión. En el caso de una señal de televisión esta ganancia se puede lograr mediante una antena de alta ganancia, circuitos electrónicos diseñados para amplificar la señal como un LNB (*Low Noise Block Converter*) que translada la frecuencia a otra menor y le reduce el ruido. Dado que las frecuencias de transmisión del enlace descendente del satélite (*downlink*) son imposibles de distribuir por cables coaxiales, se hace necesario un dispositivo en el foco de la antena parabólica, que convierte la señal de alta frecuencia en una señal de menor frecuencia para

que sea posible su distribución a través del cableado coaxial. A esta frecuencia se le denomina frecuencia intermedia (FI) y la banda que se utiliza para dicho transporte es la banda "L". La amplificación de potencia de la señal es necesaria debido a la distancia que recorrió desde el satélite.

El transmisor de potencia es el equipo utilizado en sistemas de *Uplink* (enlaces de señales hacia arriba) que transmiten señales desde la Tierra hasta un satélite que gira a 36 000 km en la órbita geostacionaria alrededor de nuestro planeta. El satélite a su vez transmite las señales cubriendo una amplia área de la superficie terrestre y convierte una señal RF (señal dentro del Intervalo de Frecuencias perteneciente al espectro electromagnético) en señales de salida de alta potencia.

3.7. Espectro radioeléctrico y radiocomunicación

Gracias a las ondas electromagnéticas se puede transmitir y recibir información (voz, video, datos, etc.). Cabe mencionar que no todo el espectro electromagnético es propicio para usarse como medio de transmisión de los servicios comerciales de telecomunicaciones y radiodifusión, de forma que sólo un rango determinado será susceptible de ser empleado para la prestación de este tipo de servicios. El espectro radioeléctrico abarca el rango de ondas electromagnéticas que van de 3 kHz a 3000GHz

Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio (Hz), las frecuencias se expresan:

- en kilohertzios (kHz) hasta 3 000 kHz, inclusive
- en megahertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3 000 MHz, inclusive
- en gigahertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3 000 GHz, inclusive.

En la aplicación del Reglamento de Radiocomunicaciones, la Oficina de Radiocomunicaciones del Instituto Federal de Telecomunicaciones en México, utiliza las siguientes unidades:

kHz para frecuencias de hasta 28 000 kHz inclusive

MHz para frecuencias superiores a 28 000 kHz y hasta 10 500 MHz inclusive

GHz para frecuencias superiores a 10 500 MHz.

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
			Inferior a 3 Hz	> 100.000 km
Extra baja frecuencia	ELF	1	3-30 Hz	100.000–10.000 km
Super baja frecuencia	SLF	2	30-300 Hz	10.000–1000 km
Ultra baja frecuencia	ULF	3	300–3000 Hz	1000–100 km
Muy baja frecuencia	VLF	4	3–30 kHz	100–10 km
Baja frecuencia	LF	5	30–300 kHz	10–1 km
Media frecuencia	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 m
Alta frecuencia	HF	7	3–30 MHz	100–10 m
Muy alta frecuencia	VHF	8	30–300 MHz	10–1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
Super alta frecuencia	SHF	10	3-30 GHz	100-10 mm
Extra alta frecuencia	EHF	11	30-300 GHz	10–1 mm
			Por encima de los 300 GHz	< 1 mm

Tabla 1. Espectro Radioeléctrico en México

El espectro radioeléctrico es un recurso natural único y omnipresente. Es fundamental en las telecomunicaciones asociadas a la comunicación inalámbrica, también se puede entender como el medio de propagación para las ondas electromagnéticas. A diferencia de muchos otros recursos naturales, éste puede ser reutilizado varias veces. Sin embargo, en la práctica sigue siendo un recurso finito y de forma simultánea solo se puede destinar a un número limitado de usuarios. Esta restricción requiere que exista una cuidadosa planificación y gestión, para maximizar su valor para todos los servicios. En la actualidad, conforme ha crecido de la población, aumentó rápidamente la demanda del espectro radioeléctrico.

Las ondas electromagnéticas no ocupan un lugar (ya que son intangibles e inmateriales). Pero si no se les canaliza adecuadamente, si no se ordena su tráfico, es posible (en sentido figurado) que choquen entre sí, superponiéndose y generando interferencias que afecten la calidad de las emisiones. Por este motivo el espectro radioeléctrico ha sido dividido en bandas de frecuencia, las que a su vez se subdividen en frecuencias o carriles adjudicados para uso de un determinado emisor. La gestión del espectro es un problema complejo desde el punto de vista económico, técnico y legal que se basa en un conjunto de conceptos específicos alrededor del espectro. Como se ha indicado, el espectro radioeléctrico se define, desde un punto de vista técnico, como el conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin necesidad de guía artificial. Las ondas electromagnéticas se caracterizan por su potencia (energía) y frecuencia, lo que les confiere propiedades distintas y condiciona su modo de propagación. Como sabemos la frecuencia influye, a mayor frecuencia, se tendrá más atenuación en la señal, de forma que se necesitará más potencia en transmisión para proporcionar la misma cobertura. Sin embargo, a bajas frecuencias las antenas presentan menor eficiencia y son de tamaño mayor. Las bandas de frecuencias más bajas se han desarrollado antes debido a su facilidad de cobertura, costes reducidos y menor capacidad de transmisión, por este mismo motivo están ocupadas históricamente por servicios esenciales como pueden ser la radionavegación, sistemas de comunicaciones necesarios para emergencias y cuestiones de seguridad como los de sistemas de comunicaciones militares, bomberos o ambulancias, policía, etcétera.

Espectro de radio frecuencia				
Nombre	Banda	Frecuencia	Longitud de Onda	Uso
		<3 Hz	>100 000 km	
Extra baja	ELF	3-30 Hz	100 000 – 10 000 km	No se utiliza en radio frecuencia
Súper baja	SLF	30-300 Hz	10 000 – 1000 km	Comunicaciones submarinas
Ultra baja	ULF	300-3000 Hz	1000 – 100 km	Comunicaciones militares secretas
Muy baja	VLF	3-30 kHz	100 – 10 km	Comunicaciones militares y
Baja frecuencia	LF	30-300 kHz	10 – 1 km	Comunicaciones aéreas y marítimas
Frecuencia	MF	300-3000 kHz	1 km – 100 m	Radiodifusión
Alta frecuencia	HF	3-30 MHz	100 – 10 m	Seguridad, defensa, onda corta,
Muy alta	VHF	30-300 MHz	10 – 1 m	Televisión, satélite, radio FM,
Ultra alta	UHF	300-3000 MHz	1 m – 100 mm	Televisión, radiotransmisores uso
Súper alta	SHF	3-30 GHz	100 – 10 mm	Televisión vía satélite, radioenlaces,
Extra alta	EHF	30-300 GHz	10 – 1 mm	Radioastronomía, radar alta
		>300 GHz	<1 mm	

Tabla 2. Utilización del Espectro Radioeléctrico

Entre los servicios comerciales comunes se encuentran:

- La televisión analógica que trabaja en dos rangos de frecuencias:
 - VHF (acrónimo de "Very High Frequency"), entre los 30 MHz y los 300 MHz
 - UHF (acrónimo de "Ultra High Frequency") trabaja entre los 470 MHz y 890 MHz
- Televisión Digital Terrestre emplea el rango de 470 MHz hasta los 862 MHz.
- Radio comercial local más usada, es la frecuencia modulada o FM. Las emisoras que trabajan en FM, utilizan la parte del espectro que va de los 87 MHz a los 107 MHz
- La onda media o AM trabaja en la frecuencia 526.5 a 1606.5 kHz.
- Radares con un rango de frecuencias que va de 3.1 a 3.4 GHz ó de 5.255 a 5.35 GHz.
- Los teléfonos móviles se mueven en frecuencias más altas:
 - El servicio GSM emplea el rango de los 900 MHz,
 - El 3G (más moderno y capaz de transportar datos además de voz) trabaja en los 1.8 GHz.
- Servicios comunes del espectro radioeléctrico Wifi: Los estándares más modernos para los routers wifi usan el rango de los 5 GHz, que permiten un ancho de banda mayor, ideal para Internet. Sin embargo, algunos protocolos aún operan en frecuencias más bajas de 2.4 GHz pero hay otros aparatos domésticos que operan en frecuencias similares y que generan interferencias (ejemplo: hornos microondas).
- Bluetooth es considerada muy buena para la transmisión de datos por vía inalámbrica, trabaja 2.4 GHz.

- Los radioenlaces comerciales terrestres y satelitales que operan en el rango de 3 a 30 GHz.

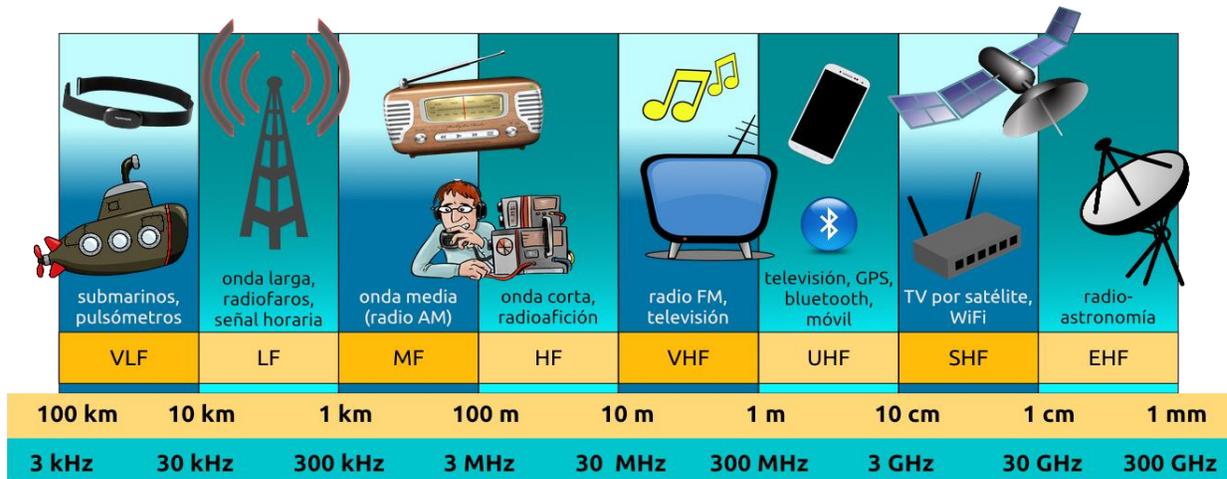


Figura 1. Utilización Comercial del Espectro Radioeléctrico

Debido a las características de propagación sobre ciertas frecuencias, no se puede limitar su uso dentro de las fronteras de un país. Esto motivó que ciertos servicios con zonas de transmisión muy amplias como son las espaciales, requirieran atribuciones mundiales. El ancho de banda es un parámetro clave para transmitir mayor cantidad de datos, es decir, proporcionar más calidad. Otros factores que se han de tener en cuenta son: la absorción de la atmósfera a ciertas frecuencias, interferencias ambientales o la geometría del terreno.

Los principales objetivos de la regulación del espectro son:

- Permitir la planificación estratégica del sector de las telecomunicaciones.
- Considerar al Espectro Radioeléctrico como un factor de producción maximizando los beneficios sociales y económicos de este recurso escaso.
- Garantizar, mediante una gestión adecuada, el uso eficiente del espectro radioeléctrico.
- Promover el uso del espectro radioeléctrico como factor de desarrollo económico
- Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías y el acceso a ellos por todos los ciudadanos.

3.8. Satélites y Enlaces

El elemento que nos permite la cobertura de una amplia región geográfica para la recepción de las señales de comunicación es el satélite. Podemos definir un satélite de telecomunicaciones como una estación relevadora situada en el espacio y como tal puede utilizarse ventajosamente para asegurar la comunicación entre países. Actualmente la mayoría de los satélites comerciales están situados en una órbita circular a una altitud de 36 960 km de distancia por encima de superficie de

la Tierra. A esa altitud el satélite efectúa una revolución completa de su órbita en 24 horas y, como la velocidad de la revolución es idéntica a la de la Tierra, se dice que el satélite es síncrono. Cuando el trayecto de la órbita coincide con el plano de ecuatorial terrestre, se dice que la órbita es ecuatorial. Un satélite síncrono de órbita ecuatorial se denomina geoestacionario porque para un observador situado en la Tierra parece inmóvil.

El circuito de comunicación satelital se divide en dos partes: Transmisión de señales enviadas al satélite (enlace ascendente *up link*) y la misma señal enviada desde éste a los puntos de recepción (descendente *down link*).

La señal proveniente de la Tierra que entra por la antena receptora de un satélite puede contener muchos canales de televisión, todos ellos enviados en frecuencias diferentes. Al rango que hay entre la frecuencia más baja y la más alta se le llama espectro de frecuencias. Las antenas transmisora y receptora del satélite tienen un espectro muy amplio suficiente para operar a las frecuencias asignadas para los satélites de comunicaciones, cuya mayor parte funciona en las bandas de frecuencia "C" y "Ku". En cada una de estas bandas el intervalo de frecuencias de operación, es decir, el espectro de frecuencias es de 500 MHz para la transmisión y 500 MHz para la recepción. Existen satélites "híbridos" que pueden operar simultáneamente en banda C y en banda Ku con lo cual se duplica la capacidad en el número de canales que puede manejar el sistema al mismo tiempo.

Para banda C las frecuencias que se utilizan para transmitir señal desde la Tierra hacia el satélite están entre 5,965 y 6,405 MHz, el satélite cambia las frecuencias de todas las señales contenidas en este rango a otras frecuencias más bajas, pero con el mismo ancho de banda, de 3.75 a 4.2 GHz para ser enviadas a la Tierra nuevamente.

El IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) ha designado bandas de radiofrecuencia para el segmento de radio y televisión como se muestra en la siguiente tabla

FRECUENCIA (GHz)	LONGITUD DE ONDA (cm)	BANDA ASIGNADA POR EL IEEE
1-2	30-15	L
2-4	15-7.50	S
4-8	7.50-3.75	C
8-12	3.75-2.50	X
12-18	2.50-1.67	Ku
18-27	1.67-1.11	K
27-40	1.11-0.75	Ka
40-300	0.75-0.1	Mn

Tabla 3. Bandas de radiofrecuencia para el segmento de Radio y Televisión designadas por el IEEE

La división más sencilla del espectro de frecuencias en un satélite son 12 ranuras o espacios iguales de 36 MHz llamados transpondedores, los espacios libres entre ranuras adyacentes son bandas de guarda que se dejan para disminuir la posibilidad de interferencia entre las señales que cada una contiene, el ancho de guarda es de 4 MHz aproximadamente. Hasta antes de la era digital, cada transponder podía trabajar con sólo un canal de televisión independiente, por lo que la capacidad total de operación en banda C era de 12 canales de televisión.

Debido a que el espectro radioeléctrico es finito y con el fin de aumentar la capacidad de cada satélite, se desarrollaron técnicas para utilizar las frecuencias por duplicado, siendo la más común

la reutilización de frecuencias con discriminación de polarización que se efectúa mediante la transmisión simultánea en un mismo haz, a la misma frecuencia, pero con señales de polarización ortogonales, estas pueden ser lineales (vertical y horizontal) o circulares (derecha e izquierda).

La huella de iluminación es la intersección del haz radiado por la antena de un satélite con la superficie de la Tierra y está limitada por un contorno muy irregular, la irregularidad de estos contornos está diseñada por los fabricantes, aunque lo más sencillo sería que se construyeran antenas cuya huella fuera un círculo o una elipse, la irregularidad obedece a la optimización de la potencia evitando transmitir señal a puntos en los que no hay tráfico; así la potencia se aprovecha mejor concentrando la energía en lugares geográficos en los que existe demanda del servicio. La cobertura también registra regiones que permiten estrategias comerciales.

Todos estos conceptos teóricos tomaron sentido de aplicación en el diseño y desarrollo del proyecto para implementar la red digital

4. DESCRIPCIÓN DE UNA RED DE TELEVISIÓN ANALÓGICA

La configuración de la red analógica estaba estructurada con base en el siguiente tren de señal:

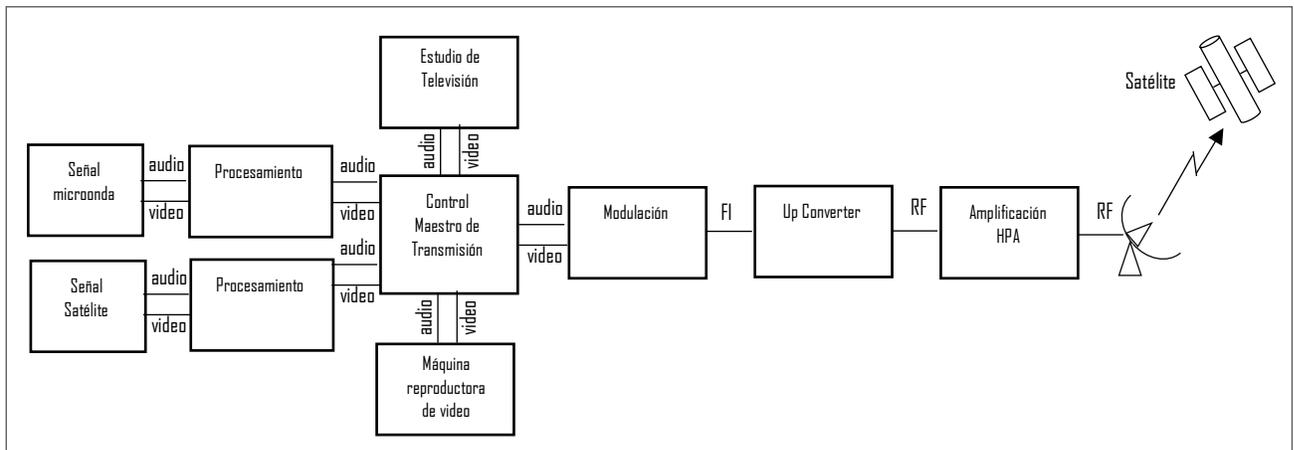


Figura 2. Tren de señal de una Red de Televisión Analógica

Las fuentes de generación de un canal de televisión para su transmisión tienen origen en un control maestro de transmisión, donde se integra la programación con base en contenidos grabados en archivos digitales (en el tiempo en que se integró la red se utilizaban cintas de formato profesional para video), o programas en vivo desde un estudio de televisión o enlaces remotos ya sea vía satélite o microondas. A través del control maestro es posible generar el canal de televisión con programación variada como noticiarios, programas de revista, películas, programas de análisis político, deportes, etc.

Un Control Maestro constaba de monitores de video profesionales, equipo de medición, máquinas reproductoras de vídeo profesionales y un equipo conmutador de señales en audio y video llamado *Switcher*¹. Este sistema era operado manualmente por una persona atenta a las indicaciones de la pauta de transmisión (documento guía para conocer la secuencia de la programación), a las indicaciones desde la cabina de estudio si era un programa en vivo, y a las incidencias que pudieran presentarse.

Tanto en la configuración de la red analógica como en la digital, todas las señales, antes de ser integradas al sistema, pasaban por un proceso de evaluación y procesamiento para regeneración de pulsos en tiempo y amplitud, y ajustarlas a las normas de audio y video internacionalmente establecidas por IEEE. Esto utilizando equipos profesionales de procesamiento, de medición y de ajuste.

Cabe recordar que en la configuración analógica sólo se tenía posibilidad de transmitir dos señales pues la compañía tenía contratados 2 segmentos de 36 MHz de ancho de banda, un segmento por cada señal.

Los servicios de transmisión al satélite los tenía contratados con La Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de su dirección de Telecomunicaciones Telecomm. Para entregar dicho

¹ Mesa de mezclas de video, un sistema que permite seleccionar, mezclar y manipular diferentes fuentes de video. Este mezclador se conoce comúnmente por su nombre en inglés "switcher".

servicio se tenía montados dos enlaces de microondas desde sus instalaciones en el centro de la Ciudad de México hacia la Torre de Telecomunicaciones ubicada en Eje Central y eje 4 Xola, también en la Ciudad de México. Es decir, la compañía no contaba aún con un Telepuerto para transmitir sus propias señales de televisión.

Los elementos necesarios para transmitir dichas señales en la red analógica eran: Un modulador por señal para llevarla a una frecuencia modulada FI (frecuencia intermedia), dos convertidores de subida para asignarle a la señal modulada una portadora con frecuencia de subida en Banda C, un combinador de señal que agrupaba nuestras señales con otras portadoras para ser entregadas al amplificador de alta potencia HPA (*High Power Amplifier*) y una antena que se encarga de enviar las señales al satélite a través de un plato de grandes dimensiones y un alimentador.

Obteniendo la potencia necesaria para la transmisión de las señales, los ajustes en frecuencia necesarios y los ajustes precisos para la orientación del plato, las señales eran enviadas a la antena transmisora, la cual estaba orientada al satélite Morelos II.

5. REQUERIMIENTOS Y PREPARACIÓN PARA IMPLEMENTAR LA RED DIGITAL

Como se describió en la introducción, el objetivo de la compañía era incrementar la cantidad de servicios a través de una red digital de televisión. Sin embargo, la ubicación y facilidades que brindaban sus instalaciones en Eje Central al centro de la Ciudad de México, no serían suficientes; para esto se adquirió un terreno ubicado al sur de esta ciudad, al cual fue necesario limpiar y preparar para la instalación de equipo, de infraestructura, de oficinas, de cabinas operativas, y de salas de control y transmisión.

El nuevo diseño estaba basado en el tren de señal analógico, pero incluyendo elementos y nuevas etapas digitales.

5.1. Generación de la señal

Se tenía proyectado aumentar el número de canales de televisión, lo que implicó la adecuación de los espacios e infraestructura técnica para recibir y generar las señales.

Fue necesario incrementar el número de Controles Maestros de Transmisión, es decir, la adquisición de equipo nuevo como monitores, equipos de medición, máquinas reproductoras, switchers, botoneras, etc.

El personal operativo, de continuidad, comercialización, programación, de producción y todas las áreas de la empresa incrementaron en número de personas también, la contratación de personal especializado y recién egresado de las carreras de Periodismo, Administración e Ingeniería fue muy importante. La empresa iba a crecer vertiginosamente y debía estar preparada.

Se instaló una torre estructural de 30 m de altura en una base de 9m², para montar los diferentes enlaces de microondas.

Se negociaron señales con las grandes cadenas internacionales lo que hizo necesario montar en el terreno 4 antenas receptoras para los enlaces satelitales descendentes.

De esta manera se logró reunir las 30 señales que serían transmitidas a través de la nueva red.

La siguiente tabla muestra el origen de cada señal y el tipo de programación que ofrecían (por confidencialidad se omite el nombre de cada canal):

TIPO DE PROGRAMACION	ORIGEN
TEMAS CATOLICOS	MASTER DE TRANSMISIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA
NOTICIAS, PELICULAS, INFANTILES Y DE DEBATE	
PELÍCULAS	
PELÍCULAS MEXICANAS	
PROGRAMACION INFANTIL	
NOTICIAS, PELICULAS, INFANTILES Y DE DEBATE	ENLACE DE MICROONDAS DESDE EL CERRO DEL CHIQUIHUITTE AL NORTE DE LA CIUDAD HASTA LAS INSTALACIONES DE LA COMPAÑÍA AL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO
NOTICIAS	
ACTIVIDAD EN EL PALACIO LEGISLATIVO	

PROGRAMACION INFANTIL	SATÉLITE PANAMSAT 3 43°W
PROGRAMACION INFANTIL	
PROGRAMACION INFANTIL	
VIDEOS MUSICALES	
EVENTOS Y PROGRAMAS DEPORTIVOS	
EVENTOS Y PROGRAMAS DEPORTIVOS	
PROGRAMAS Y DOCUMENTALES DE LA VIDA ANIMAL	
PELICULAS Y PROGRAMAS CULTURALES	
VIAJES Y TURISMO	
PROGRAMACION INFANTIL	
PROGRAMAS Y REPORTAJES PARA LA MUJER	SATÉLITE INTELSAT 806 50°W
PROGRAMAS ARGENTINOS	
PROGRAMAS LATINOAMERICANOS	
PROGRAMACION INFANTIL	
VIDEOS MUSICALES EN ESPAÑOL	
PROGRAMACION INFANTIL	
VIDEOS MUSICALES EN ESPAÑOL	
PELICULAS	
PROGRAMAS DE REVISTA PARA TODA LA FAMILIA	SATÉLITE GALAXY 6 95°W
CONSEJOS SOBRE EL CUIDADO Y MANTENIMIENTO DEL HOGAR	
PROGRAMACION VARIADA	SATÉLITE PANAMSAT 5 58°W
PROGRAMACION VARIADA DESDE ESPAÑA	

Tabla 4. Origen y tipo de programación de las 30 señales que integrarían la Red Digital

Posteriormente mencionaremos cómo fueron ordenadas y preparadas para su transmisión.

5.2. Procesamiento

Para la etapa de procesamiento de señales se utilizaría (como en la red analógica, pero en mayor número) equipo de medición, enrutamiento, ajuste y de monitoreo, todos ellos concentrados en lo

que fue llamada “Sala Central de Distribución y Control”, también se incluyeron aquí los equipos receptores satelitales de los enlaces antes mencionados. En la tabla se enlista el equipo que fue necesario adquirir para conformar la Sala Central:

EQUIPO Y CANTIDAD	MARCA	MODELO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		MEDIO AMBIENTE REQUERIDO		REQUERIMIENTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO	
			DIMENSIONES (cm)	PESO (kg)	TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)	HUMEDAD (%)	VOLTAJE DE ENTRADA	CONSUMO DE POTENCIA (watts)
22 RECEPTORES SATELITALES DIGITALES	SCIENTIFIC ATLANTA	PowerVu D9223	8.9X48.3X33,8	5.22	0 a 50	5-95	100-240 V AC 47/63 Hz	63
25 SINCRONIZADORES DE VIDEO	VIDEOTEK	VDP-8410	4.9x48.3x39.9	3.24	0 a 50	0-50	90 – 264 V AC 50/60 Hz	40
8 BOTONERAS DE 10 ENTRADAS	TEKTRONIX	TEN-X-TM	11.9x20.5x32	10.6	0 a 50	55	115 V AC 50/60 Hz	16
9 TIRAS DE PARCHEO DE VIDEO CON CABLES	TROMPETER	JSI-24L	8.89X48.3X9.45	15	0 a 50	55	-	-
9 TIRAS DE PARCHEO DE AUDIO CON CABLES	NEUTRIK	NYS-SPP	8.89X48.3X9.45	17.9	0 a 50	55	-	-
40 TARJETAS DISTRIBUIDORAS DE VIDEO	LEITCH	ADV-680	GABINETE 8.8X48.3X28	11.9	0 a 50	45	90-135 V AC 50/60 Hz	65
48 TARJETAS DISTRIBUIDORAS DE AUDIO	LEITCH	ADA-881	GABINETE 4.4X48.3X28	5.8	0 a 50	45	90-135 V AC 50/60 Hz	25
2 MONITORES DE VIDEO DE 19"	SONY	PVM-1944Q	45.8X45.2X31	31	0 a 35	50	115-130 V AC 50/60 Hz	130
1 GENERADOR DE SEÑAL DE PULSOS	LEADER	LT-4400	4X4.4X21.3	1.8	1 A 30	≤85	10-18 V DC	20
1 VECTORSCOPIO Y FORMA DE ONDA	VIDEOTEK	VSM-61	13.34X21.6X45.1	5.9	0 a 50	50	115 V AC 50/60 Hz	34
2 AMPLIFICADORES DE AUDIO DE DOS CANALES	CROWN	D75A	4,5x22.3x48.3	4.53	0 a 50	50	120 V AC 50~400 Hz	15
2 JUEGO DE BAFLES	YAMAHA	BR-6W	19x30.8x21.9	1.9	0 a 35	50	115 V AC 50/60 Hz	25
30 RECEPTORES DE	DIGICIPHER	DSR	8.9X48X46	8	0 a 40	5-65	90-250 V AC	55

SEÑAL PARA MONITOREO DE SEÑALES		4500S					47-63	
30 MONITORES DE VIDEO DE 9"	SONY	PVM-8040	21.7X21.7X35.25	7.8	0 a 35	50	120V AC 50/60 HZ	45

Tabla 5. Equipo necesario para conformar la Sala Central de Distribución y Control

Se estimaron 25 sincronizadores de cuadro para el ajuste y corrección de 3 señales provenientes de los enlaces de microondas y las 22 provenientes de los enlaces satelitales.

Las tiras de parcheo son centrales de conmutación entre equipo de audio y/o video que se utilizan para "enrutar" o conmutar señales analógicas o digitales a través de cables altamente blindados con terminales en formato profesional para audio y video. Cada tira de parcheo de audio tenía la capacidad de enrutar 4 señales aproximadamente, ya que algunas se transmitirían con dos audios (inglés y español); y tomando en cuenta que serían necesarias algunas conexiones extras en los equipos, se consideró que 9 tiras eran suficientes. En cuanto a la capacidad de las tiras de parcheo de video, éstas podían enrutar hasta 5 señales c/u, también aquí se estimaron conexiones extras.

Se requirieron 4 botoneras para enrutar las señales recibidas al equipo de medición y otras 4 para evaluar su estado antes de ser enviadas a la etapa de transmisión.

Las tarjetas de video estarían contenidas en un gabinete, se estimaron 4 gabinetes. Estas tarjetas se utilizarían para distribuir señales de referencia de pulsos, señales de prueba (para ajuste y análisis), y las señales de servicios a transmitir. La capacidad de los gabinetes de audio era de 12 tarjetas, se utilizarían también para distribuir señales de prueba y las señales de audio correspondientes a cada servicio de televisión. En ambos casos se estimaron distribuidores extras para enrutar señales adicionales.

Los monitores profesionales de video de 19" entregaban la mejor resolución de su tiempo y mostrarían la calidad con que se iba a transmitir la señal al satélite y con qué calidad se recibirían ya que también se monitorearía el "regreso de las señales" para el análisis completo del enlace satelital.

El equipo de medición de video y audio sería el mismo que se tenía en la red analógica por lo que sólo fue necesario modificar las conexiones.

Los monitores de video de 9" y los receptores digitales de monitoreo se utilizarían para observar permanentemente el buen estado del enlace de bajada, de esta manera se garantizaba que el enlace de subida estaría estable.

Todo este esquema tecnológico conformaría la etapa de procesamiento y enrutamiento de la Sala Central.

En el siguiente esquema se muestran las etapas de procesamiento y evaluación de las señales que conformarían la red de televisión.

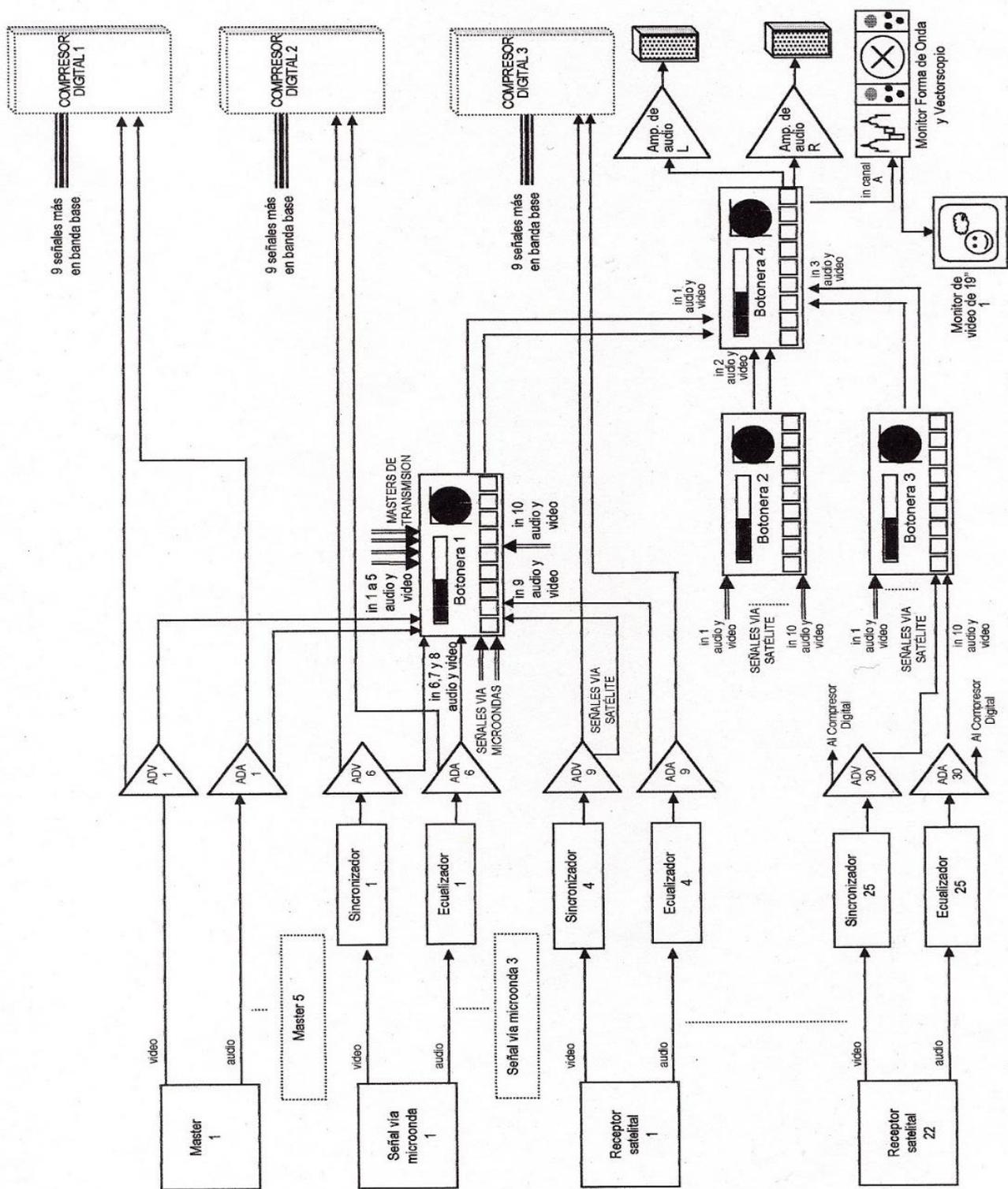


Figura 3. Etapas procesamiento y evaluación de las señales que conformarían la red de televisión

Al tren de señal establecido se integraría un proceso imprescindible: La Compresión Digital, tema que se desarrolla en el siguiente capítulo.

5.3. Análisis de Interferencias

Para este propósito se contrató a una empresa especialista la cual realizó el estudio de interferencias tomando como principio dos aspectos importantes: las interferencias que pudieran causar otros servicios o sistemas de telecomunicaciones a la estación terrena; y las que en funcionamiento, la estación terrena pudiera causar a otros servicios o sistemas. Fue necesario reducir al mínimo las posibilidades de interferencia de parte de la estación, el Control Satelital fue la instancia que indicó la potencia a la que debíamos transmitir para evitar dichas interferencias. Por otro lado, se consideraron las interferencias producidas por el tráfico de señales aledañas que podían interferir a nuestro servicio.

El espacio situado sobre el horizonte local debía estar lo suficientemente despejado para asegurar la visibilidad de todos los satélites que pudieran localizarse durante el funcionamiento previsto para la estación terrena.

Con los resultados presentados por la compañía contratada, se determinó que no se tenían problemas para la transmisión de nuevas señales.

5.4. Ampliación del suelo requerido para instalar la nueva red

Construcción de casetas para administración, control y operación de la red; para oficinas administrativas, áreas de mantenimiento y almacén. Todas acondicionadas acústicamente, en altura, temperatura y con ductos para cableado y aire acondicionado. El tendido de cable para las conexiones se montaría en una escalerilla fijada al techo a lo largo de las instalaciones.

5.5. Condiciones ambientales

En lugares con climas templados y tropicales se requiere controlar las condiciones de humedad y temperatura, fue necesario diseñar un sistema de enfriamiento que regulara las altas temperaturas que generaban los equipos, sobre todo en la cabina de la estación terrena ya que los HPA iban a despedir calor por la alta potencia que generaban. Las demás salas de control y operación iban a requerir también de un sistema de aire acondicionado que nivelara la temperatura generada por el equipo y personal operativo.

Para este fin se eligieron 3 unidades centrales o paquetes de aire acondicionado UP o RTU (*Unit Package o Roof Top Unit*) de 5 toneladas. Estas unidades contienen los 4 elementos del circuito básico de refrigeración en un solo gabinete (Condensador, Evaporador, Compresor y Elemento Expansor).

En términos de enfriamiento

- 12 000 BTU/h = 1 tonelada de refrigeración = 3000 frigorías/h.

Una BTU representa la cantidad de energía que se requiere para disminuir a un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales. Un pie cúbico de gas natural despiden en promedio 1000 BTU, aunque el intervalo de valores se sitúa entre 500 y 1500 BTU.

Las especificaciones principales son:

Marca: Carrier

Capacidad: 60,000 BTU/hr

Dimensiones de cada unidad: 101.1X137.2X88.9 cm

peso 155 kg

220 V, 60 Hz, 1 fase

Los ductos de enfriamiento de las 3 unidades fueron distribuidos en todas las salas de operación dando prioridad a la estación terrena y al banco de baterías.

5.6. Sistema eléctrico

Para lograr alimentar eléctricamente toda la infraestructura con que iba contar el proyecto a partir de la nueva red, se diseñó un sistema de distribución eléctrica flexible, eficiente y seguro con la posibilidad de soportar el incremento de la carga, es decir alimentar a los nuevos equipos de transmisión, de edición, de fuerza motriz, de iluminación y de servicio en oficinas.

La compañía contrató a una empresa suministradora una acometida de 23 kV, a su vez la subestación contaría con un transformador de 300 kVA con relación de transformación 23 kVA/220/120 V.

En el caso de que la energía suministrada fallara, se adquirió e instaló una planta de emergencia con un tablero de transferencia automático asociado a un banco de baterías para soportar la carga del sistema durante el tiempo de estabilización (50 ms aproximadamente).

5.7. Sistema de tierras

Debido a que los equipos contaban con elementos electrónicos muy delicados, las variaciones de voltaje, así como las fallas a tierra podían provocar daños muy costosos o accidentes al personal asignado a estas áreas. En atención a esto, se procuró tener una alta seguridad para su personal en el manejo de corriente alterna y de corriente directa, y se instaló una red de tierras que cubría toda el área del edificio y de ella se tomarían todos los conductores de puesta a tierra. La correcta conexión a tierra garantiza la igualación de los potenciales en cada uno de los equipos, reduce su impedancia y proporciona protección contra altas tensiones y descargas; y disminuye el ruido en los sistemas electrónicos.

6. OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA PARA LA TRANSMISIÓN DE LAS SEÑALES DE UNA RED DIGITAL DE TELEVISIÓN

6.1. Compresión Digital

En su momento, las nuevas técnicas de compresión digital, así como las necesidades de competir en el mercado con una mejor calidad y un mayor número de servicios, hicieron que la compañía se interesara en adquirir un equipo de compresión digital que optimizara el ancho de banda utilizado para la transmisión de sus señales. Con esta tecnología, de vanguardia en esos años, era posible transmitir hasta 16 servicios de televisión.

Este equipo de compresión presentaba como características principales:

- Procesar hasta 16 servicios de televisión en formato NTSC para su transmisión a través de un solo transponder
- La compresión digital que aplicaba a la información estaba basada en la teoría de la transformada coseno discreto y estimación de movimiento
- Estaba habilitado para ofrecer servicios de radio en formato digital MUSICAM (*Masking Pattern Universal Sub-band Integrated Coding and Multiplexing*) que es una codificación de audio y es la base para el formato MPEG.
- Ofrecía la posibilidad de transmitir señales independientes de datos
- Contaba con una pantalla de diagnóstico en los equipos receptores, que permitía verificar las características de la señal que se estaba transmitiendo
- Cada gabinete contenía dos fuentes de alimentación asociadas

Brevemente describiremos el principio de funcionamiento y estructura:

Cada servicio de televisión TSP (*Television Service Processor*) estaba compuesto por una señal de video en formato digital, tres pares de audio estéreo digitales, un canal de datos asíncronos (tren de datos no asociados a ninguna señal temporizada), un canal de datos síncronos (tren de datos regido por la señal de pulsos generados por el equipo) y un canal de datos auxiliares.

Cada TSP era procesado dentro del equipo compresor de manera independiente por tres tarjetas:

- SC (por sus siglas en inglés, *Standard Converter*): Convirtiendo la señal a formato digital SD con sus tres pares de audio y datos.
- DSE (por sus siglas en inglés, *Digital Service Encoder*): Dedicadas a codificar los servicios en base a un sistema de encriptamiento propio de la tecnología DigiCipher II, asociando mensajes de control y comercialización.
- DVC (por sus siglas en inglés, *Digital Video Compressor*): Proceso de compresión digital bajo los principios de eliminación de información redundante, aplicando la transformada coseno en tiempo discreto, estimación de movimiento y predicción de movimiento bidireccional.

Al final todos los servicios eran integrados en dos tarjetas más PM y FPM dedicadas a integrar los servicios en una sola señal. La PM recibía el flujo de datos entregados por cada tarjeta DVC y los multiplexaba. La FPM modulaba la señal en modo QPSK (por sus siglas en inglés, *Quadrature Pulse Shift Keying*), y procesaba la corrección de error FEC (por sus siglas en inglés, *Forward Error Correction*), asignando una FI de 70 MHz para ser entregada a la etapa de transmisión. La corrección de error FEC consiste en destinar un rango de ancho de banda para enviar bits comparativos que permiten corregir anticipadamente la información o bits erróneos.

Este Sistema de Compresión Digital combinaba dos tecnologías: Compresión de señales de radiodifusión vía satélite y un alto nivel de codificación de señal.

El sistema permitía configurar los tres pares de audio, en sus componentes izquierdo L y derecho R, de diferentes maneras: Dual Mono (el canal izquierdo transporta un audio totalmente independiente al canal derecho); y Estéreo (dos señales con información complementaria entre ellas a fin de disponer de mayor fidelidad de sonido).

Aún en la actualidad, un sistema asociado al de Compresión Digital es el de Control de Acceso. Como hemos mencionado el sistema de compresión convierte las señales de video, audio y datos en señales digitales bajo algoritmos matemáticos que reducen la cantidad de información y estas señales son codificadas de manera que sólo el receptor digital que funciona bajo el mismo protocolo de acceso podrá desplegar las señales si es que la información de datos contiene el comando de autorización. Los mensajes de autorización forman parte de los mensajes de control y son transmitidos al satélite con la señal de video, audio y datos.

El Sistema de Control de Acceso permitía:

- Obtener listados de actividades, diagnóstico y mensajes de error del compresor
- Obtener listados de la cantidad de receptores autorizados para cada señal
- Monitoreo de las tarjetas del compresor mencionadas anteriormente
- Monitoreo de control para el ancho de banda asignado a cada servicio en el proceso de multiplexaje

Dentro del Sistema de Configuración y Control de Acceso se realizaban las siguientes funciones:

- Configuración del codificador
- Definición del número de servicios, sus parámetros y asociación de componentes de audio y datos
- Configuración y control de los programas de codificación
- Definición de tarjetas de autorización para cada servicio
- Autorización y desautorización de receptores

COMPRESOR 1						
TSP	TIPO DE SEÑAL	AUDIO 1	AUDIO 2	AUDIO 3	DATOS SÍNCRONOS	DATOS ASÍNCRONOS
0	NOTICIAS Y PROGRAMACION VARIADA	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
1	DEPORTES	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
2	PROGRAMACION VARIADA	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
3	PELÍCULAS	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
4	VIDA ANIMAL	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
5	DEPORTES	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
6	INFANTIL	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
7	INFANTIL	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO

8	PROGRAMACION ESPAÑOLA	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
9	PELÍCULAS	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
COMPRESOR 2						
TSP	TIPO DE SEÑAL	AUDIO 1	AUDIO 2	AUDIO 3	DATOS SÍNCRONOS	DATOS ASÍNCRONOS
0	PELÍCULAS MEXICANAS	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
1	INFANTIL	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
2	NOTICIAS Y PROGRAMACION VARIADA	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
3	PROGRAMAS DE REVISTA	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
4	ACTIVIDAD POLÍTICA	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
5	VIDEOS MUSICALES	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
6	NOTICIAS	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
7	VIAJES	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
8	CUIDADO DEL HOGAR	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
9	ARTE Y CULTURA	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
COMPRESOR 3						
TSP	TIPO DE SEÑAL	AUDIO 1	AUDIO 2	AUDIO 3	DATOS SÍNCRONOS	DATOS ASÍNCRONOS
0	PROGRAMAS PARA LA MUJER	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
1	INFANTIL	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
2	INFANTIL	DUAL MONO	STEREO	NO	NO	NO
3	PROGRAMAS ARGENTINOS	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
4	PROGRAMAS DE AMÉRICA LATINA	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
5	INFANTIL	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
6	RELIGION	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
7	INFANTIL	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
8	VIDEOS MUSICALES	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO
9	VIDEOS MUSICALES	DUAL MONO	NO	NO	NO	NO

Tabla 6. Señales de televisión que conformarían la red, distribuidas en los 3 compresores

De estos tres compresores obtendríamos tres señales en frecuencia intermedia a 70 MHz, los convertidores trasladarían esta frecuencia en banda C al valor que les fuera asignado por el Control Satelital de SATMEX² en este caso.

6.2. Subsistema de Estación Terrena

Las señales digitales a 70 MHz y multiplexadas en formato QPSK serían enrutadas a los equipos que conformarían la Estación Terrena para ser transmitidas al satélite. El Sistema de *Uplink* que fue diseñado para el proyecto daría servicio a los Sistemas de Cable de toda la república.

La Estación Terrena estaría integrada por los siguientes subsistemas:

6.2.1. Subsistema de RF

En la trayectoria de transmisión el sistema de RF recibiría las señales FI provenientes de los compresores digitales, cada una de las tres señales sería entregada a los convertidores de frecuencia de subida para transportarla de FI a RF en banda C, el arreglo de convertidores de subida (*Up Converters*) fue diseñado con el fin de proteger la trayectoria de la señal, si alguno de ellos fallaba, el *switch* para los *Up Converters* detectaría esta falla y automáticamente enviaría un pulso de cambio a los conmutadores (*switch ball*) para liberar al convertidor que presentara la falla y enrutar la señal a través del convertidor de respaldo sin interrumpir la transmisión. Los convertidores de frecuencia realizarían un control automático de frecuencias, filtrarían el espectro de la portadora modulada, realizarían un control automático de nivel y trasladarían la señal a la banda C.

De los convertidores de subida la señal pasaría a su respectivo amplificador de potencia de RF (HPA) que se encontraría en línea, el cual se encargaría de amplificar la señal de RF a un nivel adecuado para su transmisión hacia el satélite. De la misma manera que el arreglo para los convertidores de subida, los amplificadores de potencia se instalarían bajo un arreglo similar que permitiría proteger la trayectoria de la señal en estos puntos. Cada salida de los amplificadores se encontraría en línea, pasaría a través de una guía de onda al alimentador de la antena y las frecuencias reflejadas pasarían a través de un filtro de armónicas (resistencias de carga para onda reflejada). El filtro de armónicas se encargaría de rechazar las frecuencias anómalas y que éstas no fueran reflejadas hacia el HPA, evitando con esto la pérdida de potencia y un sobrecalentamiento del equipo.

Una guía de onda es un conducto metálico hueco fabricado bajo riguroso control de aislamiento y dimensiones, a través del cual la señal de RF es transmitida. La conducción de las señales a través de guías de onda se aplicaría a partir de los convertidores de frecuencia hasta el alimentador de la antena.

Los amplificadores de potencia estaban diseñados para trabajar de manera óptima al 50% de su capacidad. Cada uno de ellos estaba compuesto por un amplificador de potencia intermedia, un tubo de tecnología KLYSTRON de 24 canales de 3000 W que podía operar en toda la banda C de subida; una fuente de alimentación de alto voltaje, un módulo de control y un sistema de enfriamiento

² Sistema de Satélites Mexicanos. En 1985 se lanza al espacio (desde Cabo Cañaveral USA) el primer satélite mexicano Morelos I construido por la empresa Hughes e inicia la construcción del Morelos II. Entre 1995 y 1996 se concreta la primera Reforma de Telecomunicaciones en México, con la cual inicia el proceso de privatización de Servicios Fijos Satelitales de Telecom, Esta razón social es el antecedente de Satmex

6.2.2. Subsistema de Antena Transmisora

La antena transmisora de 8.1 m de diámetro fabricada en aluminio y el alimentador se encargarían de enviar los 30 servicios a través de 3 señales portadoras hacia el satélite Solidaridad 1.

La antena tendría movimientos en acimut y elevación gracias a una sofisticada estructura de soporte.

Las características más importantes de la antena eran:

- Cumplimiento de los patrones de radiación con las recomendaciones de las normas internacionales
- Óptica Cassegrain de alta eficiencia (consiste en un subreflector que concentra las ondas captadas por el plato, está montado en un tripié al frente de la antena y entrega estas señales al alimentador de corneta al centro de la misma)
- Alta Ganancia
- Máxima duración con un mínimo mantenimiento
- Alimentador disponible para reuso de frecuencias
- Un sistema de pedestal que proporcionaba la robustez y exactitud de apuntamiento necesarios.

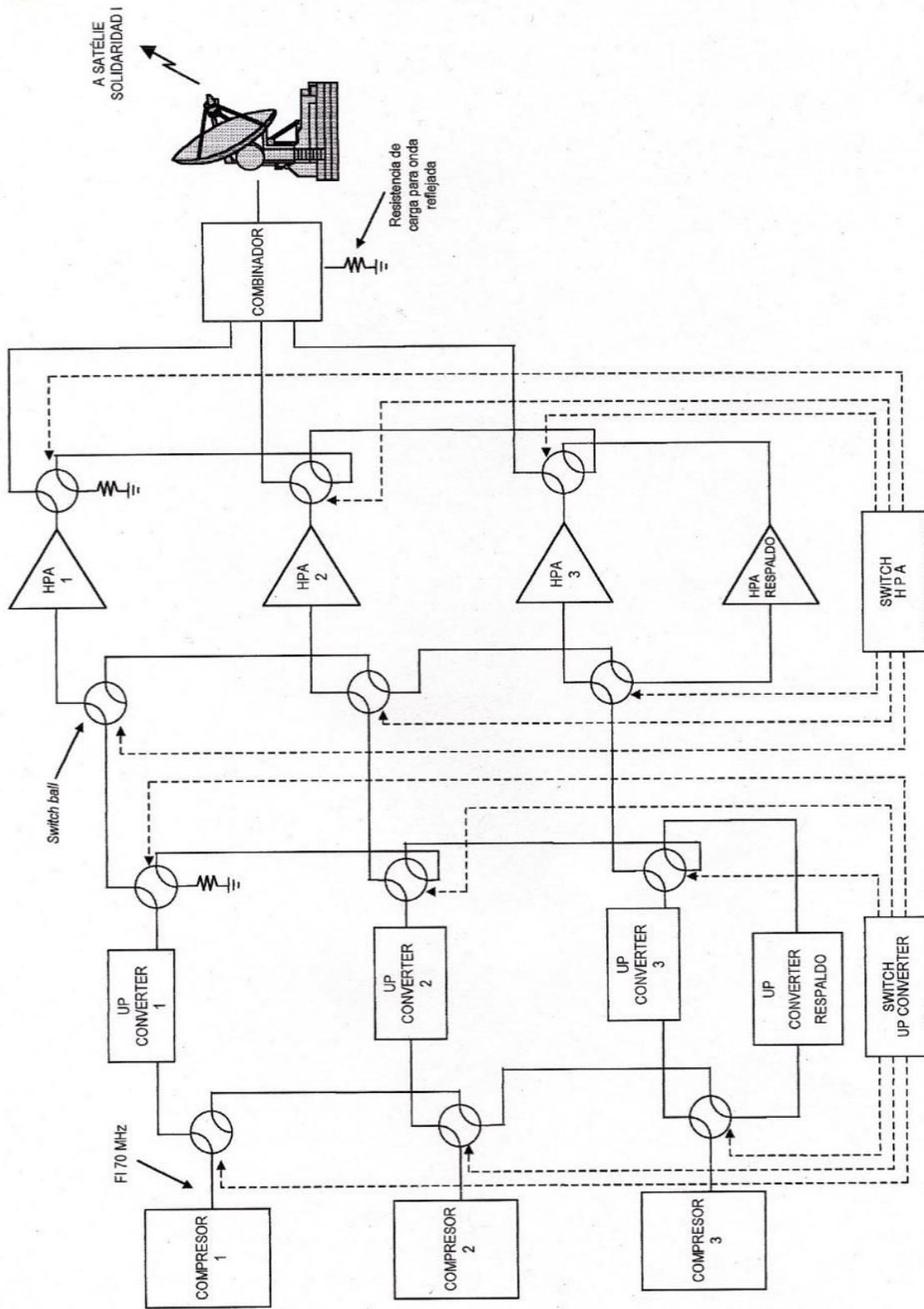


Figura 4. Subsistema de RF para la red de Televisión

6.2.3. Subsistema de Recepción (para fines de monitoreo)

Serviría para monitorear las señales de televisión a la bajada del enlace satelital y estaría integrado por 30 receptores satelitales compatibles con la tecnología de transmisión, una antena receptora de 5 m de diámetro, un amplificador convertidor de bajo ruido LNB de alta estabilidad y un sistema de monitoreo de audio y video ubicado en la Sala Central.

Con esto finaliza la descripción y fundamentos del proyecto, resta describir mi participación durante el diseño, preparación y puesta en marcha de la red.

7. MI PARTICIPACIÓN PROFESIONAL EN EL PROYECTO

Antes del proyecto pertenecía yo al área de Instalaciones y Mantenimiento que dependía directamente de la Dirección de Ingeniería de la empresa, mis funciones principales eran instalar, atender incidencias y fallas del equipo, dar mantenimiento preventivo y correctivo, llevar un registro de la operación e inventario de equipo.

Al inicio del proyecto siete ingenieros y yo fuimos convocados para participar en la preparación de las condiciones del terreno, cotizaciones de equipo, estudios de funcionamiento y deliberaciones para decidir sobre las mejores ofertas de acuerdo al requerimiento y diseño del tren de señal que conformaría la nueva red. Considero que mis aptitudes, formación técnica, razonamiento estructural y conocimientos adquiridos durante mis estudios de Ingeniería en Electrónica, así como la disposición de trabajo en equipo, me validaron como un elemento conveniente y apto para contribuir al desarrollo del proyecto.

En particular se nos capacitó en el conocimiento y principios de operación del compresor digital, un elemento nuevo con tecnología y funciones de última generación en esos años. Viajamos a San Diego, California para recibir el curso de “*DigiCipher II Encoder Operation and Maintenance Training*”. Al regreso participé en la instalación y programación del compresor, además en el montaje de los demás equipos que conformarían la red en las diferentes etapas.

El periodo de pruebas fue especialmente delicado ya que seguíamos operando la red analógica y no era posible interrumpir la transmisión para enviar señal digital de prueba, así que configuramos una pequeña red en banda L que simulaba la transmisión con señales digitales, sin embargo, ya avanzado el proyecto fue necesario hacer pruebas reales durante las madrugadas, previo aviso a los Sistemas de Cable para darles a conocer que suspenderíamos la transmisión por unas horas.

Elaboré diagramas de flujo y de trayectoria de señal, manuales de operación y procesos, esquemas sobre cómo estaba conformado el arreglo de algunos subsistemas de la red, la conformación y disposición de las señales en la nueva red y, aunque no participé en la coordinación para la distribución de los receptores satelitales a nivel nacional, si elaboré manuales de procedimiento para la programación de los decodificadores como apoyo al personal técnico de las diferentes cabeceras de cable distribuidas en el país.

En un principio, la puesta en marcha de la red digital arrojó problemas en los puntos receptores y fue necesario atender y brindar asesoría a los operadores en las Cabeceras de Recepción y Control (CRC) en los Sistemas de Cable ya que tenían dificultades para desplegar las señales, esto nos llevó más de una semana trabajando largas jornadas.

Habiendo estabilizado el funcionamiento de la red en sus diferentes etapas incluso en los puntos de recepción, fuimos reubicados para desempeñar actividades definitivas.

Se me asignó el cargo de “Coordinador de Sistemas de Codificación” mis funciones principales fueron:

- Mantenimiento, control y programación de los Sistemas de Compresión y Codificación
- Creación y control de una base de datos como sistema de información sobre de todos los receptores activados en la República y sus datos generales
- Atención y apoyo técnico al personal de las Centros de Recepción y Control en los Sistemas de Cable que eran nuestros principales clientes en el área de Codificación.

Posteriormente, en una reestructuración del área, me promovieron como “Jefe de Sala Central de Distribución y Control”, desempeñando las siguientes actividades:

- Supervisión y control de las actividades y el personal en la Sala Central de Audio y Video
- Coordinación con áreas técnicas como enlace entre la producción y la transmisión de las señales
- Recepción, distribución y evaluación de las señales que se reciben en la Sala Central, así también el análisis y evaluación de las señales transmitidas desde el Telepuerto.
- Atención a los Clientes y asesoría técnica
- Programación de Equipo Digital para la Recepción y Transmisión de Señales
- Participación en el diseño y realización de nuevos proyectos y mejoras a la red digital

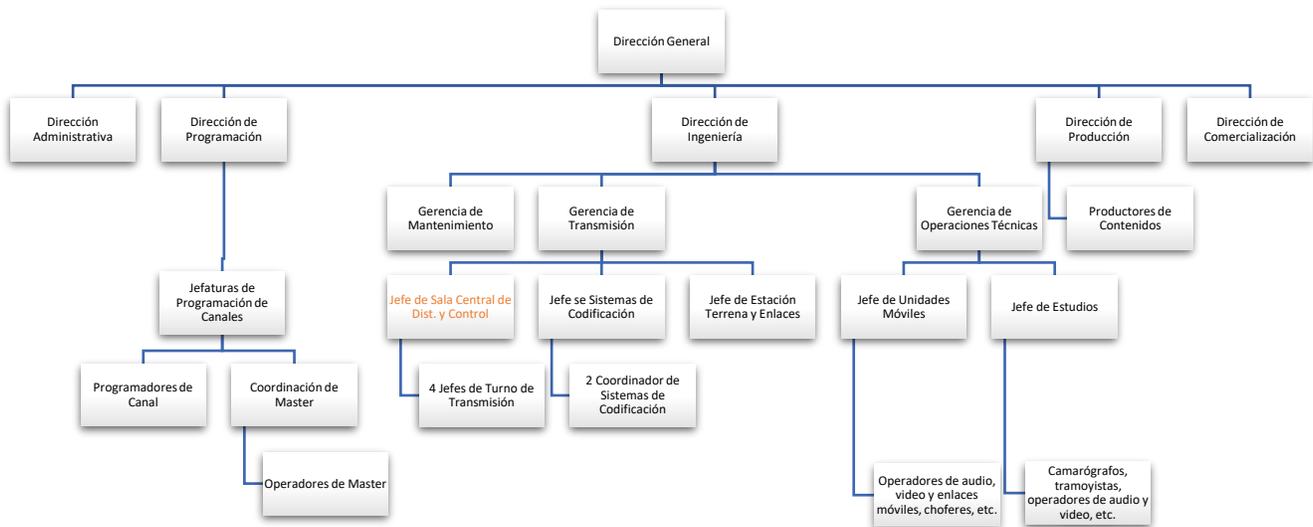


Figura 5. Organigrama a partir del proyecto y el cargo que me fue asignado

Como Jefe de Sala Central mantenía comunicación constante con las áreas de Programación que demandaban servicios de señales provenientes de enlaces satelitales o modificación de sus fuentes de señal en los Controles Maestros para incluirlas en la pauta de transmisión que generaban los Programadores de Canal. También me coordinaba con el personal de la Gerencia de Operaciones Técnicas para la recepción de las señales que ellos generaban y debían ser entregadas a los Controles Maestros o a las cabinas de producción de acuerdo a la pauta de transmisión.

Indudablemente la buena comunicación con las Jefaturas de Codificación y Estación Terrena era muy importante para generar una transmisión constante, sin incidentes y bajo las normas establecidas. La Gerencia de Transmisión, aun ahora, es el último eslabón de un trabajo coordinado de todas las áreas que integran la empresa, lo que implica una alta responsabilidad y cuidado en las actividades.

8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como mencioné al principio de este trabajo, la implementación de la Red Digital y el Telepuerto marcó la pauta para que la compañía que desarrolló este proyecto se convirtiera en el operador de señales de televisión más importante del país. Los programadores que actualmente tienen contratado el servicio de Uplink confían en la cobertura que les garantiza más de 3 millones de usuarios, pues la capacidad de penetración de esta empresa obedece a que tiene como afiliados a la mayoría de los Sistemas de Cable del país.

Durante el desarrollo de este proyecto reafirmé los conocimientos y conceptos teóricos adquiridos a lo largo de mis estudios profesionales, logrando conciliarlos con el desarrollo de un sistema real y muy importante para la empresa, pues implicó una fuerte inversión económica y delicados acuerdos comerciales que significaron, para el personal que participó en él, una alta responsabilidad y asertividad en las decisiones.

El éxito en la ejecución dependía de nuestras habilidades, conocimiento pleno de los objetivos, capacidad de análisis y criterio para elegir las mejores opciones dentro de la lluvia de ofertas y variedad de equipo que nos ofrecían las marcas más importantes, confiables y de calidad profesional. Estas decisiones incluyeron también la distribución estratégica de los elementos y la administración de recursos.

Debo reconocer el talento indiscutible de los ingenieros que concibieron y lideraron este proyecto; mis conocimientos teóricos no hubieran sido suficientes sin la enseñanza y la instrucción que de ellos recibí.

El conocimiento que adquirí está plasmado en el presente trabajo, didácticamente estructurado y tiene la finalidad de reflejar verazmente lo que está detrás de las imágenes de televisión que cotidianamente disfrutamos en casa. Lo que puede ser un simple modo de entretenimiento e información para el público, significa en cambio, una alta responsabilidad, planeación, arduo trabajo y crecimiento profesional para el personal técnico de cualquier empresa de telecomunicaciones.

Mi desarrollo en esta compañía a lo largo de 14 años, me permitió conocer paso a paso las tareas que implican la generación de una señal de televisión, sus condiciones comerciales, restricciones de tiempos, derecho de contenidos, etc. También me permitió estar al corriente del avance constante de la tecnología en la industria de la televisión.

Al término de mis estudios profesionales y después de haber concluido mi servicio social en TV UNAM, fui contratada como operadora de master en esta compañía; desde un principio pude aplicar los conocimientos que adquirí durante mis estudios a nivel profesional en las asignaturas de Comunicaciones y Electrónica que cursé en mi plan de estudios como: Radio Micro-ondas y Satélite, Radiación y Propagación, Sistemas de Comunicaciones I y II, Análisis de Señales y Modulación, Medición e Instrumentación, Control Digital, Teoría Electromagnética, etc.

Poco a poco fui logrando ascensos gracias a mi desempeño, actitud y conocimientos; al final como Jefe de Sala de Control Central, había recorrido la mayor parte de las áreas técnicas en la empresa y mi experiencia profesional se había enriquecido considerablemente.

Posteriormente participé por breves periodos en proyectos temporales y servicios ocasionales que me permitían seguir vigente e incrementar mi experiencia. En los últimos 9 años me desempeñé como Gerente de Ingeniería en una empresa dedicada al entretenimiento que producía un canal de televisión, éste contenía programas de producción propia y algunos contenidos adquiridos de importantes compañías a nivel internacional. Mis funciones eran diversas, estaba a cargo de todas las áreas técnicas del canal: El Control Maestro de Transmisión, los enlaces de microondas y de recepción satelital, las áreas de producción y diseño, el soporte y mantenimiento, etc. De la misma

forma que en el Telepuerto, la estancia en esta empresa me permitió ampliar mis conocimientos, además incursionando en nuevos asuntos administrativos, de coordinación y atención a proveedores, de atención a afiliados, distribución de equipo, etc. Mi desempeño en esta última empresa ha sido reconocido por mi capacidad de resolver problemas y la iniciativa para desarrollar nuevos proyectos y soluciones que mejoran la funcionalidad y amplían la proyección del canal.

En mi experiencia personal puedo decir que haber estudiado la carrera de Mecánico Electricista Eléctrica-Electrónica, me ofreció una amplia gama de opciones a nivel profesional. Un egresado de esta carrera tiene oportunidades en los campos de Telecomunicaciones, Comunicaciones Digitales, Sistemas de Energía y Control, Microprocesadores, Desarrollo Tecnológico, etc. Yo elegí la Televisión y el ejercicio de mi carrera me ha brindado muchas satisfacciones a nivel personal y laboral, he tenido la oportunidad de conocer ambientes y sistemas que sin esta preparación escolar me hubiera sido imposible acceder a ellos.

GLOSARIO

Ancho de banda	Bandwith (BW) Medida, en frecuencia, del espectro utilizado o la capacidad de un determinado medio. Medida de capacidad de comunicación o velocidad de transmisión de datos de un circuito o canal. Cantidad de información que puede transmitirse en un momento dado. Los sistemas de imágenes digitales suelen requerir grandes anchos de banda; por esta razón muchos sistemas de almacenamiento y transmisión recurren a técnicas de compresión para adaptar la señal reduciendo, por tanto, el ancho de banda.
Banda ancha	<i>Broadband</i> . Generalmente se compara ancho de banda relativo a banda angosta. Por ejemplo, el video es considerado banda ancha en relación a voz. En sistemas de transmisión de telecomunicaciones, cualquier sistema de transmisión que opera a velocidades superiores mayores que la tasa primaria de 1.5 Mb/s en los E.E.U.U o 2 Mb/s en el extranjero. Sin embargo, muchos consideran 1.5-45 Mb/s como banda amplia, y consideran banda ancha a velocidades de más de 45 Mb/s.
Banda C	Banda de frecuencias de 3,7 a 4,2 GHz para recepción. Para transmisión, de 5,925 a 6,425 Ghz.
Banda Ku	Esta gama, utilizada por la televisión y la radio, se extiende de 10,70 a 12,75 GHz en recepción y de 12.75 a 14.50 GHz para transmisión. Es la banda más extendida en Europa, teniendo en cuenta el pequeño tamaño de las parabólicas necesarias para su recepción.
Bit	Unidad mínima de información. Un bit puede presentar dos estados representados por 0 y 1, dígitos correspondientes al sistema de numeración binaria, da aquí su nombre (Binary Digit).
Broadcast	Nivel de calidad mínimo que tiene que tener una señal de televisión para poder ser emitida. Estándar mínimo de calidad aceptado por las emisoras de televisión de todo el mundo y por sus organismos reguladores.
Byte	Agrupación de 8 bits
CAT	<i>Cable Television</i> . Televisión por Cable.
CCITT	<i>Consultative Committee International Telephony and Telegraphy</i> (Comité Asesor Internacional de Telefonía y Telegrafía): Es actualmente conocido como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) la cual establece y desarrolla estándares para las telecomunicaciones.
Cobertura	Ámbito geográfico, espacio o superficie en la que se pueden recibir las señales que se han transmitido por radiofrecuencia. Alcance de una emisión radioeléctrica.
Codificación	Acción de aplicar un código para transformar informaciones electrónicas para facilitar su tratamiento o su transformación. La codificación también se da en las imágenes digitales.
Control de Acceso	Sistema que controla el acceso a los servicios de forma que sólo quien está suscrito pueda verlos. Se asocia con la tecnología necesaria para ofrecer suscripción a servicios pagados lo cual implica la encriptación de señales y el manejo de los abonados. El uso más común sería la Televisión de Pago.
Decodificación	Proceso por el cual el elemento del sistema encargado de convertir la señal digital en señal analógica asigna un valor de intensidad eléctrica proporcional a cada valor numérico que le llega, reconstruyendo la señal analógica original para que pueda ser

interpretada o transmitida por sistemas analógicos. También hace referencia al proceso mediante el que se reconstruye una señal audiovisual alterada técnicamente por parte del emisor para que no pueda ser recibida por un sistema audiovisual convencional; lo emplean los canales de televisión de pago.

Decodificador	Dispositivo independiente que recibe y decodifica la señal de televisión, de forma que pueda visualizarse en un televisor. La señal de origen puede estar encriptada (codificada, habitual en señales de pago) o emitirse en distinta tecnología (televisión digital para recibirse en televisores analógicos).
DTV	Televisión digital. Tecnología que está sustituyendo a los sistemas de televisión analógica. Utiliza ondas de radiofrecuencia que contienen información digitalmente codificada a fin de mejorar la calidad y eficiencia de imagen y sonido. La DTV cuenta con tres niveles de calidad de imagen: SDTV, EDTV y HDTV. Actualmente, es posible acceder a la Televisión Digital mediante las siguientes tecnologías: ondas terrestres, cable, satélite, ADSL y dispositivos móviles.
Encriptado	Proceso por el cual la señal pasa a estar codificada de forma que únicamente con ciertas claves sea posible descodificarla. Este procedimiento se realiza conforme a un algoritmo que es común a todos los países europeos con el objeto de obtener la compatibilidad entre descodificadores.
FCC	<i>Federal Communications Commission</i> (Comisión Federal de Comunicaciones de EEUU): Agencia reguladora del sector de telecomunicaciones de los Estados Unidos. Establecida por la Ley de Comunicaciones de 1934. Esta a cargo de vigilar telecomunicaciones interestatales, como también servicios de comunicación originados y terminados en los EEUU.
FI	Frecuencia Intermedia que se obtiene mezclando la señal de entrada con una generada localmente por un oscilador obteniendo como resultado una frecuencia intermedia fija (FI)
FEC	<i>Forward Error Correction</i> (Corrección de Error Avanzado): Una técnica de transmisión de datos que es capaz de corregir mala transmisión de datos en el lado del receptor usando los bits de corrección y una secuencia algorítmica predeterminada.
Frecuencia	Número de oscilaciones producidas por unidad de tiempo. La frecuencia evalúa el número de veces que este fenómeno se produce en un intervalo dado, su unidad de medida es Hz. Las transmisiones por satélite se hacen en gigahercios (GHz), es decir, con radiaciones electromagnéticas que oscilan miles de millones de veces por segundo.
FPS	Cuadros por segundo (Frames per second).
Frame	Una imagen completa al producirse el barrido entrelazado de dos campos. El equivalente en vídeo a un fotograma en cine.
FPS	<i>Fast Packet Switching</i> (Conmutación Rápida de Paquete): Técnica de transmisión de paquetes que usa paquetes de longitud cortos y fijos para aumentar el rendimiento.
HDTV	Televisión de alta definición que aumenta el tamaño del campo visual, presenta casi el doble de líneas que los sistemas tradicionales y tiene el formato de pantalla de aspecto 16/9 frente al 4/3.
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> (Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica): Una sociedad internacional de ingeniería con más de 300,000 miembros en 130 países. Sus miembros son profesionales técnicos y científicos con

intereses específicos en las áreas de ingeniería electrónica y eléctrica

LNB	Low Noise Block down-converter convertidor de señal de alta frecuencia (Banda Ku), en una señal de menor frecuencia, para que sea posible su distribución a través del cableado coaxial
MMDS	<i>Multichannel Multipoint Distribution Service</i> (Servicio de Distribución Multicanal Multipunto): Sistema de cable inalámbrico que puede proveer múltiples canales análogos, así como también muchos canales digitales.
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i> (Grupo de Expertos de Imágenes Móviles): Un grupo internacional que establece estándares para imágenes comprimidas de video.
NTSC	<i>National Television System Committee</i> (Comité del Sistema Nacional de Televisión): Comité de los Estados Unidos que prepara las especificaciones administradas por el FCC para transmisión comercial.
OTT	<i>Over the top</i> , se refiere a la distribución del contenido de video a través de la internet a los televidentes que pueden tener acceso a ese contenido con un amplio rango de dispositivos incluyendo computadoras, tabletas, smartphone y cajas receptoras por IP
PAL	Fase alternada en cada línea (Phase Alternating Line). Sistema de codificación para televisión en color ampliamente utilizado en Europa y en todo el mundo, casi siempre con el sistema de 625/50 líneas/campo.
Píxel	Abreviatura de "Picture cell". Es el nombre con el que se denomina a una muestra de información de imagen. Es el elemento más pequeño de una imagen de televisión. A más píxeles en una imagen, mayor es la resolución.
QPSK	<i>Quaternary Phase Shift Keying</i> . Es un método de modulación utilizado para las emisiones digitales por satélite. La información está en la fase de la señal modulada, en cuatro estados.
Resolución	Es la cantidad de líneas y de píxeles que componen una imagen de televisión. Cuanto más alto es el número de líneas o de píxeles, la imagen es más nítida y detallada.
RGB	Abreviatura de la señal rojo, verde y azul; los colores primarios en TV.
Satélite de comunicaciones.	Vehículo destinado a girar en torno a la Tierra que permite la recepción y transmisión de señales de radio, televisión, telefonía, Internet, etc.
RF	<i>Radio Frequency</i> (Frecuencia de Radio): Frecuencias electromagnéticas de transmisión, situada entre los 3 KHz y 300 GHz
Transpondedor	Reemisor embarcado a bordo de los satélites, cuya función es retransmitir las señales recibidas desde la estación de subida hacia un lugar de la Tierra. Se le asocia a una o varias antenas de emisión, que determinan, por su forma y orientación, la potencia y la zona de cobertura del haz emitido.
TDT	Acrónimo empleado para denominar la televisión digital terrestre, la modalidad de televisión digital que se transmite por ondas hertzianas a través de antenas y enlaces terrestres.
UHF	Abreviación del término inglés <i>Ultra High Frequencies</i> , utilizada para designar la banda de frecuencias comprendidas entre 300 y 3000 MHz. Actualmente se usa la banda UHF para emitir TDT.

VHF

Abreviación del término inglés *Very High Frequencies*, utilizada para designar la banda de frecuencias comprendidas entre 30 y 300 MHz. A partir de los 50 MHz encontramos frecuencias asignadas, según los países, a la televisión comercial; son los canales llamados "bajos" del 2 al 13. Entre los 88 y los 108 MHz encontramos frecuencias asignadas a las radios comerciales en Frecuencia Modulada o FM. De 108 y 136.975 MHz se encuentra la banda aérea usada en aviación.

BIBLIOGRAFÍA

- Facultad de Ingeniería, “Telecomunicaciones Vía Satélite”, División de Educación Continua, México, 1993.
- Federico Pérez Martínez, “Fundamentos de Sistemas de Televisión”, Universidad Autónoma Metropolitana, 2009.
- Gonzáles Víctor, “Apuntes del Curso de Orientación de Antenas Parabólicas”, ENTEL México, 1998.
- López de Nava D., “Operación y Mantenimiento de Estaciones Terrenas”, ENTEL México 2005
- Tektronix, “Compresión de Audio y Vídeo”, Tektronix México 2002
- Telecomm, “Manual Técnico para el Sistema de Satélites Mexicanos Solidaridad” 6ª, México 1996
- Manuel Madrid-Aris, “Términos Técnicos de Telecomunicaciones”, http://bear.warrington.ufl.edu/centers/purc/DOCS/papers/sp_02.pdf
- “Cómo funciona la radio: frecuencias”, Lurai (1 Abr, 2016), sitio web: <http://lurailabs.com/>
- “Actualización, modificación y resolución del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias” <http://www.ift.org.mx/conocenos/pleno/integrantes-del-pleno/cuadro-nacional-de-atribucion-de-frecuencias>.
- Coordinación General de Estudios de Posgrado e Investigación – CGEPI, Universidad autónoma de Coahuila, www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/imagenes
- Instituto Federal de Telecomunicaciones, “El Espectro Radioeléctrico en México -Estudio y Acciones”,
Disponible en: www.ift.org.mx/sites/default/files/contenido-general/espectro-radioelectrico/el-espectro-radioelectrico-en-mexico.estudio-y-acciones-final-consulta.pdf