



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

---

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE  
DE MÉXICO**

**Problemáticas de la Transición a la Tecnología de la  
Televisión Digital Terrestre en México**

**ENSAYO**

Que para obtener el Título de

**INGENIERO EN SISTEMAS Y COMUNICACIONES**

P r e s e n t a

**C. Christian Stefhani Aviles Batalla**

**Asesor: D. en C. José Martin Flores Albino**

**Atizapán de Zaragoza, Edo. De Méx. Noviembre 2017.**



# RESUMEN

Este ensayo tiene como objetivo dar información para que el lector comprenda como se implementó el cambio tecnológico de la televisión analógica a la televisión digital o Televisión Digital Terrestre (TDT) en México. Lo anterior amplió el panorama de posibilidades de desarrollo del país poniéndolo a la altura de naciones desarrolladas. Existen beneficios económicos, por ejemplo, el aprovechamiento del espectro radioeléctrico. Pero también dificultades que se tienen que vencer para ser un servicio que beneficie a todo el país. Es importante mencionar que la transición ha sido un proceso progresivo, ya que detrás de este cambio tecnológico se han involucrado diversas entidades.

## **Estructura del trabajo**

En este ensayo se dan las propiedades y características de la tecnología de la televisión analógica y digital en el capítulo I. Donde se expone brevemente de la historia de la televisión analógica, la de historia de los inicios de la televisión en México. También se introduce en la tecnología de la Televisión Digital Terrestre y analógica. Se describen los estándares analógicos y digitales y que países utilizan esas tecnologías.

Posteriormente en el capítulo II se trata de la transición de la señal analógica a digital en México sus estrategias, objetivos y políticas. También se desglosan los inconvenientes de haber adquirido esa tecnología, también el uso eficiente del espectro radioeléctrico, los beneficiarios de los programas de apoyo de las instituciones comprometidas.

Finalmente, el capítulo III se encontrará problemáticas del cambio a la TDT, en el cual se hace referencia de las poblaciones urbanas y rurales afectadas, por el cambio de tecnologías, como fueron sucediendo el proceso de los apagones analógicos tiempo, fechas, estados.

# ABSTRACT

This work has the aim to give information to help the reader understand how had been implemented the technological change from **analogue television** to **digital** one, or the change to the Digital Terrestrial Television (DTT) at Mexico. This change extended the scape of possibilities of development of the country by putting it at the level of the first developed nations of the world. There are a lot of economic benefits, for example, the improve of the use of the radio electric spectrum. But also, there are difficulties that must be overcome to be a technological service that benefits the entire country. It is important to mention that the transition has been a progressive process, since different entities have been involved behind this technological change.

## **Organization**

The properties and characteristics of the analogue and digital television is into chapter I. where is exposed briefly the history of analog television, the of history of the beginnings of television in Mexico. It also introduces to the Digital Terrestrial Television and the analog technology. It is describing the analog and digital standards and countries that use it. Later in chapter II the transition from the analog signal to digital in Mexico is concert, their strategies, objectives and policies is explained too and the challenges of this technology change. The efficient use of the radioelectric spectrum is explained and who are the beneficiaries of the support programs and the social institutions that are responsible for its execution. Finally, chapter III will be issues of change to DTT, which refers of the urban and rural populations affected by this technological change.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN: FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS.....</b>	<b>7</b>
1.1 HISTORIA DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA.....	7
1.1.1 <i>Los inicios de la televisión en México</i>	9
1.2 LA TECNOLOGÍA DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE .....	9
1.2.1 <i>¿Qué es la televisión?</i>	10
1.3 TECNOLOGÍA DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA .....	10
1.3.1 <i>Descripción de una señal analógica</i>	12
<i>Atribución de espectro de televisión</i>	22
1.3.2 <i>Países en donde utilizan los estándares Analógicos</i>	34
1.3.3 <i>Resumen: Tecnología de la Televisión Analógica.</i>	35
1.4 TECNOLOGÍA DE LA TELEVISIÓN DIGITAL .....	37
1.4.1 <i>Señal digital</i>	38
1.4.2 <i>Compresión ASI y SMPTE -310</i>	44
1.4.3 <i>Multiplexado por división de frecuencia FDM y TDM</i>	48
1.4.4 <i>Sistema de Acceso Condicional</i>	50
1.4.5 <i>Sistema de gestión de abonados (SMS)</i>	50
1.4.6 <i>Estándares Digitales</i>	51
1.4.7 <i>Estándares utilizados en México</i>	55
1.4.8 <i>Televisión por cable</i>	57
1.4.9 <i>Televisión por satélite</i>	58
1.5 RESUMEN DE CAPÍTULO.....	60
<b>2 TRANSICIÓN DE SEÑAL ANALÓGICA A DIGITAL EN MÉXICO.....</b>	<b>62</b>
1.6 TENENCIA DEL ESPECTRO PARA COMUNICACIONES MÓVILES EN MÉXICO.....	69
1.6.1 <i>Cambios en el medio ambiente</i>	71
1.6.2 <i>Ahorro en el consumo de energía</i>	72

1.7	ESTRATEGIAS.....	73
1.7.1	<i>Objetivos, estrategias y líneas de acción</i>	74
1.8	POLÍTICAS PARA LA TRANSICIÓN DIGITAL.....	76
1.8.1	<i>Política Para La Transición A La Televisión Digital Terrestre</i>	77
1.8.2	<i>Marco Jurídico de la Administración del Espectro en México</i>	80
1.9	RESUMEN DE CAPÍTULO.....	82
<b>3</b>	<b>PROBLEMÁTICAS DEL CAMBIO A LA TDT .....</b>	<b>84</b>
A.	LAS REPERCUSIONES ECONÓMICAS.....	84
B.	CASO DE LAS COMUNIDADES RURALES Y APARTADAS.....	88
i.	<i>Beneficiarios del apagón analógico</i>	93
C.	APROVISIONAMIENTO DE EQUIPO Y COMUNICACIÓN DE ESTRATEGIAS .....	94
i.	<i>Transición para concesionarios y permisionarios</i>	95
ii.	<i>Cumplimientos concesionarios y permisionarios para la cobertura</i>	96
iii.	<i>Plan de comunicación para informar al público sobre la transición</i>	97
D.	EVOLUCIÓN DEL APAGÓN ANALÓGICO.....	98
E.	RESUMEN DE CAPÍTULO.....	100
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>102</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>107</b>
	<b>GLOSARIO.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>
	FECHAS DE ENTREGA DE PANTALLAS Y TABLA DE APAGÓN ANALÓGICO.....	112
	BENEFICIOS EXTRAS SOBRE LA REFORMA DE TELECOMUNICACIONES.....	113

# Lista de Figuras

FIGURA 1.1: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA CÁMARA DE TELEVISIÓN ANALÓGICA. ....	11
FIGURA 1.2: SEÑAL ANALÓGICA. ....	13
FIGURA 1.3 ANCHO DE BANDA DE LA SEÑAL. ....	15
FIGURA 1.4 ESPECTRO DE FRECUENCIA PARA COMUNICACIONES. ....	16
FIGURA 1.5 CARACTERÍSTICAS DE UNA SEÑAL DE VIDEO. ....	18
FIGURA.1.6 CANAL DE UNA SEÑAL DE TELEVISIÓN CON PORTADORAS DE AUDIO Y VIDEO. ....	18
FIGURA 1.7 : REPRODUCCIÓN DE LA SEÑAL DE LUMINANCIA. ....	19
FIGURA.1.8: SEÑAL DE AMPLITUD MODULADA. ....	21
FIGURA 1.9 : SEÑAL DE FRECUENCIA MODULADA. ....	22
FIGURA.1.10: ESPECTRO RADIO ELÉCTRICO, USOS ADICIONALES DE LAS BANDAS HF, VHF Y UHF. ....	25
FIGURA.1.11: ESPECTRO DE UN CANAL DE TELEVISIÓN CON COLOR NORMA NTSC. ....	31
FIGURA.1.12: SISTEMA PAL. ....	32
FIGURA 1.13: TRANSMISOR SECAM. ....	33
FIGURA 2.14 DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TV COLOR ANALÓGICOS EN EL MUNDO. ....	35
FIGURA 2. 15. SEÑAL DIGITAL. ....	39
FIGURA 2.16: TV ANALÓGICA CONTRA TV DIGITAL. ....	40
FIGURA 2. 17: REPRESENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA DE RADIOFUSIÓN DIGITAL DE CONSTRUCCIÓN. ....	42
FIGURA 1.18: COMPRESIÓN DOLBY AC3. ....	44
FIGURA 2. 19: DIAGRAMA DE MODULACIÓN DIGITAL. ....	46
FIGURA 2. 20: MULTIPLEXADO EN FRECUENCIA Y EN TIEMPO. ....	49
FIGURA 2. 21: SEÑALES RF DE UN TRANSMISOR ANALÓGICO DIGITAL. ....	56
FIGURA 2. 22: CUADRO DE LA TDT Y VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SEÑAL ANALÓGICA Y DIGITAL. ....	60
FIGURA 2.1: ENCUESTA DE LA PENETRACIÓN DE TELEVISIÓN ABIERTA EN LOS HOGARES, INEGI, 2012. ....	64
FIGURA 2.2: HOGARES POR TIPO DE TELEVISIÓN (INEGI MODUTIH 2013). ....	64
FIGURA 2.3: HOGARES QUE DEPENDEN DE LA TV ABIERTA ANALÓGICA. FUENTE SCT, CON BASADO EN ENCUESTA MODUTIH 2010, 2011 Y 2013 INEGI. ....	65
FIGURA 2.4: ATRIBUCIONES CONSTITUCIONALES DE LA TDT. ....	76
FIGURA 3.1: FRECUENCIAS DE TELEVISIÓN COMERCIAL. ....	87
FIGURA 3.2: PRINCIPALES CIUDADES DE PENETRACIÓN DE TELEVISIÓN PARA LA SEÑAL DIGITAL. ....	89
FIGURA 3.3: COMPLEMENTOS URBANOS O ÁREAS RURALES. ....	90

FIGURA 3.4: INGRESO PROMEDIO HOGARES SIN TV.....	91
FIGURA 3.5: INGRESO PROMEDIO DE TELEHOGARES ANALÓGICOS. ....	91
FIGURA 3.6: GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DE APAGONES ANALÓGICOS MÉXICO. ....	100

# Lista de Tablas

TABLA 1.1: CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL ANALÓGICA.....	12
TABLA 1.2: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SEÑAL ANALÓGICA.....	13
TABLA 1.3: ATRIBUCIONES DE ESPECTRO DE TELEVISIÓN.....	23
TABLA 1.4: RANGOS DE FRECUENCIA.....	26
TABLA 1.5: ASIGNACIONES DE FRECUENCIA PARA LOS CANALES DE TELEVISIÓN EN VHF Y UHF (CABRERA, 2015).	26
TABLA 1.6: NÚMERO DE LÍNEAS EN QUE SE DESCOMPONE UNA IMAGEN.....	27
TABLA 1.7: PAÍSES QUE UTILIZARON SECAM Y CAMBIARON.....	34
TABLA 1.8: ESTÁNDARES ANALÓGICOS. ....	34
TABLA 1.9: PAÍSES QUE UTILIZARON NTSC. ....	34
PAL: TABLA 1.10: PAÍSES QUE UTILIZARON PAL. ....	34
TABLA 1.11: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SEÑAL DIGITAL.....	39
TABLA 1.12: ESTÁNDARES DIGITALES .....	53
TABLA 1.13: PAÍSES QUE UTILIZAN ESTÁNDARES DIGITALES.....	55
TABLA 1.14: COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS.....	56
TABLA 1.15: CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES DE RF TRANSMISOR ANALÓGICO Y DIGITAL.....	56
TABLA 1.16 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN.....	59
TABLA 2.1: CLASIFICACIONES DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....	68
TABLA 2.2: CLASIFICACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. ....	68
TABLA 2.3; CANAL DE UNA SEÑAL DE TELEVISIÓN CON PORTADORAS DE AUDIO Y VIDEO.....	74
TABLA 2.4: ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN.....	75
TABLA 3.1: COMUNIDADES INDÍGENAS CON FALTA DE ACCESO A LA TDT.....	93
TABLA 3.2: EVOLUCIÓN DE LOS APAGONES ANALÓGICOS EN MÉXICO.....	98

## Planteamiento del problema

En la actualidad México está en un proceso de cambio tecnológico en la comunicación de la señal de televisión. Como consecuencia de cambio de la transmisión de la señal analógica a digital, por tal motivo se realizaron reformas en el campo de las telecomunicaciones. El 10 de junio del 2013 fue promulgada la reforma de telecomunicaciones en México. Los avances tecnológicos en la televisión tradicional se ven reflejados en la mejora de la calidad de la señal, así como de los servicios agregados que incorpora. La señal de televisión es un servicio público de interés general que además de informar y entretener, proporciona un medio de integración nacional. El Estado como garante de las libertades, debe garantizar la prestación del servicio de televisión en condiciones de calidad y equidad para los usuarios y de competencia para los concesionarios con el objetivo de beneficiar a toda la población. El servicio de televisión debe garantizar la pluralidad y disposición de la información para todo ciudadano.

Con la llegada de la televisión digital terrestre, o **TDT**, se inició un proceso de cambio en todo el mundo hacia la utilización de esta tecnología. El servicio de TDT se centra en el usuario para garantizar un acceso equitativo a los servicios de telecomunicaciones.

La transición de la televisión analógica a digital se denomina como “*apagón analógico*”, los gobiernos de cada país establecen las políticas y plazos para llevar a cabo este cambio. Este proceso de transición incluyó campañas de información y de comunicación para los concesionarios, permisionarios y el público en general. (Mignon, 2012). Se dice que este cambio ayudará a nuestro país para tener mejor servicio de televisión. En la TDT además de la señal digital de televisión (audio y video) incluirá la posibilidad de cambiar el idioma de la transmisión, poner subtítulos en varios idiomas, tener una guía de la programación y dará servicios interactivos. Otro beneficio que se obtendrá será que personas con discapacidades hagan uso de facilidades que les auxiliará en el acceso de la información. La TDT tendrá estas capacidades debido al uso de datos digitales comparado con las señales analógicas.

## **Descripción de la problemática**

En diciembre del año 2015, en México se inició la última etapa del “apagón analógico”. Esto significa que la señal análoga de televisión dejó de transmitirse por todos los concesionarios y permisionarios de canales de televisión en México. El gobierno de México está desarrollando un plan nacional para esta transición que implica el cambio de transmisores de tipo análogo a digital. Esto involucra a diversos organismos en México, significa un gran reto nacional, debido a la importancia que la televisión tiene como medio de información, entretenimiento y educación.

En este ensayo se tiene el objetivo de investigar la problemática tecnológica y económica durante esta transición tecnológica. Al inicio se presentan los antecedentes de la televisión analógica como base histórica de la evolución de esta tecnología, posteriormente se dan las características de funcionamiento de la tecnología digital en televisión. La señal de televisión digital tiene características que la hacen superior en calidad y en servicios, por lo que se presentarán sus ventajas técnicas para su mejor comprensión. Esto permitirá que el lector tenga información para comparar y contrastar estas dos tecnologías. Además, el apagón analógico se explica enmarcándolo desde un panorama mundial hasta local. Existieron problemáticas importantes para llevar a cabo esta transición: desde la adquisición de la tecnología y puesta en marcha de estaciones transmisoras por los concesionarios; la disponibilidad de equipo para la recepción de televisión digital por los usuarios y la cobertura que se tendrá después del apagón analógico, así como el apoyo que se le dará a regiones con dificultades geográficas o sociales en México. En este ensayo se enfatiza el análisis de las dificultades que el apagón analógico provocó con el objetivo de realizar una crítica de las políticas que se han establecido para este cambio tecnológico. Las conclusiones de este ensayo darán a los interesados en el campo de las telecomunicaciones un panorama de las mayores dificultades que se tuvieron que superar para el cambio de la señal analógica a digital en la televisión en México. Sin duda, el cese repentino y absoluto del servicio de televisión analógico requiere de un análisis de las dificultades y retos que se tienen que resolver para que cumpla con las expectativas sobre esta tecnología.

## Temática

Los problemas de *cobertura* que provocó el apagón analógico requirió de un plan que permitió avanzar en el objetivo de proveer y garantizar el acceso a la señal de televisión a todo individuo. Este trabajo proporciona una reflexión sobre las etapas que se llevaron para esta transición. Así como los retos en cuanto aspecto de transmisión y recepción de señal.

Este suceso provocó un gran impacto en las comunicaciones en México. Tendrá como ventaja el aumento en la calidad de imagen y la inclusión de otros servicios. El uso de la tecnología digital liberará el espacio radioeléctrico, permitiendo ofrecer servicios de comunicación de banda ancha móvil en la banda de 700 MHz.

Para realizar este cambio tecnológico se tuvieron que superar retos que van desde el tecnológico al social, desde la elección de estándares de la tecnología digital, la instalación y puesta en marcha de transmisores, así como proporcionar los equipos de decodificadores para la recepción de la televisión digital. Cada uno de estos aspectos requirió de instrumentar acciones que permitieron una transición que evitó que se vieran afectados los servicios que se proporcionaban a la población.

Este tema investiga las fuentes de información técnicas, especializadas sobre el tema del apagón analógico, se comparará lo ocurrido en otros países con lo que en México se instrumentó. Se analizarán las principales problemáticas y se hará un análisis crítico sobre el tema.

**Metodología:** En este ensayo se trabajará de un inicio en una investigación de las fuentes de información oficiales acerca de este cambio tecnológico; por ejemplo, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), etc. Estas son las instituciones que en México tienen la responsabilidad de la implementación de las estrategias para esta evolución tecnológica. Una vez realizada la recopilación de esta información y de hacer su análisis, se procederá al estudio crítico de las problemáticas existentes; por parte de los concesionarios, su responsabilidad para la disponibilidad de

cobertura de señal digital; para los usuarios, que cuenten con el equipo que les permita captar la señal digital, así como señalar las dificultades en regiones de difícil acceso. La postura presentada estará basada en una crítica en el estudio del tema. En la etapa final, se darán conclusiones generales sobre este cambio tecnológico en México, enfatizado en el detalle de su problemática y alternativas para su mejoramiento.

## **Objetivo general**

Mostrar la tecnología relacionada al proceso de cambio tecnológico de la televisión analógica a la digital, llamado apagón analógico. Así como analizar las principales problemáticas que se han tenido que resolver durante este proceso.

## **Objetivos específicos**

- Proporcionar los fundamentos de la tecnología analógica y digital para que el lector conozca sus propiedades fundamentales.
- Conocer las estrategias que se han seguido en México para este cambio tecnológico.
- Reflexionar sobre una de las problemáticas que se han presentado para brindar el servicio de televisión digital en México.

## **Delimitación del tema**

Este ensayo se enfoca a reflexionar sobre las diversas problemáticas que en México han surgido en la transición de la televisión analógica a digital. Desde la parte social se han presentado estrategias para informar al público de este cambio. En la parte legal las instituciones de gobierno y los empresarios establecieron las reglas para realizar el apagón analógico, donde promueven sus responsabilidades y obligaciones.

A partir de la información pública disponible se evalúa el progreso para el cambio tecnológico en México. Las ventajas que tiene la televisión digital justificarán los retos que se tendrán que vencer para brindar una cobertura y garantizar el acceso a la televisión.

# 1 INTRODUCCIÓN: FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS

El presente capítulo muestra una perspectiva de como la televisión ha evolucionado de la tecnología analógica a digital en nuestro país, además de conocer las iniciativas y políticas propuestas en México para dicha transición. Revisar los organismos e instituciones involucrados en el cambio de la tecnología de la Televisión (TV), como observar los beneficios que esta nueva tecnología aporta a los usuarios; y con qué tipo de estándares trabajaran.

Los medios de comunicación experimentan en la actualidad una evolución a pasos agigantados y un perfeccionamiento tecnológico que guía el cambio a seguir a la sociedad de nuestros días. Como suele suceder en todas las épocas de transición, el fracaso de algunos modelos tecnológicos supone la supremacía de otros.

La transición de la Televisión Digital Terrestre es uno de los proyectos más importantes y ambiciosos en que el país se ha embarcado y en el que deben participar un gran número de mexicanos. No se reduce a la incorporación de una nueva tecnología para que la imagen y el audio que se transmitan por televisión sean de mejor calidad.

## 1.1 Historia de la televisión analógica

Es hasta 1884, con la invención del disco de Nipkow de Paul Nipkow cuando se hiciera un avance relevante para crear un medio de transmisión de imágenes. El cambio que traería la televisión, tal y como hoy la conocemos, fue la invención del *iconoscopio* de Vladímir Zvorykin y Philo Taylor Farnsworth. A los norteamericanos IVES y JENKINS, quienes se basaron en Nipkow; y al ruso inmigrante a U.S.A., VLADIMIR SWORYKIN, gestor del tubo ICONOSCOPIO (Melgar, 2003).

Las primeras transmisiones experimentales se dieron en U.S.A. Fue en Julio de 1928 cuando desde la estación experimental W3XK de Washington, JENKINS comenzó a transmitir imágenes exploradas principalmente de películas con cierta regularidad y con una definición de 48 líneas la cual es el modo de vídeo del sistema estándar de televisión a color analógico estadounidense NTSC (**National Television System Comitee**). En el año 1929, la BBC (British Broadcast Co.) de Londres manifiesta cierto interés en las investigaciones de LOGIE BAIRD, luego de que este en 1928 había logrado transmitir imágenes desde Londres hasta New York, además de demostrar también la TV en Color, la TV exterior con luz natural y la TV en estéreo, todo ello, desde luego, en forma muy primitiva. La definición del equipo era de 30 líneas, empleando un canal normal de radiodifusión. La totalidad del canal estaba ocupada por la señal de video, por lo que la primera transmisión simultánea de audio y video no tuvo lugar sino hasta el 31 de diciembre de 1930.

Esta televisión era de operación mecánica. La verdadera revolución no llegaría sino hasta el inicio de la TV electrónica, iniciada con los experimentos de Sworykin. Este se unió a la WESTINGHOUSE y comenzó sus investigaciones a principios de la década de los 20, utilizando un tubo de rayos catódicos para el aparato receptor y un sistema de exploración mecánica para la transmisión.

Su descubrimiento fue bautizado como *TUBO ICONOSCOPIO*, y su primera patente data de 1923. Hacia fines de los años 40, la TV electrónica de Sworykin había desplazado por completo a la mecánica. En ese año comenzó la guerra por la TV a color. Ya antes de esta, Sworykin había sugerido la idea de estandarizar los sistemas de TV que se estaban desarrollando paralelamente en todo el mundo. Gracias a esta inquietud, a principios de 1940, Estados Unidos creó la **National Television System Comitee (NTSC)** el cual vigilaba que las normas de fabricación de los aparatos de TV fueran compatibles entre las diferentes empresas dedicadas a su fabricación. Europa adoptó un sistema de 625 líneas, mientras que Francia poseía uno de 819. Inglaterra mantuvo el suyo de 405 líneas y U.S.A. estandarizó su sistema de 525 líneas

### **1.1.1 Los inicios de la televisión en México**

Los primeros experimentos con la televisión en México se relacionan a la llegada a México de un equipo de exploración mecánica, con base del disco Nipkow (Herrera, 2010). Esto ocurría entre 1928 y 1929, gracias a la iniciativa del ingeniero electromecánico Francisco Javier Stavoli egresado y profesor de la “*Escuela de Ingenieros Mecánicos y Electricistas*”. Stavoli era el encargado técnico de la estación de radio, la XEFO.

En el año 1934, Guillermo González Camarena de 17 años, que era estudiante del Instituto Politécnico Nacional, realizaba experimentos con un sistema de televisión de circuito cerrado, en un pequeño laboratorio montado en las instalaciones de la estación de radio XEFO. Durante varios años, trabajó con el equipo que él mismo ha construido, hasta que, en 1939, cuando la televisión en blanco y negro, que ya funciona en algunos países, González Camarena impacta al mundo al inventar la televisión en color, gracias a su *Sistema Tricromático Secuencial de Campos*. El ingeniero Guillermo González Camarena obtiene la patente de su invento tanto en México como en Estados Unidos, el 19 de agosto de 1940. Este sistema de televisión en color se empieza a utilizar con fines científicos (Herrera, 2010). En 1951, transmite desde la Escuela Nacional de Medicina algunas lecciones de anatomía. El primer canal comercial de televisión en México y América Latina se inaugura el 31 de agosto de 1950, un día después, el 1 de septiembre, se transmite el primer programa, con la lectura del IV Informe de Gobierno del presidente de México, Lic. Miguel Alemán Valdés, a través de la señal de la XHDF-TV Canal 4. (Chávez, 2011).

La XEW-TV Canal 2, propiedad de Emilio Azcárraga, es inaugurada en 1951, la cual transmite desde el Parque Delta, en el Distrito Federal.

## **1.2 La tecnología de la Televisión Digital Terrestre**

Con la llegada de la televisión digital terrestre o TDT, se ha iniciado un proceso de cambio en todo el mundo hacia la utilización de esta tecnología. El servicio de TDT se centra en el usuario para garantizar un acceso equitativo a los servicios de telecomunicaciones. La Televisión tradicional cambia gracias a los avances tecnológicos, mejorando la calidad de la

señal y proporcionando señales o servicios agregados, se tendrá la posibilidad de recibir una mejor calidad en imagen y sonido, más canales (algunos en HD), más programas y servicios interactivos como; guías de programación, opciones de audio y subtítulos, entre otros.

La televisión digital terrestre no es un servicio de televisión restringida o de paga, por lo que no hay que pagar para recibirla, al igual que la televisión abierta actual, para gozar los beneficios de la TDT los mexicanos solo necesitan un equipo receptor adecuado. En el desarrollo de la televisión digital, se conservan algunas características de los sistemas analógicos de televisión

El video analógico se caracteriza por señales de naturaleza continua; es decir que contiene infinitud de valores. El video digital utiliza señales de naturaleza discreta que se representan mediante números. Así lo indica (TOUSSAINT, 2012), donde habla sobre el futuro de la TDT en México.

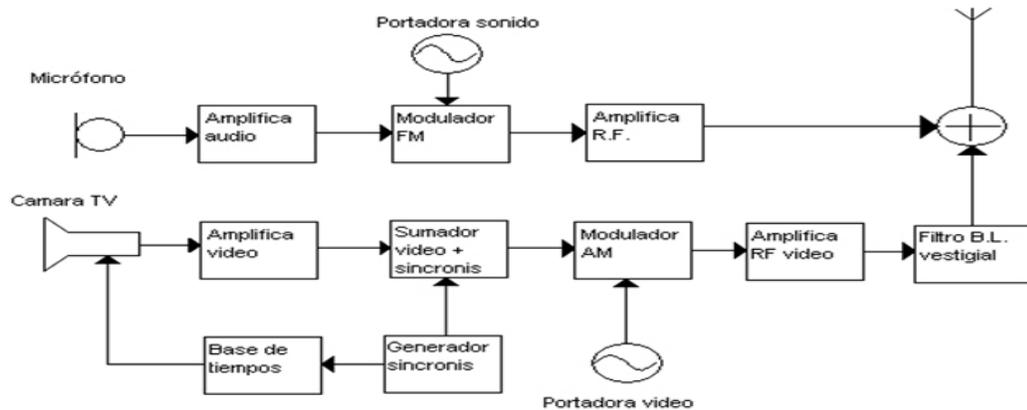
### **1.2.1 ¿Qué es la televisión?**

La televisión es un medio de comunicación muy importante que llega a todos los hogares y a las clases sociales. El fenómeno televisivo, típico de estos tiempos, presenta múltiples facetas de interés general para los individuos, la característica de la TV, es la de ser un medio de comunicación de masas; debido a lo cual, se concentran en su entorno diversos intereses. Es el medio de comunicación que ha sido de mayor influencia dentro de los hogares. Al implantarse en un medio social se convierte en un medio de socialización; difunde una forma de vida, de necesidades, aspiraciones y formas de pensar, promoviendo una masa de usuarios que responden a ciertos intereses.

## **1.3 Tecnología de la televisión analógica**

La televisión analógica inició en México a mediados del siglo XX adoptando el formato de transmisión americano NTSC, que de principio operaba con señal de blanco y negro, una característica fundamental consiste en recortar la banda lateral inferior de la señal de video a esto se le denomina transmisión de banda lateral vestigial. El servicio de la televisión analógica es un sistema de modulación de las ondas (ancho de canal), equivalente a centenares

de comunicaciones telefónicas simultáneas. (Mignon, 2012). En la Figura 1.1 se muestra como está estructurada internamente una cámara de televisión analógica y como pasa la señal de audio que se modula en FM independientemente de la señal de video que se utiliza porque tiene mayor calidad y ocupa muy poco ancho de banda.



**Figura 1.1: Diagrama de bloques de una cámara de televisión analógica.**

### *Características Técnicas de la TV Analógica.*

En la Tabla 1.1 se presenta un resumen de las características más importantes de una señal de televisión analógica. A continuación, se dará detalle de cada uno de ellos para su comprensión

**Tabla 1.1: Características de la señal analógica.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>ANALÓGICA</b>
Ancho de banda	6 MHz + 0.25 MHz
Estándar	NTSC-M
Codificación	La televisión normal analógica se transmite con resolución 48 Líneas por segundo (525 x 30): 15750Hz, 30 cuadros por segundo (cps), Campos por segundo 60 (fps).
Tipo de servicios	Audio y video
Nivel de señal	50-80 dB o equivalente a 60 dB $\mu$ V/m de intensidad de campo del receptor.
Técnicas de modulación	Video: AM Color: luminancia (Y), crominancia (Q) y sincronía. Audio: FM
Procesamiento	Multiplexación de audio, video, color y sincronización.
Bandas	VHF y UHF.

Para entender la tecnología de la televisión analógica se requiere contestar a las preguntas siguientes:

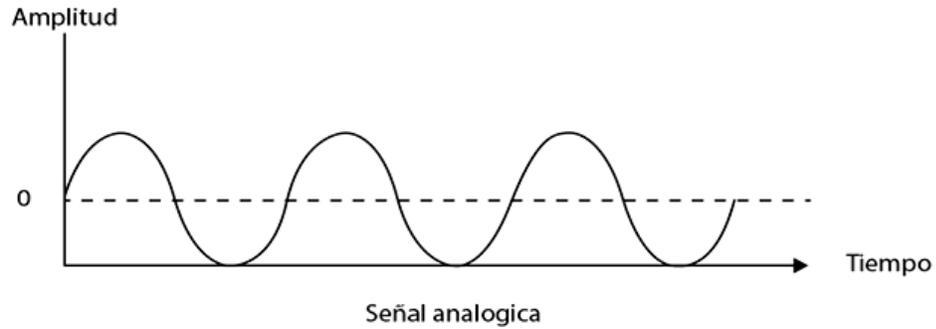
1. ¿Cómo trabaja el televisor?
2. ¿Qué es lo que transmite el televisor?
3. ¿Con que señal trabaja el televisor?

Se tratará este tema, y para ello se describe en primer lugar, Las señales analógicas representan de forma eléctrica los cambios a través de variar alguno de sus parámetros de frecuencia y amplitud de forma similar.

### **1.3.1 Descripción de una señal analógica**

Una señal analógica varía continuamente en valor con respecto al tiempo. Los parámetros básicos de una señal analógica son frecuencia, amplitud y fase.

En la Figura 1.2 se representa una señal analógica simple porque tiene una sola frecuencia y por lo tanto una longitud de onda.



**Figura 1.2: Señal Analógica.**

***Ventajas y desventajas de la señal analógica:***

Toda señal existente sea analógica o digital tiene un tipo de fenómeno, y en la naturaleza, el conjunto de señales que percibimos es analógica por lo cual la propia señal tiene ventajas y desventajas en la Tabla 1.2 muestra lo mencionado.

**Tabla 1.2: Ventajas y desventajas de la señal analógica.**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Tiene una cantidad infinita de resolución de la señal.	Cualquier sistema de ruido, es decir, señales no deseadas, interfiere con la señal de TV.
Su tratamiento se puede lograr más sencillo que con el equivalente digital.	La señal se copia y se vuelve a copiar, es transmitida a través de largas distancias, el ruido, aparentemente es dominante.
Una señal analógica puede ser procesada directamente por los dispositivos y circuitos analógicos.	Los efectos del ruido crean la pérdida de señal y la distorsión.
Las señales analógicas pueden transmitirse en distancias muy lejanas del punto del origen	La resolución de una señal analógica es superior a una señal digital. La mayoría de los sistemas analógicos también sufren de pérdida de generación.

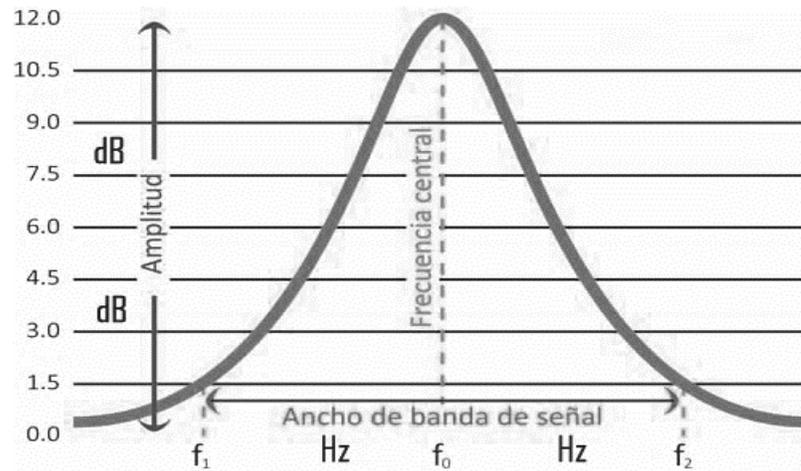
*Longitud de onda ( $\lambda$ ):* Es la distancia que una onda electromagnética que recorrería al propagarse linealmente. Está directamente relacionada con su frecuencia, se calcula como la división de la velocidad de la luz con respecto a la frecuencia. La longitud de onda es una propiedad física de toda onda que se propaga en el espacio, la ecuación que se ocupa es  $c =$

$\lambda \cdot f$ , donde:  $c$  es la velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  [m/s]),  $\lambda$  es la longitud de onda [m] y  $f$  es la frecuencia [Hz]

*Frecuencia:* Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico. A mayor frecuencia menor longitud de onda y viceversa, la frecuencia es igual a la velocidad de la onda, dividido por la longitud de onda. Cuando las ondas viajan de un medio a otro, como por ejemplo de aire, agua, y la frecuencia de la onda se mantiene constante, cambiando sólo su longitud de onda y la velocidad. La frecuencia se mide en Hertz, que representa el número de ciclos por segundo (cps) de una señal eléctrica. (frenzel, 2003).

*Ancho de banda analógico:* Es la cantidad de señal máximo que se puede procesar correctamente en un límite de tiempo. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier. También son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango. Es la cantidad de señal máxima que se puede procesar correctamente en un límite de tiempo. Como ya sabemos el ancho de banda sirve para muchas señales, pero hablaremos de dos tipos, el ancho de banda analógico y el ancho de banda digital. En la figura 2.3 se muestra el ancho de banda analógico. La señal de televisión ocupa demasiado ancho de banda, debe transmitirse en una porción de muy alta frecuencia del espectro (Alonso, 1981). Las señales de televisión se asignan en frecuencias en los intervalos de VHF (Very High Frequency) y UHF (Ultra High Frequency), (frenzel, 2003).

En la Figura 1.3 muestra que el ancho de banda, viene determinado por las frecuencias comprendidas entre  $f_1$  y  $f_2$ .



**Figura 1.3 Ancho de banda de una señal, frecuencia de corte  $f_0$  frecuencia central  $f_1$ ,  $f_2$  corresponde a la caída en amplitud de la frecuencia central 0.70.**

Para lograr esta condición de representar la distribución original de las señales de audio y video en el canal de 6MHz y agregar una subportadora de color que se ubicó a 3.579545 MHz de la portadora de video conformada con dos bandas laterales las señales de luminancia “I” y crominancia “Q” que contiene la información a color.

*Espectro de frecuencia para comunicaciones:*

El espectro de frecuencia se caracteriza por la distribución de amplitudes para cada frecuencia de un fenómeno ondulatorio (sonoro, luminoso o electromagnético) que sea superposición de ondas de varias frecuencias.

*El espectro de frecuencias se divide en dos grandes partes*

**Ondas electromagnéticas:** que son generadas por una corriente oscilatoria y que pueden ser milimétricas o kilométricas.

Incluyen:

- Rayos Gamma (longitud de onda entre 0.005 a 0.25 Angstroms), generados por cuerpos radioactivos.
- Rayos X (longitud de onda hasta 0.001 micras).
- Ultravioleta (longitud de onda entre 0.02 y 0.4 micras).
- Infrarrojo (longitud de onda entre 0.8 y 300 micras).

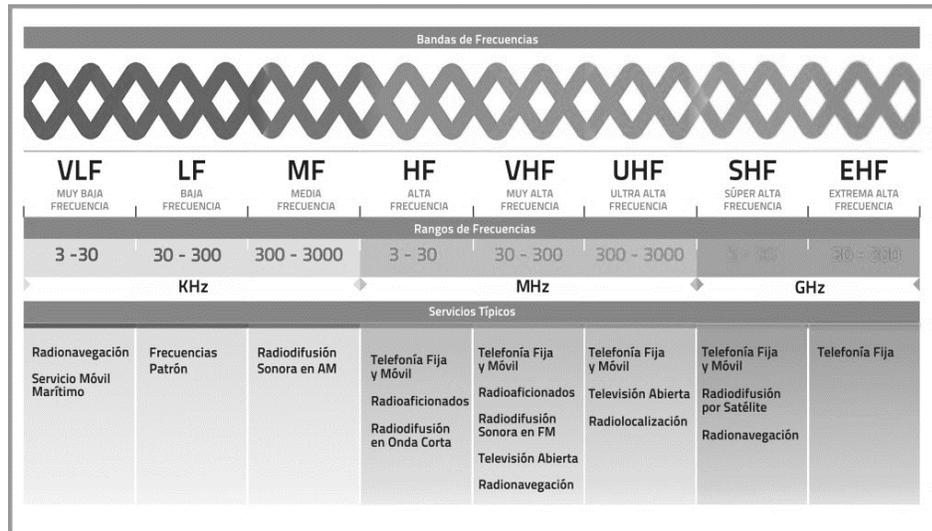
- Visibles (longitud de onda entre 0.4 y 0.8 micras, y que incluye RGB).

**Ondas mecánicas** Se propagan por vibraciones de la materia (sólida, plasma o gaseosa).

Incluyen:

- Ultras sonoras (arriba de los 20,000Hz).
- Sonoras (entre 20 y 20,000Hz). (4,000Hz es la frecuencia máxima de la voz en telefonía), el sonido para el oído humano (de 20Hz hasta 20,000Hz).
- Infrasonoras (por debajo de los 20Hz) (Hartwig, 2008).

La Figura 1.4 muestra el espectro electromagnético. Las porciones de radio, microondas, infrarrojo y luz visible del espectro pueden servir para transmitir información modulando la amplitud, la frecuencia o la fase de las ondas.



**Figura 1.4 Espectro de frecuencia para comunicaciones**

*Banda base:* Es la señal de una frecuencia fija para un canal. Ancho de banda (AB), significa que lleva más de una señal y cada una de ellas se transmite en diferentes frecuencias. En los sistemas de transmisión, la banda base es generalmente utilizada como portadora. Durante el proceso de demodulación se reconstruye la señal banda base original. Por ello, se puede decir que la banda base describe el estado de la señal antes de la modulación y de la Multiplexación. Las frecuencias de banda base se caracterizan por ser generalmente mucho

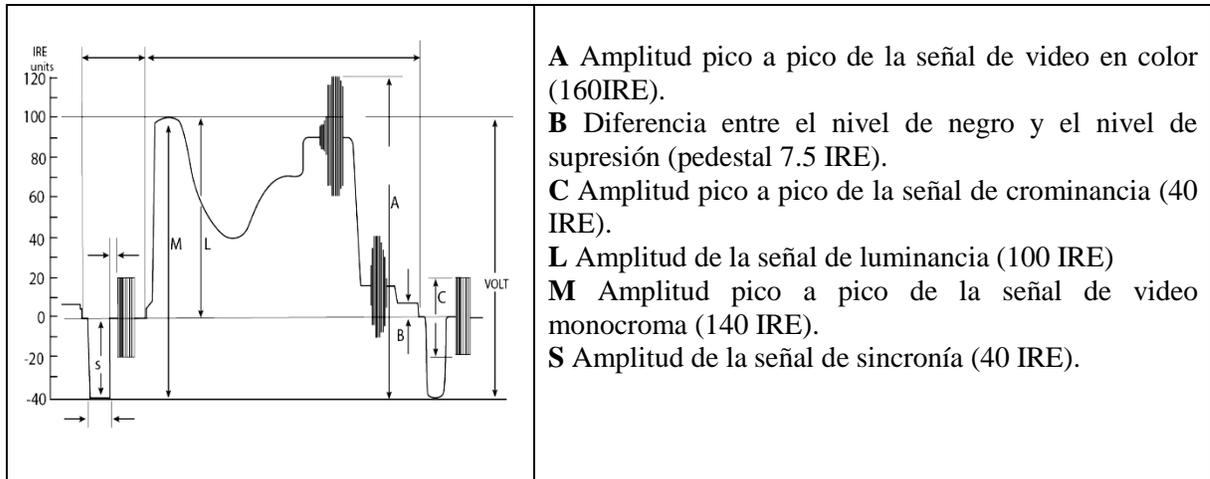
más bajas que las resultantes cuando éstas se utilizan para modular una portadora o subportadora.

*Señal de audio:* La portadora de sonido está en la parte superior del espectro, la frecuencia modulada (FM) sirve para insertar la señal de sonido en la portadora, el ancho de banda de la señal de audio es de 50Hz a 15kHz. La desviación máxima de frecuencia permitida es de 25 kHz, mucho menor que la desviación máxima permitida para la radiodifusión convencional de FM. Como resultado, una señal de sonido en televisión ocupa menos ancho de banda en el espectro que una estación de radiodifusión de FM estándar, también se cuenta con sonido estéreo en televisión, y el método de multiplexar usado para transmitir la información de dos canales de sonido en realidad es idéntico al que se emplea en la transmisión estéreo de radiodifusión por FM.

El audio en banda base debe de tener un nivel de 0 dBm (Equivalente en volts) y el rango de frecuencias de acuerdo a la norma es de 50 a 15,000 Hz la mayoría de los transmisores utilizan circuitos balanceados con impedancia de  $600\Omega$ .

*Señal de video:* La información de la imagen se transmite en una portadora separada, localizada 4.5Mhz abajo en frecuencia de la portadora de sonido. La señal de video que se obtienen de la cámara sirve para modular en amplitud (AM) la portadora de video. Se emplean diferentes métodos de modulación para la información de sonido y la de video, consiguiendo así menos interferencia entre ambas señales.

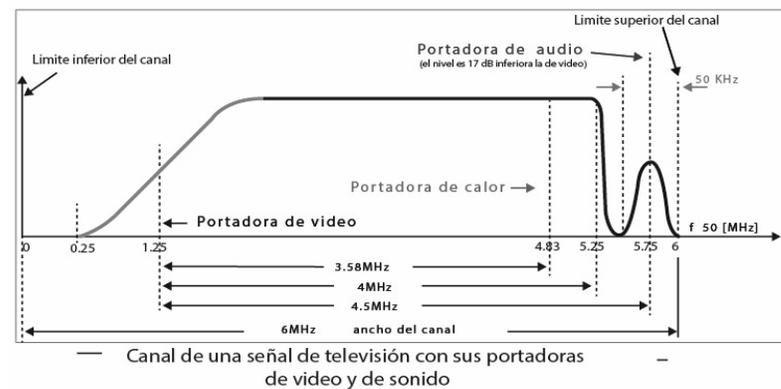
La señal de video se genera por una cámara de televisión, un dispositivo electrónico que incorpora lentes y traductores sensibles a la luz para convertir la escena o el objeto en observación en una señal eléctrica que llega a utilizarse para modular una portadora, se tiene un ancho de banda de 4.2 MHz para la transmisión en banda lateral residual. Si se transmite ambas bandas laterales, la señal ocuparía 8.4 MHz. La transmisión por la banda lateral residual reduce este ancho de banda excesivo. Permitiendo más canales que se puedan transmitir. La Figura 1.5 muestra la banda base de video en la televisión analógica es una señal compuesta por *luminancia, crominancia y sincronía* y características de la señal.



**Figura 1.5 Características de una señal de video.**

**IRE:**(Instituto De Radio Ingenieros), lo que cambio a **AIEE** (Instituto Americano de Ingeniería Eléctrica) y en los 40's se quedó como **IEEE** (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica).El valor de 100 IRE es el rango donde el negro hasta el blanco en la señal de video comprende al valor de voltaje de la señal durante el periodo de borrado (blanking).

Figura.1.6 muestra las portadoras de la señal de sonido y video. En esta figura se puede observar el ancho de banda dedicado a las señales de televisión en el formato analógico tanto de video como de sonido. Los anchos de banda están con respecto a la frecuencia de la portadora.

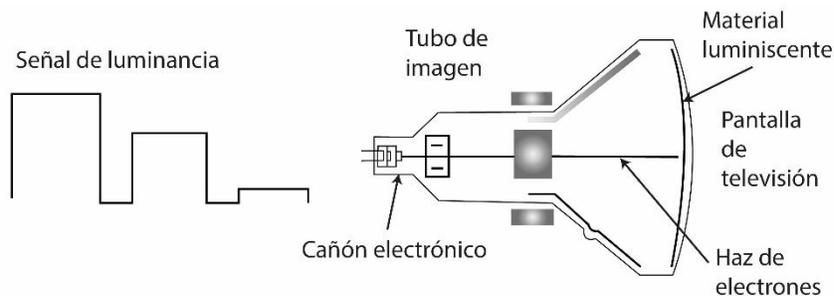


**Figura.1.6 Canal de una señal de televisión con portadoras de audio y video.**

**Luminancia, "Y":** Se define como la densidad angular y superficial de flujo luminoso que incide, atraviesa o emerge de una superficie siguiendo una dirección determinada. se

utiliza como un parámetro que ayuda a determinar el brillo y la luminosidad de una imagen de televisión y es magnitud fotométrica importante.

La luminancia mide en candelas por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ), el factor de luminancia es la relación entre la luminancia de una superficie en una dirección de observación dada y la luminancia de una superficie difusora ideal reflectante o emisora. El factor de luminancia es adimensional y toma valores entre 0 y 1 o entre 0 y 100, si se considera de forma porcentual. La Figura 1.7 muestra como es mandada la señal de luminancia al dispositivo de televisión.



**Figura 1.7 : Reproducción de la señal de luminancia.**

*Crominancia Q:* Es el componente de la señal de video que transporta información del color de la imagen separadamente de la señal luma de la luz o brillo ( $Y'$ ). El color está definido por dos magnitudes: la saturación, que da la cantidad de color, y el matiz que indica qué color es.

Cada una de estas señales puede tener factores de escala o corrimientos, como se especifica en las normas de video aplicables, en el video compuesto es representada por la modulación una señal subportadora de color por parte de los componentes U y V. La fase y amplitud de esta señal corresponden, de manera aproximada, la saturación y el matiz del color. En los espacios de color de la fotografía y el video digital, como  $Y'CbCr$  los componentes de luma y crominancia son valores de muestras digitales.

La separación de las señales de color RGB en luma y crominancia permite que el ancho de banda de cada señal, sea determinado por separado. Generalmente, es disminuido el ancho de banda de la crominancia, en el video compuesto analógico, reduciendo el ancho de banda de la subportadora de color y en sistemas digitales, mediante el submuestreo de croma.

- B - Y' Azul – luma (señal de luz o brillo)
- R – Y' Rojo – luma (señal de luz o brillo)

*Sincronía:* Junto con la señal de video, se generan las señales de sincronismo horizontal y vertical. Estas señales sincronizan la adquisición de la señal de video por parte de los sensores de la cámara de video para sincronizar su operación. Los pulsos de sincronización horizontal y vertical se agregan para permitir que la señal regenerada en los receptores remotos siga a la señal generada por la cámara. Una línea de barrido horizontal tiene una duración de 63.5 ms (1/15750). Dentro de este tiempo se encuentra la señal activa imagen y el retorno, regreso horizontal en el receptor. El pulso de sincronía vertical ocurre cada 16.67 ms 1/60, velocidad de campo o de exploración vertical.

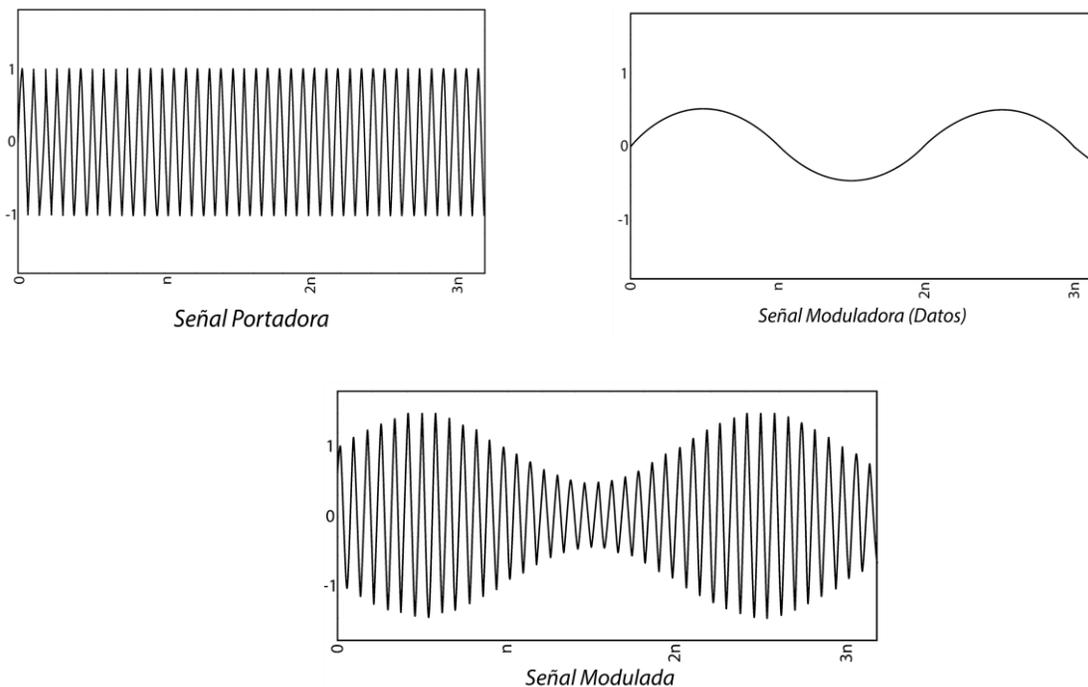
**Dentro de este tiempo se encuentran:**

- La señal de barrido vertical, la cual provoca que las líneas de barrido horizontal vayan cambiando de la parte superior de la pantalla hacia la parte inferior de la misma.
- La señal de retorno vertical, la cual lleva el haz de electrones de la parte inferior a la parte superior de la pantalla
- Es deseable que los retornos vertical y horizontal ocurran lo más rápidamente posible en el receptor.
- Durante los tiempos de retorno horizontal o vertical no se genera ninguna señal de video en la pantalla.
- En el receptor, la cantidad es de 25 líneas exploradas en el Tubo de rayos catódicos (CRT) de arriba hacia abajo determina la resolución vertical.
- La rapidez con la que el haz de electrones se encienda y apague durante la exploración de izquierda a derecha determina la resolución horizontal.

*Modulación:* Modulación engloba el conjunto de técnicas electrónicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias.

**Amplitud modulada (AM):** Es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de tal manera que esta cambie con las variaciones de nivel de la señal moduladora que es la información que se va a transmitir. El parámetro de la señal portadora que es modificado por la señal moduladora es la amplitud.

Es una técnica utilizada en la comunicación electrónica, de uso común para la transmisión de información a través de una onda transversal de televisión. En la Figura.1.8 se muestra proceso de la señal de la amplitud modulada (frenzel, 2003).

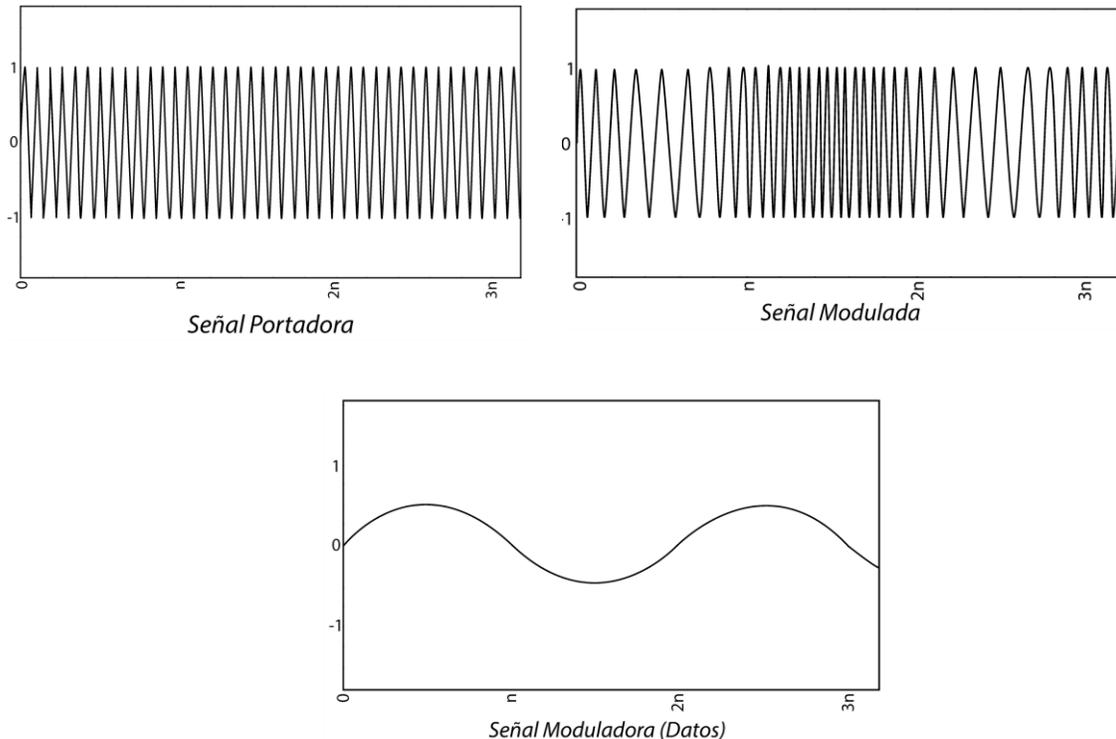


**Figura.1.8: Señal de amplitud modulada**

**Frecuencia modulada (FM):** La frecuencia modulada es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia. En aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al valor de la señal moduladora.

Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas y es un tipo de modulación exponencial.

La señal portadora que variará es la frecuencia, y lo hace de acuerdo a como varíe la amplitud de la señal moduladora Figura 1.9



**Figura 1.9 : Señal de frecuencia modulada.**

### **Atribución de espectro de televisión**

Como la señal de televisión ocupa demasiado ancho de banda, debe transmitirse en una porción de muy alta frecuencia del espectro. Las ondas electromagnéticas son señales que oscilan, esto es la amplitud de los campos eléctrico y magnético varían a una razón específica. Las intensidades de campo fluctúan hacia arriba y hacia abajo y las polaridades se invierten un número dado de veces por segundo. Las ondas electromagnéticas varían sinusoidalmente, su frecuencia se mide en Hertz (Hz) definido como un ciclo /segundo (Hz). Estas oscilaciones pueden ocurrir a muy bajas frecuencias o a frecuencias extremadamente altas.

Todas las señales eléctricas y electrónicas que radican al espacio libre caen dentro del espectro electromagnético. Las señales de televisión se asignan en frecuencias en los

intervalos de VHF y UHF, cuyos canales van del 2 al 13 y del 14 al 83, respectivamente. De esta manera, el video compuesto se emite como una onda de amplitud modulada (AM), y el audio como una onda de frecuencia modulada (FM). En los intervalos centrales se encuentran las frecuencias que más se utilizan para comunicarse en ambos sentidos, por la televisión y por otras aplicaciones.

La Tabla 1.3 es un listado de los segmentos reconocidos en general en el espectro utilizado para las comunicaciones electrónicas. En la parte superior del espectro están las ondas infrarrojas y la luz visible.

**Tabla 1.3: Atribuciones de espectro de televisión.**

Nombre	Frecuencia	Longitud de onda
Extremadamente baja frecuencia (ELF)	30-300Hz	$10^7$ - $10^6$ m
Frecuencia de voz (FV)	300-3000Hz	$10^6$ - $10^5$ m
Muy baja frecuencia (VLF)	3-30 kHz	$10^5$ - $10^4$ m
Baja frecuencia (LF)	30-300kHz	$10^3$ - $10^2$ m
Media frecuencia (MF)	300 kHz- 3MHz	$10^4$ - $10^3$ m
Alta frecuencia (HF)	3-30MHz	$10^2$ - $10^1$ m
Muy alta frecuencia (VHF)	30-300 MHz	$10^1$ -1 m
Ultra alta frecuencia (UHF)	300MHz-3 GHz	1- $10^{-1}$ m
Súper alta frecuencia(SHF)	3-30 GHz	$10^{-1}$ - $10^{-2}$ m
Extremadamente alta frecuencia (EHF)	30-300GHz	$10^{-2}$ - $10^{-3}$ m
Infrarrojo	-----	0.7-10 $\mu$ m
El espectro visible (LUZ)	-----	$0.4 \times 10^{-6}$ -, $0.8 \times 10^{-6}$ m

*VHF (Very Hight Frequency)*: Es la banda de muy alta frecuencia del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz, es uno de los rangos de frecuencia en la banda de onda de radio. Es comúnmente usada para las transmisiones de televisión, emisiones de radio FM y también para las comunicaciones bidireccionales de los departamentos de policía y otros servicios de emergencia. Las antenas VHF reciben señales en esta gama de frecuencias y las alimentan al aparato de televisión o

receptor de radio conectado. El propósito de la antena de VHF es recibir la señal de transmisores de televisión o radio. La antena está diseñada y construida para trabajar en frecuencias específicas. La antena toma la señal de difusión en el aire y la envía al equipo receptor que contiene el sintonizador necesario para convertir la información contenida en la señal en vídeo o audio. Las antenas de televisión VHF reciben transmisiones de señales en dos bandas de 54 MHz a 88 MHz.

**Ejemplos de uso:**

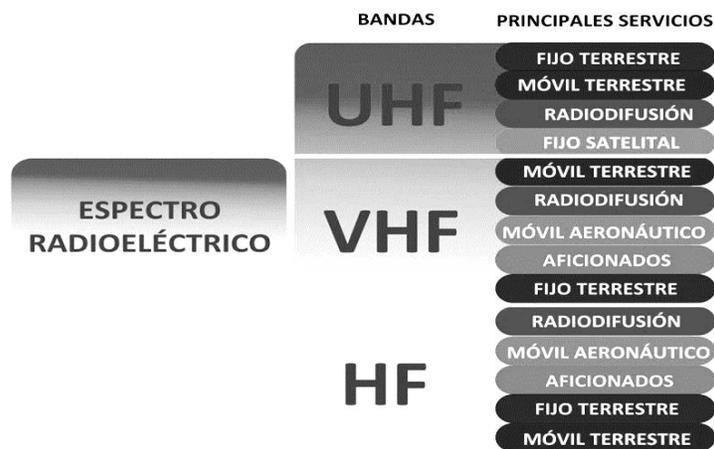
- FM
- Televisión
- Comunicaciones con aviones a la vista entre tierra-avión
- avión-avión
- Telefonía móvil marítima y terrestre
- Radioaficionados
- Radio meteorológica

*UHF*: Una banda de Ultra Alta Frecuencia es del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. En esta banda se produce la propagación por onda espacial troposférica, con una atenuación adicional máxima de 1 dB, Uno de los servicios UHF más conocidos por el público son los canales de televisión tanto local como nacional. Según los países, algunos canales ocupan las frecuencias entre algo menos de 470 MHz y unos 862 MHz. Actualmente se usa la banda UHF para emitir la Televisión Digital Terrestre (Cabrera, 2015). En UHF estaban los canales de televisión del 14 al 83.

### Ejemplos de uso:

- Televisión.
- Hornos microondas.
- Comunicaciones por microondas.
- Radioastronomía.
- Telefonía móvil.
- Redes inalámbricas.
- Bluetooth.
- GPS.
- Radio-afición.

La Figura.1.10 muestra de que manera son utilizadas las bandas de alta frecuencia, Ultra Alta Frecuencia y la banda de onda corta.



**Figura.1.10: Espectro radio eléctrico, usos adicionales de las bandas HF, VHF y UHF.**

En la Tabla 1.4 y Tabla 1.5 muestran los rangos y asignaciones de frecuencia para los canales de televisión en VHF y UHF, muestra una visión general.

**Tabla 1.4: Rangos de frecuencia.**

BANDA	FRECUENCIA INFERIOR	FRECUENCIA SUPERIOR
VHF	30 MHz	300 MHz
UHF	300 MHz	3000 MHz

**Tabla 1.5: Asignaciones de frecuencia para los canales de televisión en VHF Y UHF (Cabrera, 2015).**

CANAL	FRECUENCIA, ( MHz)	CANAL	FRECUENCIA, (MHz)
<b>VHF</b>		<b>UHF</b>	
<b>2</b>	54-60	<b>14</b>	470-476
<b>3</b>	60-66	<b>15</b>	476-482
<b>4</b>	66-72	<b>16</b>	482-486
<b>5</b>	76.82	<b>17</b>	488-494
<b>6</b>	82-88	<b>18</b>	494-500
<b>7</b>	174-180	<b>19</b>	500-506
<b>8</b>	180-186	<b>20</b>	506-512
<b>9</b>	186-192	.	.
<b>10</b>	192-198	.	.
		.	.
<b>11</b>	198-204	<b>81</b>	872-878
<b>12</b>	204-210	<b>82</b>	878-884
<b>13</b>	210-216	<b>83</b>	884-890

*Generación de la señal de video:* La señal de video se genera las más de las veces por una cámara de televisión, un dispositivo electrónico muy sofisticado que incorpora lentes y transductores sensibles a la luz para convertir la escena o el objeto en observación en una señal eléctrica que llega a utilizarse para modular una portadora. Todas las escenas visibles y objetos solo son luz que se ha reflejado y absorbido, y transmitido a nuestros ojos. El propósito de la cámara es tomar la intensidad de la luz y los detalles de color en una escena y convertirlos en una señal eléctrica. Para hacer lo anterior, la escena por transmitirse se recoge y enfoca por una lente en un dispositivo de formación de la imagen sensible a la luz. Tanto el

tubo al vacío como los dispositivos semiconductores se emplean para convertir la información de luz en la escena en una señal eléctrica. La escena se divide en segmentos más pequeños que se pueden transmitir en serie durante cierto tiempo a este proceso se le conoce como exploración o escaneo.

*Principios de exploración:* La exploración o el escaneo es una técnica que divide una escena rectangular en líneas individuales, la dimensión de una escena estándar de televisión tiene una relación de aspecto de 4:3; esto es lo ancho de la escena es cuatro unidades por cada 3 unidades de altura. Para crear una imagen, la escena se subdivide en muchas líneas horizontales muy finas llamadas líneas de exploración, cada línea representa una porción muy angosta de variaciones de luz en la escena a mayor número de líneas de exploración mayor será la resolución y mayor el detalle que pueda apreciarse. Los estándares de televisión de Estados Unidos indican que la escena se divide en un máximo de 525 líneas horizontales. La Tabla 1.6 muestra las características y la cantidad de líneas en las que una imagen se descompone.

**Tabla 1.6: Número de líneas en que se descompone una imagen.**

Número de líneas para una imagen
Cuadros/segundo: 30
Campos/segundo: 60.
Líneas/segundo (525 x 30): 15750.

*Relación entre resolución y ancho de banda:*

**La resolución:** Se refiere a la cantidad de detalles que pueden mostrarse, las imágenes de alta resolución tienen excelente definición o distinción de detalles y las imágenes parecen estar bien enfocadas, una imagen con falta de detalles se ve fuera de foco.

**Ancho de banda:** en un sistema de video determina la resolución, un mejor ancho de banda proporciona mayor cantidad de detalles, así como mayor definición.

**Generación de la señal de color:** La señal de video descrita hasta ahora contiene la información de video o luminancia que es una versión en blanco y negro de la escena. Ésta está combinada con los pulsos de sincronía, el detalle del color en la escena debe representarse

de alguna manera por una señal eléctrica esto se logra al dividir la luz en cada línea de exploración en tres señales separadas, donde representan cada uno de los tres colores básicos (rojo, verde, azul).

En la misma forma la luz en una escena suele dividirse en tres componentes de color básico, al hacer que pase la luz a través de filtros rojos, verde, y azul, esto se hace en una cámara de televisión a color que en realidad es tres cámaras en una, la lente enfoca la escena en tres dispositivos sensibles a la luz separados, como un tubo vidicón o un dispositivo generador de imagen CCD mediante una serie de espejos y separadores de haces. La luz roja de la escena pasa a través del filtro rojo, la verde a través del filtro verde y la azul a través del filtro azul. El resultado es la generación de tres señales simultáneas (R, G, B). Durante el proceso de exploración por los dispositivos generadores de imagen sensibles a la luz.

**Transmisor:** Es el que recibe la señal, bien sea analógica o digital, en banda base, La traslada a un canal de radiofrecuencia, la amplifica y la transmite al aire. La señal de entrada al transmisor puede ser analógica o digital, en banda base o en un canal de RF.

**Receptor:** El proceso involucrado en recibir una señal de televisión y recuperarla para presentar las salidas de imagen y sonido en forma de alta calidad. El proceso involucrado en recibir una señal de televisión y recuperarla para presentar las salidas de imagen y sonido en forma de alta calidad.

Un receptor de televisión es uno de los dispositivos electrónicos más complicados y sofisticados que se han desarrollado, aun cuando la mayor parte de la circuitería está incorporada ahora en un CI de gran escala, el receptor característico de televisión aun usa muchos circuitos con componentes discretos. En él se verifica la solución de varios problemas para llegar a permitir ver una imagen.

**Sintonizador:** Se utiliza para seleccionar el canal de televisión que quiere verse y para convertir las portadoras de imagen y de receptores, la frecuencia del oscilador local fija arriba la señal de llegada en un valor de FI. Es un dispositivo que puede usar para conectar una señal de TV analógica o digital al equipo. Sin un sintonizador de TV, no podrá ver ni grabar TV en

vivo en Media Center. Son dos sintonizadores en uno, uno es para las señales de VHF y otro para las señales de UHF, el sintonizador de VHF por lo regular utiliza FET de bajo ruido para el amplificador de RF y el mezclador. Los sintonizadores de UHF usan un diodo mezclador de RF FET de GaAs.

***Sintetizadores de sintonización:*** Los osciladores locales son sintetizadores de frecuencias con malla de fase encadenada (PLL), que fijan las frecuencias que convertirán las señales de televisión a la frecuencia intermedia (FI)

. La sintonía del oscilador local por lo general se realiza de manera digital.

***FI de video y demodulación:*** La frecuencia intermedia del receptor de televisión estándar son de una frecuencia de sonido de 41.25 MHz y para la imagen es de 45.75 MHz, el oscilador del sintetizador se fija en 113MHz. El sintonizador produce una salida, que es la diferencia entre la señal de llegada y las frecuencias del oscilador local, 113-67.25 MHz para la imagen y 113-71.75 MHz, para el sonido.

Las señales de FI se envían a los amplificadores de video. La selectiva por lo regular se obtiene con un filtro de onda acústica superficial (SAW), este filtro de sintonía fija se diseña para proporcionar la exacta selectividad necesaria para pasar ambas señales de FI con la respuesta correcta para igualar la señal restringida de banda lateral que se transmitió.

***Circuitos de sincronización:*** Una parte principal de un receptor de televisión atiende las funciones de barrido y sincronización que son exclusivas de estos receptores. En otras palabras, el trabajo del receptor no termina con la demodulación y recuperación de la imagen y el sonido. Para presentar la imagen en el cinescopio se necesitan circuitos especiales de barrido para desarrollar los voltajes y corrientes para operar el tubo de imagen, y se requiere de circuitos de sincronía para mantener el barrido al paso con la señal transmitida. Las operaciones de barrido y de sincronía empiezan en el amplificador de video, el video demodulado incluye los pulsos de barrido vertical y horizontal, y los pulsos de sincronía, estos se obtienen de la señal de video con un circuito separador de sincronía y se alimenta a los circuitos de barrido.

Los pulsos de sincronía de barrido horizontal se emplean para sincronizar el oscilador horizontal a 15734 Hz, este oscilador alimenta la etapa de salida horizontal que desarrolla un diente de sierra de corriente que excita los inductores de deflexión en el yugo del tubo de imagen que se encarga de barrer los haces del tubo de imagen. El transistor de salida horizontal impulsa a un transformador elevador reductor llamado Flyback, los pulsos desarrollados de 15 734Hz son elevados, rectificadas y filtrados para desarrollar la corriente directa requerida de 30 a 35 KV para operar el tubo de imagen. Los pulsos de sincronía también se alimentan de un CI que obtiene los pulsos de sincronía horizontal durante el intervalo de barrido vertical y los integra en un pulso de sincronía de 60 Hz que se utiliza para sincronizar el oscilador de barrido vertical.

### **Estándares analógicos**

*NTSC* (comité nacional de televisión estándar): primer sistema de televisión a color que se implementó en el mundo, desarrollado en EE.UU. en 1950.

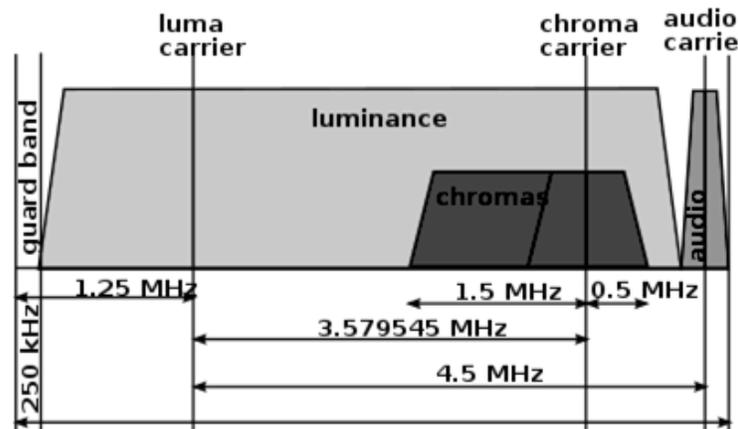
Se ha empleado en América del Norte, América Central, la mayor parte de América del Sur entre otros. En el resto del mundo, los sistemas utilizados son el PAL (Phase Alternating Line) y el SECAM (Séquentiel couleur à mémoire), incompatibles entre sí y con el NTSC. El requisito fundamental de este sistema era la compatibilidad con los televisores en blanco y negro ya existentes, nació así el sistema NTSC de color.

El NTSC consiste en la transmisión de 29.97 cuadros entrelazados de vídeo por segundo; cada cuadro se compone de 525 líneas horizontales, de las cuales 486 conforman la trama visible, con hasta 648 píxeles cada una. Utiliza una banda útil de 4.25 MHz, que se traduce en una resolución de unas 270 líneas verticales. Para garantizar la compatibilidad con el sistema en blanco y negro, el NTSC de color mantiene la señal monocromática de blanco y negro como componente de luminancia de la imagen en color. En cuanto a sus inconvenientes, los problemas de transmisión e interferencia disminuyen la calidad de la imagen. Esto hace imprescindible incluir un control de tinte, que no es necesario en los sistemas PAL o SECAM. Otra de sus desventajas es su limitada resolución, la más baja de todos los sistemas de televisión, lo que da lugar a una imagen de calidad inferior a la que es posible enviar en el mismo ancho de banda con otros sistemas.

Los dispositivos digitales, ya no hay diferencia entre sistemas, quedando el significado de NTSC reducido a 480 líneas horizontales con una tasa de refresco de 29,97 imágenes por segundo, o el doble en cuadros por segundo para imágenes entrelazadas.

En la

Figura.1.11 se muestra un esquema de modulación de transmisión de un canal de televisión NTSC.

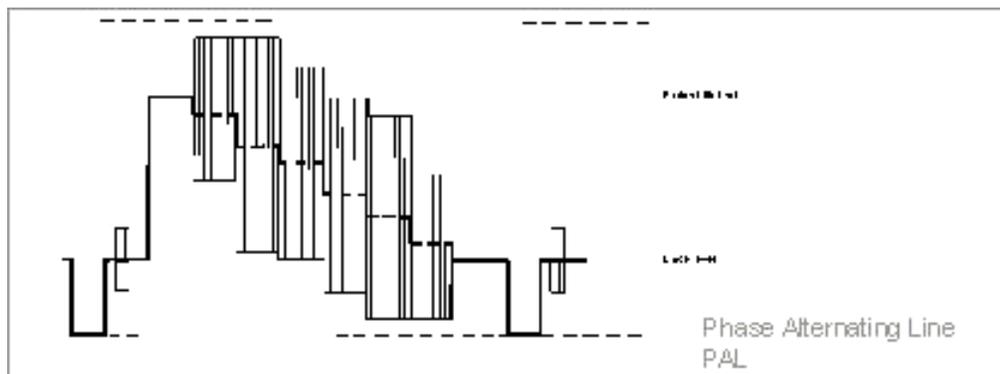


**Figura.1.11: Espectro de un canal de Televisión con color norma NTSC.**

**PAL (fase de línea alternativa):** desarrollado en Alemania en 1961 y adoptado por países de Europa occidental. El sistema PAL es el estándar utilizado en Europa, Australia, China y Suramérica, con lo cual España utiliza este sistema de transmisión. Emite 625 líneas a través de una serie de ráfagas producidas por electrones sobre la pantalla del televisor a una velocidad o frecuencia de 25 fotogramas o imágenes por segundo o fps.

En la transmisión de datos por radiofrecuencia, los errores de fase son comunes y se deben a retardos de la señal en el proceso, los errores de fase en la transmisión de vídeo analógico provocan un error en el tono del color, afectando negativamente a la calidad de la imagen. Aprovechando que habitualmente el contenido de color de una línea y la siguiente es similar, en el receptor se compensan automáticamente los errores de tono de color tomando para la muestra en pantalla el valor medio de una línea y la siguiente, dado que el posible error de fase existente entre ambas será contrario. De esta forma, en lugar de apreciarse dicho error

como un corrimiento del tono, como ocurriría en NTSC, se aprecia como un ligero defecto de saturación de color, que es mucho menos perceptible al ojo humano. El funcionamiento del sistema PAL implica que es constructivamente más complicado de realizar que el sistema NTSC. Esto es debido a que, si bien los primeros receptores PAL aprovechaban las imperfecciones del ojo humano para cancelar los errores de fase, sin la corrección electrónica. El sistema PAL es más consistente que el formato NTSC. En la Figura.1.12 se muestra el sistema PAL que es un sistema de transmisión



**Figura.1.12: Sistema PAL.**

***SECAM:***

Es utilizado en los países de Francia y Japón, SECAM viene de las siglas en francés (*Séquentiel Couleur avec Mémoire*), en español (*Color secuencial con memoria*).

La transmisión televisiva se forma escaneando la pantalla del televisor a 625 líneas y a una frecuencia de 25 cuadros por segundo, es compatible con el sistema PAL ya que utiliza los mismos formatos de escaneo y velocidad en cuadros y lo que los hace diferentes es la forma de codificar el color. SECAM utiliza dos portadoras FM a 4,25 y 4,406 MHz. Cada una transporta una señal de diferencia de color; la combinación de datos de luminancia y crominancia produce como resultado la señal de vídeo compuesto en color (CCVS).

SECAM solo transmite una componente de la crominancia en cada línea, el sistema secuencial se alterna el envío de las dos componentes de crominancia en una línea se envía la señal (R-Y) y en la siguiente se envía la señal (B-Y), teniendo en cuenta que estas señales varían muy poco de una línea a otra. (Espinoza Mora J. L., 2011).

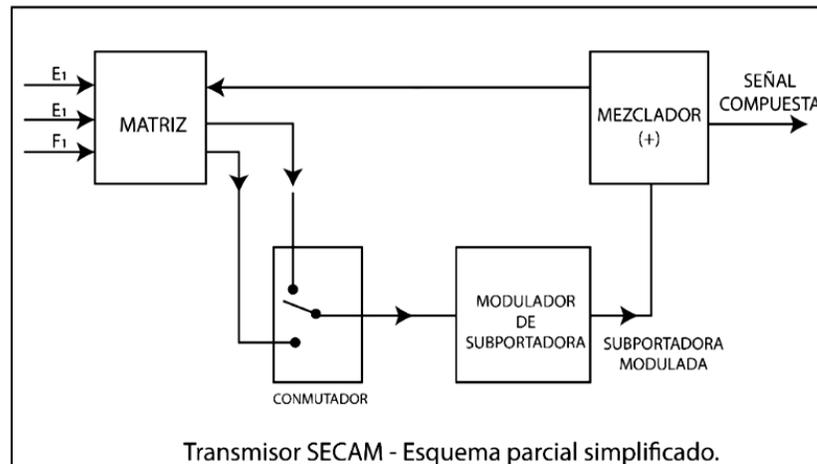
***Ventajas SECAM:***

- Tiene mejor resolución a comparación del sistema PAL y el NTSC.
- No es necesario tener un control de matiz en el televisor.
- tiene muy buen desempeño para reproducir grabaciones hechas con artefactos tecnológicos domésticos, como grabadoras.
- mejora el sistema NTSC porque en este se produce un error en cuanto al color que se envía y el que llega al receptor.

***Desventajas SECAM:***

- Al igual que el sistema PAL, trabaja a 50Hz y puede cansar la vista ya que muestra 25 cuadros por segundo.
- No es demasiado compatible con los sistemas de televisión monocromos.

En la Figura 1.13 se muestra el esquema simplificado de el trasmisor SECAM



**Figura 1.13: Transmisor SECAM.**

En la Tabla 1.7 muestra el sistema SECAM y sus clasificaciones en que países son utilizados.

**Tabla 1.7: Países que utilizaron SECAM y cambiaron.**

<b>SECAM L-L</b>	Fue usada sólo en Francia, Luxemburgo y Mónaco, en el sur de Francia. Fue reemplazada en el año 2011 por la norma digital DVB-T.
<b>SECAM B/G</b>	Fue usado en Arabia Saudita, Egipto, Irán, Libia, Marruecos y Túnez, los cuales cambiaron a la norma PAL y actualmente, lo hacen hacia la norma digital DVB-T o DVB-T2.
<b>SECAM D/K</b>	SECAM D/K: Se utiliza en la Comunidad de Estados Independientes y en partes de Europa del Este, aunque la mayoría de los países de dicha zona migraron a la norma PAL y actualmente lo hacen a la norma DVB-T o DVB-T2, para Rusia

En la Tabla 1.8 muestra los parámetros de los estándares analógicos.

**Tabla 1.8: Estándares analógicos.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>NTSC</b>	<b>PAL</b>	<b>SECAM</b>
Cuadros / segundo	30	25	25
Campos / segundo	60	50	50
Número de líneas / cuadro	525	625	625

### 1.3.2 Países en donde utilizan los estándares Analógicos

En la Figura 2.14 se muestran los continentes y países donde se utilizan los estándares analógicos.

**NTSC:**

**Tabla 1.9: Países que utilizaron NTSC.**

<b>ASIA:</b>	<b>CENTRO AMÉRICA</b>
Birmania	Belice
Corea del sur	Costa Rica
Filipinas	El salvador
	Guatemala
<b>AMÉRICA DEL NORTE</b>	<b>SUDAMÉRICA</b>
Bermudas	Bolivia
Canadá	Chile
Estados Unidos	Colombia
México	Ecuador

**PAL: Tabla 1.10: Países que utilizaron PAL.**

<b>ASIA:</b>	<b>ÁFRICA</b>
--------------	---------------

Afganistán	Argelia
Bangladés	Angola
Corea del Norte	Botsuana
República Popular China	Cabo Verde
<b>EUROPA</b>	<b>OCEANÍA</b>
Albania	Australia
Australia	Islas-Cook
Bélgica	Nueva Zelanda
Alemania	Isla Norfolk
América	
Brasil, Argentina, Paraguay	

**SECAM:** es utilizado en Francia y Japón.



**Figura 2.14 Distribución de los sistemas de TV color Analógicos en el mundo.**

### 1.3.3 Resumen: Tecnología de la Televisión Analógica.

Desde algunas décadas, cuando la transmisión de señales de televisión a color empezaba a dar sus primeros pasos, ésta, aseguraba grandes proyecciones para el futuro. Y en realidad, es posible evidenciar en la actualidad, que ha conducido a gestar importantes avances tecnológicos y ha llegado a influenciar tanto a la industria como a la sociedad en general.

La televisión nace a partir de la conjunción de una serie de fenómenos e investigaciones simultáneas pero desarrolladas aisladamente. El original descubrimiento de la "fototelegrafía" a mediados del siglo XIX, (la palabra TELEVISIÓN no sería usada sino hasta 1900), debe sus avances y desarrollo a varios investigadores que experimentaron con la transmisión de

imágenes vía ondas electromagnéticas. Las primeras transmisiones experimentales nacieron en U.S.A. Fue en Julio de 1928 cuando desde la estación experimental W3XK de Washington, JENKINS comenzó a transmitir imágenes exploradas principalmente de películas con cierta regularidad y con una definición de 48 Líneas. Y los primeros pasos de la televisión en México, en su etapa experimental, se remontan al año 1934. La primera transmisión en blanco y negro en México, se lleva a cabo el 19 de agosto de 1946. La televisión es un sistema de transmisión de imágenes y sonidos a distancia por medio de ondas hertzianas, en su forma más sencilla, la televisión es el proceso de convertir imágenes a señales eléctricas y después transformar esas señales en un receptor lejano, donde se convierten de nuevo a imágenes que se pueden percibir a simple vista, para hacer una reproducción en color aceptable para la vista humana, se necesitan los colores primarios. Mezclando apropiadamente estos colores primarios es posible aproximar todos los colores de la naturaleza. Los colores primarios son el rojo, el verde y el azul, de cuya mezcla se obtienen los otros. En la televisión es habitual describir una imagen en términos de su luminancia (brillantez) y su crominancia (color). La información sobre la crominancia puede, a su vez, describirse en términos de matiz y saturación. En el caso de televisión comercial, obviamente, es el ojo humano el que responde desigualmente a la energía con diferentes longitudes de onda.

El video analógico se caracteriza por señales de naturaleza continua, es decir que contiene infinitud de valores. Existen algunos sistemas de televisión en color análogos, de ellos los más destacados y utilizados en la actualidad en el mundo son NTSC, PAL y SECAM. Los sistemas separan la imagen de color en luminancia y crominancia; los tres utilizan las señales diferencia de color para transmitir la información de crominancia. La diferencia entre ellos radica en la forma con que la subportadora se modula por las señales diferencia de color. El SECAM transmite las señales diferencia de color U y V en líneas alternativas: U en una línea, V en la siguiente línea, y así sucesivamente. Los otros dos sistemas, El NTSC y el PAL, transmiten ambas componentes de la crominancia simultáneamente utilizando la modulación de la amplitud en cuadratura.

La televisión o tecnología análoga tiene una variante de especificaciones generales las cuales son importantes mencionando con anterioridad para poder tener una mejor comprensión sobre esta tecnología.

## **1.4 Tecnología de la televisión digital**

La televisión digital terrestre es el sistema de transmisión digital de señales abiertas o gratuitas de televisión que permitirá modernizar la forma como los mexicanos disfrutaban de este servicio, es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla por medio de ondas hercianas terrestres, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de forma satelital o por cable, y se reciben por medio de antenas UHF convencionales. La llegada de la televisión digital supone un cambio tan radical. Se trata de conseguir imágenes mejores, pero no se queda ahí, sino que también se van a abrir las puertas a la futura introducción de servicios hasta ahora inimaginables, como la recepción móvil de televisión, la interactividad, la televisión a la carta o los servicios multimedia tan de moda hoy en día con la explosión de Internet.

La TDT sustituyó, debido a sus múltiples ventajas, a la televisión analógica terrestre, señal que recibía la mayoría de los hogares mexicanos. No es un servicio de televisión restringida o de paga por lo que no hay que pagar para recibirlo. El denominador común que tienen ambas transmisiones análoga y digital, es el ancho de banda de 6MHz que se respetó y se adoptó para la transmisión digital.

Las características más importantes son las siguientes:

- El nivel de energía del ancho de banda es constante.
- No existen las tres frecuencias portadoras con que cuenta la transmisión análoga
- Solo se inserta una frecuencia piloto de referencia a 0.309441Mhz del límite inferior del canal asignado.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan la misma anchura de banda (6MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica, pero debido a la utilización de técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un

número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición y gran calidad de imagen y sonido.

#### **1.4.1 Señal digital**

Es una forma de señal generada por algún fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos. Es una señal discreta que recoge tan solo determinados valores para todo el tiempo. En contraste con algunas señales analógicas no varían en forma continua si no que cambian en pasos o en incrementos discretos. La mayoría de las señales digitales utilizan códigos binarios o de dos estados

Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo.

Sus parámetros son: Altura de pulso (nivel eléctrico), duración (ancho de pulso) y frecuencia de repetición (velocidad pulsos por segundo).

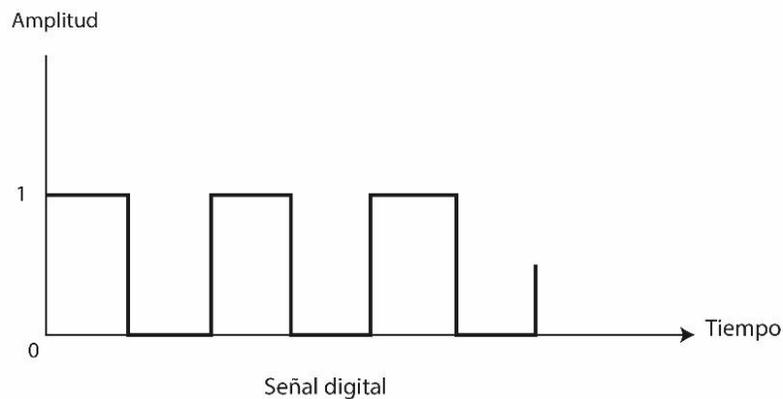
La cantidad de bits que genera el proceso de digitalización de una señal de televisión es tan alta que necesita mucha capacidad de almacenamiento y de recursos para su transporte.

##### *Formatos de televisión:*

- En formato convencional (4:3): una imagen digital de televisión está formada por 720x576 puntos (pixels). Almacenar una imagen requiere: 1 Mbyte. Transmitir un segundo de imágenes continuas, requiere una velocidad de transmisión de 170 Mbits/s.
- En formato panorámico (16:9): una imagen digital de televisión está formada por 960x 576 puntos (pixels): requiere un 30% más de capacidad que el formato 4:3.
- En formato alta definición: la imagen digital de televisión consiste en 1920 x1080 puntos (pixels). Las señales digitales no se producen en el mundo físico como tales, sino que son creadas por el hombre y tiene una técnica particular de tratamiento, la utilización de señales digitales para transmitir información se puede realizar de varios modos, el primero, en función del número de estados distintos que pueda tener. Si son dos los

estados posibles, se dice que son binarias, si son tres, ternarias, si son cuatro, cuaternarias y así sucesivamente.

En Figura 2. 15 se muestra como es una señal digital en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango (torres urgell & Lleida Solano, 1996).



**Figura 2. 15. Señal digital.**

*Ventajas y desventajas de la señal digital:*

En la tabla se muestra que la señal digital tiene ventajas y desventajas y en la siguiente Tabla 1.11 muestra lo mencionado.

Tabla 1.11: Ventajas y desventajas de la señal digital

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Ante la atenuación, puede ser amplificada y reconstruida al mismo tiempo, gracias a los sistemas de regeneración de señales.	Necesita una conversión analógica-digital previa y una decodificación posterior, en el momento de la recepción.
Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores, en la recepción.	Requiere una sincronización precisa entre los tiempos del reloj del transmisor, con respecto a los del receptor.
Facilidad para el procesamiento de la señal.	Pérdida de calidad del muestreo.

Permite la generación infinita sin pérdidas de calidad.	La señal digital requiere mayor ancho de banda que la señal analógica para ser transmitida.
---	---

*Técnicas de control de errores:* Fundamentales algoritmos para la detección de error.

- **Paridad:** el número de bits de información a transmitir es pequeño y la probabilidad de que ocurra un error es baja, es el uso de un bit adicional de paridad por elemento transmitido.
- **CRC (código de redundancia cíclica):** se basa en la división binaria, en esta técnica, se añaden bits redundantes en la unidad de datos de forma que todo el conjunto sea divisible exactamente por un número binario determinado.
- **Hamming:** El código Hamming se puede aplicar a unidades de datos de cualquier longitud y usa la relación de bits de datos y de redundancia.

En la Figura 2.16 se muestra como se manda la señal analógica y digital y como la señal llega con o sin receptor.



**Figura 2.16: TV analógica contra TV digital.**

*Ancho de banda digital:* El denominador común que tienen ambas transmisiones la analógica y la digital, es el ancho de banda de 6 MHz que se respetó y adoptó para la transmisión digital. Esto evito la replantificación del espectro radioeléctrico asignado para la operación de televisión.

El ancho de banda digital es la cantidad de información o de datos que se pueden enviar en una conexión de red en cierta cantidad de tiempo. El ancho de banda analógico y el digital se puede medir generalmente en bps (bits por segundo), Kbps (Kilobits por segundo) o Mbps (megabits por segundo).

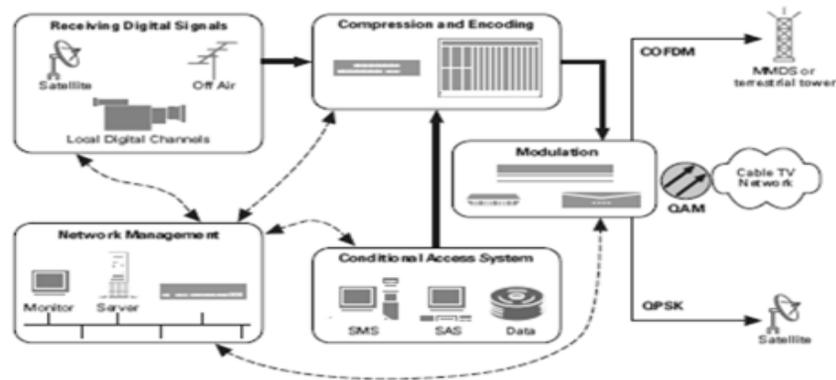
Pero sería bueno realizarse una sencilla pregunta.

**¿Qué sucede si la señal a procesar es de mayor frecuencia que el ancho de banda analógico o de mayor cantidad de bits por segundo que el ancho de banda digital?**

En el caso del ancho de banda analógico los datos se van degradando al aumentar la frecuencia hasta que al final no salen, en el caso del ancho de banda digital los datos de salida no tienen la misma cantidad de datos que los de entrada, sino que es menor, ya que el aparato no puede reaccionar a tiempo a los cambios que se le solicitan (cada cambio se toma como un bit).

*Bloques de construcción de un sistema de televisión digital:* Un operador de TV normalmente recibe el contenido de una variedad de fuentes, incluyendo video local, cable y canales vía satélite. El contenido tiene que estar preparado para su transmisión haciendo pasar la señal a través de un sistema de radiodifusión digital.

En la Figura 2. 17 se muestra los bloques donde están los elementos básicos de un sistema de televisión digital.



**Figura 2. 17: Representación de los elementos básicos de un sistema de Radiodifusión digital de construcción.**

*La compresión y codificación:* Una red de vídeo de radiodifusión digital es el sistema de compresión, cuyo trabajo es entregar alta calidad de video y audio a los consumidores, el uso de una pequeña cantidad de la red. El objetivo principal de cualquier sistema de compresión es reducir al mínimo el almacenamiento de información. Esto es particularmente útil para los proveedores de servicios que quieren transmitir gran volumen de datos digitales en un canal. Un sistema de compresión consiste en codificadores y multiplexores. Codificadores son dispositivos utilizados para digitalizar, comprimir, y separar el audio, vídeo. Los multiplexores digitales permiten varias transmisiones de información en un solo canal.

*Compresión MPEG:* Es un estándar definido específicamente para la compresión de vídeo, utilizado para la transmisión de imágenes en vídeo digital. El algoritmo que utiliza además de comprimir imágenes estáticas compara los fotogramas presentes con los anteriores y los futuros para almacenar sólo las partes que cambian. Pero se requiere de sistemas que procesan esta información que incluye el sonido de alta definición.

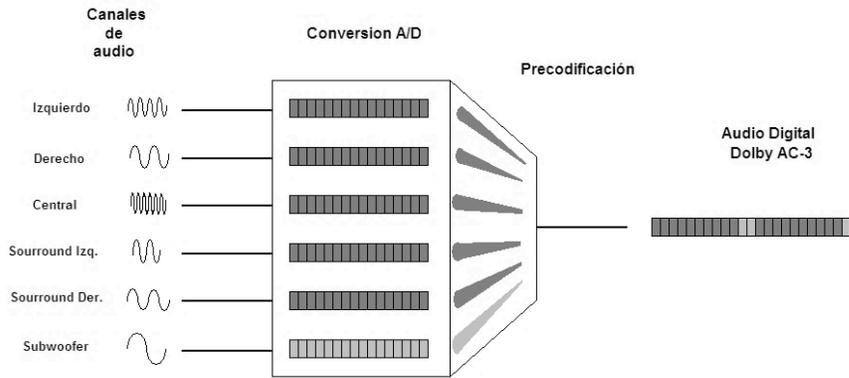
**MPEG-1** Estándar escogido por Vídeo-CD: calidad VHS con sonido digital.

- **MPEG-2** Se usa en los DVD (Digital Vídeo Disk). Calidad superior al MPEG-1.
- **MPEG-3** Gran calidad de vídeo: 1920x1080x30 Hz con transferencias entre 20 y 40 Mbps
- **MPEG-4** es un método para la compresión digital de audio y vídeo.

*Compresión MJPEG:* Básicamente consiste en tratar al vídeo como una secuencia de imágenes estáticas independientes y su compresión y descompresión mediante el algoritmo JPEG, para luego, recomponer la imagen de vídeo. Esto se puede realizar en tiempo real e incluso con poca inversión en hardware. El inconveniente de este sistema es que no se puede considerar como un estándar de vídeo pues ni siquiera incluye la señal de audio. Otro problema es que depende de la velocidad de la transferencia de datos y de la memoria que se requiere para video es muy alta. En la práctica es factible conseguir la calidad SVHS con lo que se pueden realizar trabajos semiprofesionales.

*Compresión Dolby AC3:* Es un sistema para compresión de audio con seis canales separados de información. Este sistema varía la velocidad de transmisión controlando así la resolución y calcula la distribución óptima de los bits, sin degradación audible del sonido, además compensa la reducción de información utilizando un filtrado digital y un enmascaramiento. AC-3 es la versión más común que contiene hasta un total de 6 canales de audio, con 5 canales de ancho de banda completa de 20 Hz - 20 kHz para los altavoces de rango-normal (frente derecho, centro, frente izquierdo, parte posterior derecha y parte posterior izquierda) y un canal de salida exclusivo para los sonidos de baja frecuencia.

En la Figura 1.18 se ilustra la compresión Dolby AC3y muestra sus 6 canales de audio y los 5 canales de ancho de banda.



**Figura 1.18: Compresión Dolby AC3**

El AC-3 es uno de los formatos denominados de compresión perceptual. Lo que hace, básicamente, es eliminar todas las partes del sonido original, codificado analógicamente, que no pueda ser percibido por el oído humano. De ésta forma, se logra que la misma información sea de menor tamaño y por lo tanto ocupe mucho menos espacio físico. Una vez lograda la compresión de la onda original, se puede añadir más información que antes no era posible. Durante la codificación en AC-3, se pasa por unas etapas sucesivas. De todo el audio (onda original) escogemos un trozo definido. El proceso se va repitiendo hasta acabar con la onda, que se va transformando de forma secuencial.

### 1.4.2 Compresión ASI y SMPTE -310

**ASI** (Asíncrono de interfaz Serial): se utiliza este formato para el proceso de transporte de señales de video, audio y datos obteniéndose un flujo de información MPEG-2. Una señal ASI puede llevar uno o múltiples SD, HD o programas de audio que ya están comprimidos, en comparación con un comprimido SD-SDI (270 Mbit / s) o HD-SDI (1.485 Gbit / s).

Puede ser a distintas velocidades de transmisión y es completamente dependiente de los requisitos de ingeniería del usuario. Por ejemplo, un ATSC (USA estándar digital para la radiodifusión) tiene un ancho de banda máximo de 19.392658 Mbit / s. Generalmente, la señal ASI es el producto final de la compresión de vídeo, ya sea MPEG2 o MPEG4, listo para su transmisión a un sistema de transmisor o en el microondas u otro dispositivo.

También se convierte en fibra, o SMPTE310 para otros tipos de transmisión. Hay dos formatos de transmisión comúnmente utilizados por la interfaz ASI:

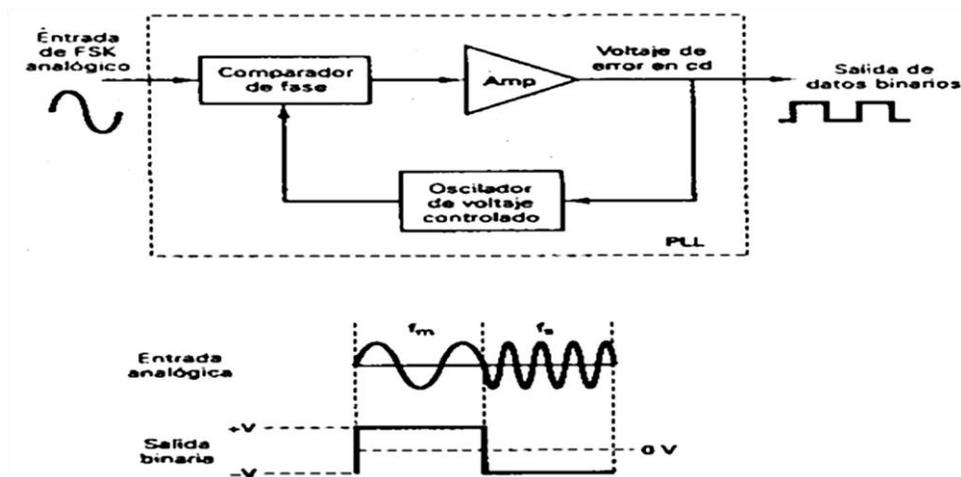
- Formato de 188 bytes
- Formato de 204 bytes

**SMPTE:** este grupo desarrolla para el caso de la TDT una Interfaz Serie Sincrónica para MPEG-2 denominado SMPTE-310, definiendo las características de modulación requeridas. Una vez creados los paquetes MPEG-2 con información de video, audio y datos en un flujo ASI, se deben procesar en forma sincrónica con un convertidor de ASI / SMPTE-310, quedando en formato para atacar el modulador 8-VSB (Vestigial Side Band).

*Modulación:* Una vez que la señal digital ha sido procesada por el multiplexor, ahora es tiempo para amalgamar los de vídeo, audio y datos con la señal portadora en un proceso llamado modulación. La señal digital no modulada emitida desde el multiplexor tiene sólo dos posibles estados, ya sea un “0” o “1” con la aprobación de la señal a través de un proceso de modulación, se añaden una serie de estados, lo que aumenta la velocidad de transferencia de datos.

La portadora y la señal modulada son analógicas como las señales AM y FM. La modulación digital se divide dos clases.

- **PSK (Phase shift keying)** Codificación por cambio de fase.
- **QAM (Quadrature amplitude modulation)** En este caso se cambia la amplitud y fase de la portadora según la modulación/señal digital que representa los datos.



**Figura 2. 19: Diagrama de modulación digital.**

*Modulación 8-VSB:* Es la modulación método utilizado para su difusión en el estándar de televisión digital ATSC. ATSC 8VSB y modulación se utiliza principalmente en América del Norte, Un método de modulación especifica cómo la señal de radio fluctúa para transmitir información. ATSC y DVB-T especifica la modulación utilizados para la televisión digital a través del aire. VSB está a 8 niveles de modulación de banda lateral vestigial. En esencia, se convierte un binario en su representación octal. Por la modulación de amplitud de una sinusoidal portadora a uno de los ocho niveles. 8VSB es un método de modulación por banda residual, convierte un flujo de bits en su representación octal a través de la modulación de amplitud de una portadora senoidal a uno de 8 niveles representa un símbolo con 3 bits , es decir hasta 8 símbolos ( $2^3$ ).La modulación 8-VSB coloca la señal digital dentro de la banda de 6 MHz, con un flujo de transporte de 19,39 Mb/s. La señal es modulada en ocho estados o niveles de amplitud y genera una frecuencia piloto en 309.441 kHz. Y las representaciones graficas que permite visualizar la calidad de la señal 8-VSB son el diagrama de ojo y la constelación.

*Diagrama de ojo:* El Diagrama de ojo, es la superposición de muchos trazos del voltaje de la señal de RF recibida al instante del muestreo la convergencia de los múltiples trazos forma siete ojos al coincidir en tiempo con los pulsos de reloj generados por el equipo de medición y es utilizado para el análisis del comportamiento de los enlaces de transmisión. Permite analizar las formas de onda de los pulsos que se propagan en un enlace de

comunicaciones, para lograr observar sus formas, desfases, niveles de ruido, potencias de las señales que corresponden a un gráfico que muestra la superposición de las distintas combinaciones posibles de unos y ceros en un rango de tiempo o cantidad de bits determinados. Dichas combinaciones transmitidas por el enlace, permiten obtener las características de los pulsos que se propagan por el medio de comunicación, sean estos por medio de fibra óptica, coaxial, par trenzado, enlaces satelitales. Debido a la capacidad de los diagramas de ojo de representar la superposición de varias señales simultáneamente es que son conocidos como patrones multivalores, ya que a diferencia de las señales medidas normalmente en un osciloscopio, cada punto en el eje del tiempo tiene asociado múltiples niveles de voltaje (Alonso, 1981).

*QAM (Quadrature amplitude modulation):* QAM es una técnica relativamente simple para llevar la información digital al centro de difusión del operador para el cliente. Esta forma de modulación modifica la amplitud y fase de una señal a transmitir el flujo de transporte MPEG-2. QAM es el esquema de modulación preferido para las compañías de cable, ya que puede alcanzar velocidades de transferencia hasta 40 Mbits / seg.

*Constelación:* La Constelación de la señal 8-VSB, es una representación gráfica bidimensional de la amplitud y fase de la portadora de RF a cada instante del muestreo. Se presenta como una serie de ocho líneas verticales que corresponden a los ocho niveles de señal transmitidos.

*PSK (Phase shift keying):* forma de modulación angular consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos. La diferencia con la modulación de fase convencional (PM) es que mientras en ésta la variación de fase es continua, en función de la señal moduladora, en la PSK la señal moduladora es una señal digital y, por tanto, con un número de estados limitado.

*Modulación OFDM:* Aunque el multiplexado ortogonal por división de frecuencia (OFDM) es una forma de modulación con múltiples portadoras que fue presentada hace más de treinta años no ha cobrado importancia hasta finales de la década de 1980.

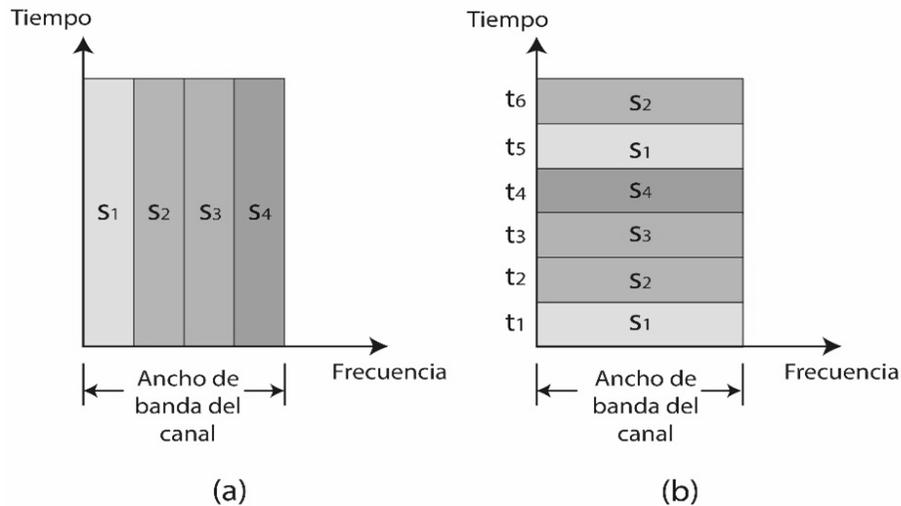
La modulación por multiplexado por división de frecuencia ortogonal es una técnica de modulación de banda ancha que utiliza múltiples portadoras ortogonales, cada una modulada en amplitud y fase. Cuando la OFDM se emplea junto con codificación de canal para detección y corrección de errores, se designa como COFDM (multiplexado por división de frecuencia ortogonal codificada).

### **1.4.3 Multiplexado por división de frecuencia FDM y TDM**

El multiplexado, tanto en frecuencia como en tiempo, es una técnica que hace posible la transmisión de varias señales por un mismo canal de comunicación. En el FDM, cada señal utiliza una porción del ancho de banda total.

**TDM** en el multiplexado por división de tiempo cada señal utiliza todo el ancho de banda del canal, pero sólo en intervalos de tiempo definidos.

En la Figura 2. 20 se muestra como es la Multiplexación por división de tiempo, muestra el proceso digital cuando comparte un gran ancho de banda de un canal.



**Figura 2. 20: Multiplexado en frecuencia y en tiempo. (a) FDM se muestra la división del ancho de banda del canal de comunicación para cada una de las señales transmitidas (cada señal se trasmite en una subportadora). (b) TDM en este caso se transmiten las señales usando todo el ancho de banda, pero por un tiempo determinado cada una. Cualquiera de estas dos formas se puede transmitir varias señales en un solo canal**

El multiplexado en frecuencia puede utilizarse tanto con señales analógicas como digitales, en tanto que el multiplexado en tiempo se utiliza principalmente para señales digitales. En el multiplexado en tiempo, cada señal modula a una portadora diferente y la separación entre portadoras es, aunque no necesariamente, regular. Esta forma de multiplexado es muy utilizada en telefonía y, en el caso de televisión, la señal compuesta de vídeo, que contiene las componentes de luminancia y crominancia, está también multiplexada en frecuencia.

Puesto que cada señal modula a una portadora diferente o subportadora, la separación entre subportadora debe elegirse adecuadamente, para evitar solapamiento entre los espectros de señales adyacentes y cada señal puede utilizar un tipo de modulación diferente (AM-DBL, AM-BLU, FM,). Para garantizar la separación entre señales adyacentes, evitar la interferencia entre ellas, y facilitar su separación y demodulación en el receptor, suele agregarse una banda de guarda entre bandas adyacentes, que no contiene ninguna señal.

#### **1.4.4 Sistema de Acceso Condicional**

Broadcast y operadores de televisión están interactuando con sus espectadores en muchos niveles, ofreciendo una elección de más programas. Además, el despliegue de un sistema de seguridad o de acceso condicional (CA), como se le llama comúnmente, les proporciona control sin precedentes sobre lo que ven y cuándo. Un sistema de CA se describe mejor como puerta de enlace virtual que permite a los espectadores acceder a un nuevo mundo de servicios digitales. El objetivo principal de cualquier sistema de CA es para controlar el acceso de los abonados a la televisión digital para pagar los servicios y asegurar los flujos de ingresos y operadores. En consecuencia, sólo los clientes que tienen un contrato válido con el operador de red pueden acceder a un servicio en particular.

El uso de sistemas de CA de hoy, los operadores de red pueden dirigirse directamente a la programación, anuncios y promociones a los suscriptores por área geográfica, segmento de mercado, o de acuerdo con las preferencias personales. Por consiguiente, el sistema de CA es un aspecto vital del negocio de la televisión digital.

#### **1.4.5 Sistema de gestión de abonados (SMS)**

Para explotar el potencial comercial de la radiodifusión digital, los operadores de televisión tienen que interconectar sus sistemas técnicos con un sistema de gestión de abonados (SMS). Los SMS proporciona el apoyo necesario para administrar con precisión el negocio de la televisión digital

Funciones típicamente proporcionado por un sistema de aplicación de software de SMS incluyen:

- Registrar, modificar y cancelar los registros de abonados.
- Campañas de marketing.
- Gestión de inventario de decodificadores y tarjetas inteligentes.
- Seguimiento de la experiencia del cliente.
- La venta cruzada de servicios.
- Interfaz con los bancos y compañías de tarjetas de crédito.

- Capacidad multilingüe.
- Preparación y formato de factura.
- Presentación de facturas en formato electrónico.
- Las instalaciones de contabilidad y auditoría.

#### **1.4.6 Estándares Digitales**

**ATSC (Advanced Television Systems):** es el grupo encargado del desarrollo de los estándares de la televisión digital en los Estados Unidos. ATSC fue creada para reemplazar en los Estados Unidos el sistema de televisión analógica de color NTSC.

Las normas del ATSC son: El ATSC para la televisión digital terrestre, y ATSC-M/H para la televisión digital terrestre en equipos portátiles o móviles.

La televisión de alta definición es definida por la ATSC, como una imagen panorámica pantalla ancha con una relación de aspecto de 16:9 con una resolución de 1920x1080 pixeles. Esto es más de seis veces superior al tamaño de resolución de los anteriores estándares. También se incluye soporte para imágenes de distintos tamaños, por lo que hasta seis canales virtuales de televisión de resolución estándar pueden ser transmitidos por un solo canal de televisión de 6 MHz de ancho de banda. ATSC también contiene audio de calidad teatral mediante el sistema Dolby Digital con formato AC-3 que provee 5.1 canales de audio.

Actualmente ATSC viene desarrollando un estándar de televisión móvil/portátil denominado ATSC M/H que está en proceso final de aprobación y que permite la recepción móvil, en vehículos o dispositivos de mano, de un canal de televisión a 30 imágenes por segundo hasta llenar completamente el canal de 6 MHz con varios de ellos, compartiendo la capacidad de bits con varios programas de varias definiciones y de acuerdo al modelo de operación del radiodifusor.

DVB (Digital Video Broadcasting): es el estándar para la transmisión de televisión digital terrestre creado por la organización europea Digital Video Broadcasting (DVB), es un organismo encargado de crear y proponer los procedimientos de estandarización para la televisión digital compatible. Está constituido por más de 270 instituciones y empresas de todo el mundo. Este sistema transmite audio, video y otros datos a través de un flujo MPEG-2,

usando una modulación de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal Codificada (COFDM).

Emisiones mediante la red de distribución terrestre de señal usada en la televisión.

**Los sistemas DVB distribuyen los datos por:**

- Satélite (DVB-S y DVB-S2)
- Cable (DVB-C y DVB-C2)
- Televisión terrestre (DVB-T y DVB-T2)
- Televisión terrestre para dispositivos portátiles (DVB-H)
- Televisión satelital para dispositivos portátiles (DVB-SH)

Estos estándares definen la capa física y la capa de enlace de datos de un sistema de distribución. Los dispositivos interactúan con la capa física a través de una interfaz paralela síncrona SPI, una interfaz serie síncrona SSI o una interfaz serie asíncrona ASI. Todos los datos se transmiten en flujos de transporte MPEG-2 con algunas restricciones adicionales (DVB-MPEG).

*ISDB (Integrated Services Digital Broadcast):* es el estándar de televisión digital más avanzado internacionalmente desarrollado en Japón, el país del que surgen los mayores adelantos en sistemas tecnológicos, y sobre todo si se habla de los medios audiovisuales, de ahí que desde su instalación en diciembre del 2003. ISDB proviene del MUSE, sistema de compresión y transporte para televisión de alta definición analógica desarrollado por NHK (broadcaster miembro del actual DiBEG) en la década de los 80s, del cual surgió la idea para el ATSC, que en contraposición obligó a los japoneses a trabajar en un sistema mejor, el ISDB. Este sistema, al igual que la familia DVB, posee diferentes formatos según el canal a transmitir siendo el ISDB-T el que cumpla lo necesario para la difusión terrenal, que adquirirá el nombre de ISDB-Tb o SBTVD En relación a las características técnicas del estándar ISDB-T se pueden mencionar varios aspectos:

- ISDB-T usa la banda de frecuencia UHF, 470-770MHz, colocando en esos 300MHz de ancho de banda un total de 50 canales de 6MHz cada uno (5.572MHz de BW efectivo y 430kHz de separación entre canales).

- Proporciona mayor inmunidad la banda UHF a las señales transitorias que provienen de motores de vehículos y líneas de energía eléctrica en ambientes urbanos. Estas señales transitorias se concentran en las bandas VHF, razón por la que Brasil y Japón han decidido retirar su uso.
- Proporciona robustez frente a la interferencia multitrayecto, causante de los denominados fantasmas de la TV analógica y la interferencia de canal adyacente analógico. Sin embargo, para esta última presenta valores peores que los otros sistemas.
- ISDB-T permite variedad en los formatos de la televisión a emitir, pudiendo ofrecer por ejemplo dos o tres canales de definición normal en lugar de uno de alta calidad. Esto es debido a que cada canal se divide en 13 segmentos, más uno para separar lo canales, donde 12 segmentos sería lo que ocupa emitir en HDTV, 4 segmentos para SDTV y uno sólo para la emisión de canales para receptores móviles. Las combinaciones elegidas se pueden cambiar en cualquier momento, dando así libertad a los operadores a emitir en la calidad que crean precisa.
- El servicio 1seg de ISDB-T es un servicio de transmisión móvil terrestre de audio y video digital que fue creado en Japón para dar servicio a los trenes de alta velocidad.
- Permite la recepción de HDTV en vehículos a velocidades sobre los 100 Km/h.
- Puede recibirse con una simple antena interior.
- Proporciona servicios interactivos con transmisión de datos, como juegos o compras, vía línea telefónica o banda ancha, dando soporte además a internet gracias a su canal de retorno (Martínez Martínez & Ascencio López, 2008).

*Parámetros de estándares digitales:*

**Tabla 1.12: Estándares digitales**

PARÁMETRO	ATSC	DVB	ISDB
Ancho de banda	6 MHz	6, 7 u 8 MHz	
Velocidad de flujo de datos	19.39 Mbps	19.6 Mbps	19 Mbps
Compresión de video	MPEG-2	MPEG-2 y MPEG-4	

Compresión de audio	Dolby AC-3	MPEG-2 y Dolby AC-3	MPEG-2		
Multiplexado	MPEG-2				
Modulación	8-VSB	COFDM		OFDM	
<b>PARÁMETRO</b>	<b>ATSC</b>		<b>DVB</b>		<b>ISDB</b>
Tipo de Señal	HD		HD		HD
Líneas y barrido	1080i	720p	1080i	720p	1080i
Relación de Aspecto	16:9		16:9		16:9
Muestra por línea activa Cantidad de líneas activas	1920X1080	1280X720	1920X1080	1280X720	1920X1080

<b>PARÁMETRO</b>	<b>ATSC</b>		<b>DVB</b>		<b>ISDB</b>
Tipo de Señal	SD		SD		SD
Líneas y barrido	480i	480p	480i	480p	480i
Relación de Aspecto	16:9 y 4:3		16:9 y 4:3		16:9 y 4:3
Muestra por línea activa la Cantidad de líneas activas	720X483		720X576	544X576	720X483

***Países en donde utilizan los estándares Digitales:***

Esta **Tabla 1.13** muestra los países en los cuales han sido utilizando los estándares digitales.

**Tabla 1.13: Países que utilizan estándares digitales.**

**ATSC:**

PAÍS	AÑO
Estados Unidos	1996
Canadá	1997
Corea del Sur	1997
México	2004
El Salvador	2009
República Dominicana	2010

**DVB:**

ASIA:	ÁFRICA
Afganistán	Argelia
Arabia Saudita	Angola
India	Egipto
Rusia	Siria
Taiwán	Tanzania
Israel	Marruecos
EUROPA	OCEANÍA
Albania	Australia
Croacia	Indonesia
Bélgica	Nueva Zelanda
Polonia	Polinesia Francesa

**ISDB:**

ASIA:	AMÉRICA
Japón	Brasil
Filipinas	Perú
Maldivas	Argentina
Sri Lanka	Chile
	Venezuela
ÁFRICA	Ecuador
Botsuana	Costa Rica
	Paraguay
	Bolivia
	Guatemala



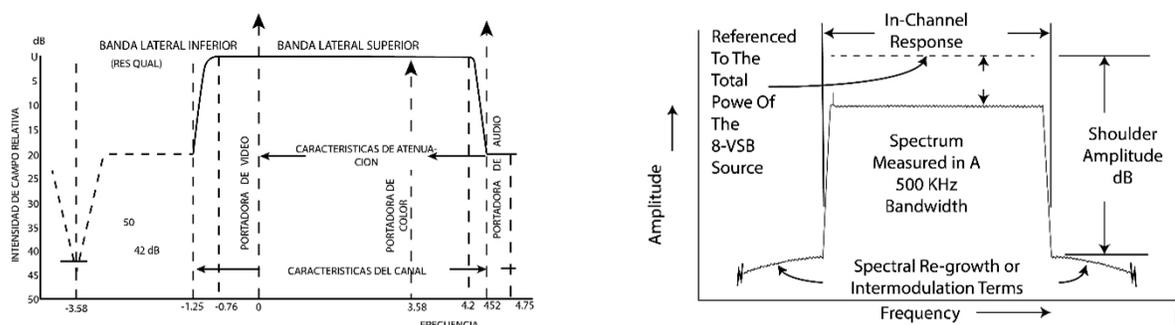
**1.4.7 Estándares utilizados en México**

En la siguiente Tabla 1.14 muestra la comparación de tecnología de estándares analógicos a digitales.

**Tabla 1.14: Comparación de tecnologías.**

Estándar:	NTSC	ATSC
Ancho de banda de 6 MHz:	Lo ocupa con una sola señal	Se aprovecha con múltiples señales
Relación de aspecto:	4:3	16:9/4:3
Tolerancia al ruido:	Muy sensible	Libre de ruido
Valores agregados:	Closed Caption y SAP	Multimedia e interactividad
Resolución:	525 líneas	1080i, 480i líneas
Calidad de señal:	Se degrada	No se degrada
Potencia / Cobertura:	10 Kw pico	2.5 Kw <sub>rms</sub>

La Figura 2. 21 muestra las características de las señales de RF de un transmisor analógico y uno digital.



**Figura 2. 21: Señales RF de un transmisor analógico digital.**

La Tabla 1.15 muestra características de las señales RF para transmisor analógico a digital.

**Tabla 1.15: Características de las señales de RF transmisor analógico y digital.**

Estándar:	NTSC	ATSC
Portadora video	A 1.25 MHz del inicio del canal	-----
Frecuencia piloto	-----	A 0.309441 MHz del inicio del canal
Subportadora de color	A 3.58 MHz de la port. video	-----
Portadora de audio	A 4.5 MHz de la port. video	-----
Atenuación fuera de canal	Entre -20 a -42 dB	Entre -47 a -110 dB

Hay otros medios para transmitir la señal de la televisión no solo por canales abiertos si no por medio de sistema de cable y sistema satelital se dará una pequeña introducción sobre ellos (AMALFA, 2006).

#### **1.4.8 Televisión por cable**

La televisión por cable, algunas veces denominada CATV, es un sistema de entrega de señal de televisión a los receptores domésticos (televisión), mediante un cable coaxial en lugar de propagación de ondas de radio a través de la atmosfera. Una compañía de televisión por cable recibe todas las señales y programas disponibles y las multiplexa en frecuencia en un solo cable coaxial que alimenta los hogares de los suscriptores. Se utiliza una caja codificadora especial para recibir las señales de cable, seleccionar el canal deseado y alimentar la señal al aparato de televisión. La televisión por cable funciona a base de antenas de televisión de alta ganancia. Las señales resultantes se amplifican y alimentan a los suscriptores por medio de cable. Las compañías de televisión por cable usan antenas parabólicas para recibir los canales para cable llamados Premium, estas compañías utilizan muchas antenas de televisión y receptores para captar las estaciones cuyos programas distribuirá, estas señales se procesan y luego se combinan o multiplexan en frecuencias en un solo cable.

*Procesamiento de la señal:* Los principales procesos que participan en el envío de la señal a lugares remotos es la amplificación y el acoplamiento de impedancias, pero requiere varios procesos que son procesadores de interconexión y de heterodinos.

*Procesadores de interconexión:* En los sistemas antiguos de cable las señales de las estaciones locales eran captadas por antenas y la señal se amplificaba antes de ser multiplexada en el cable principal. Esto se llama procesamiento directo; se basaban en amplificadores denominados amplificadores de banda, la mayor parte de estos amplificadores incluyen alguna forma de control de ganancia o atenuadores que logran reducir el nivel de la señal para prevenir la distorsión de señales locales fuertes.

*Procesadores heterodinos:* Transporta la señal de llegada de televisión a una frecuencia diferente. Esto es necesario si participan señales de satélite, las portadoras de microondas no suelen ponerse en el cable de manera que se convierten hacia abajo a algún canal de televisión

disponible de 6MHz.El procesamiento heterodino da a las compañías de cable la flexibilidad de poner las señales en el canal que deseen.

#### **1.4.9 Televisión por satélite**

Uno de los métodos más comunes de distribución de la señal de televisión es a través de comunicación por satélite consistente en retransmitir desde un satélite de comunicaciones una señal de televisión emitida desde un punto de la Tierra, de forma que ésta pueda llegar a otras partes del planeta. De esta forma es posible la difusión de señal televisiva a grandes extensiones de terreno, independientemente de sus condiciones orográficas.

Hay tres tipos de televisión por satélite: Recepción directa por el telespectador (DTH), recepción para las cabeceras de televisión por cable (para su posterior redistribución) y servicios entre afiliados de televisión local.

Una nueva forma de televisión por satélite al consumidor es la Radiofusión directa de televisión por satélite (DBS, direct Broadcast satellite). Los sistemas DBS están diseñados en especial para recepción por el consumidor directamente del satélite. Los nuevos sistemas tienen señales de audio y video digitalizadas y codificadas, las cuales hacen la transmisión y recepción más confiables y proporciona una calidad de imagen y sonido sobresalientes.

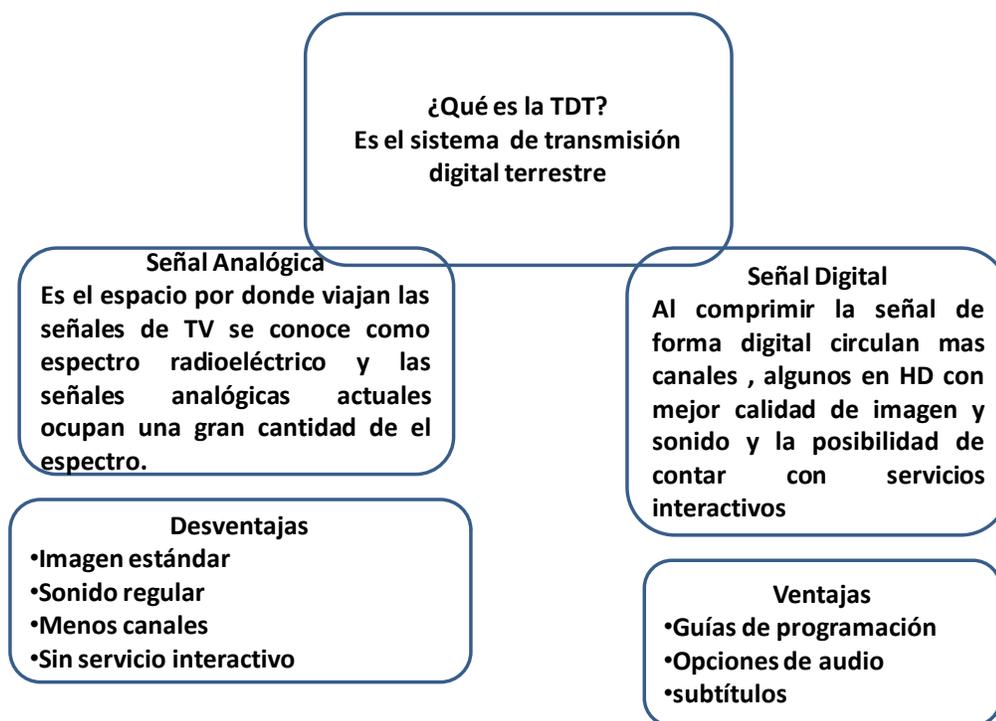
*Transmisión por satélite:* El video por transmitirse primero debe colocarse de forma digital. Con la tecnología disponible hoy en día, esta velocidad de datos es tan alta que es difícil de alcanzar en forma confiable. Para reducir la velocidad de datos y mejorar la confiabilidad de la transmisión, el nuevo sistema de DBS usa video digital comprimido.

En la siguiente Tabla 1.16 señala las características de los diferentes medios para transmitir la señal de la televisión no solo por canales abiertos si no por medio de sistema de cable y sistema satelital.

**Tabla 1.16 Características de los sistemas de televisión.**

	<b>Cable</b>	<b>Satélite</b>	<b>TDT</b>
Implantación y recepción	Complicada y de alto costo De pago	Muy sencilla instalación parabólica y decodificador de bajo costo, de pago.	Sencilla adaptación, infraestructuras adaptación de antenas ICTs y compra de decodificador.
Ancho de banda	Muy amplio Canal descendente 776Mhz 4,6 Gbit/s	Gran ancho de banda	Limitado a una frecuencia UHF por flujo MPEG-2 20 Mbit/s
Canal de retorno	50 MHz 300 Mbit/s	Uso de otras tecnologías ya que no tiene canal propio de retorno.	Uso de otras tecnologías ya que no tienen canal propio de retorno.
cobertura	Cobertura limitada según redes desplegadas	Cobertura nacional e internacional.	Cobertura nacional, opciones de desconexiones automáticas y locales.
Ventajas	Inmunidad interferencia bajo costo inicial de equipo, no usa espectro, no existe retardo.	Costo insensible a la distancia.	Publica y de amplia cobertura mejor aprovechamiento, espectro radioeléctrico calidad DVD
Desventajas	Cobertura limitada coste dependiente de la distancia, alto costo de operación por mes.	0.5 seg de retardo, alto costo mensual operaciones sensible a interferencias.	Espectro limitado, sin canal de retorno.

En la siguiente Figura 2. 22 mostramos las ventajas y desventajas de la TDT



**Figura 2. 22: Cuadro de la TDT y ventajas y desventajas de la señal analógica y digital.**

## 1.5 Resumen de Capítulo.

México solo contaba con la televisión analógica, pero la televisión digital implica grandes retos y oportunidades para el país en diferentes ámbitos como industria, comercial, educativo, ingeniería, y entretenimiento. Al mismo tiempo, la implementación de los sistemas digitales televisivos a nivel comercial en nuestro país dará nuevas oportunidades de mejorar el contenido y calidad de los programas actuales y por venir. Dado que en otros países como Estados Unidos, Canadá, Japón y gran parte del territorio europeo la televisión digital ya es una realidad, la transición hacia la televisión digital en México es inevitable y por tanto hay que estar preparados para entender, desarrollar y decidir en el campo de estas nuevas tecnologías digitales multimedia para poder aprovechar las oportunidades y retos que se presentan. Por estas razones la televisión digital tiene un futuro promisorio en México. Desde

el punto de vista técnico, durante los años 1920 hubo grandes avances en la integración del sistema de televisión, pero a partir de los 50, después de la aparición del color, la TV tuvo un estancamiento de muchas décadas, hasta la aparición de la televisión digital a mediados de los 90 en contraste con la televisión tradicional, que codifica los datos de manera analógica, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo la posibilidad de crear aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes. La implantación de la Televisión Digital y su desarrollo a través de los diferentes canales de acceso disponibles (terrestre, cable, satélite, ADSL, móvil) La televisión digital representa el cambio tecnológico más radical en la industria televisiva, después de la aparición de la TV a color. La digitalización de la televisión lleva consigo numerosas ventajas en la forma de entender y utilizar la televisión; la representación numérica permite el uso de compresores, filtros digitales, control de conexión local, detección y corrección de errores, canales de doble vía, etc. Una de las principales ventajas de la digitalización es poder aplicar técnicas de compresión de datos, logrando así una optimización del ancho de banda. Por ejemplo, un canal analógico tiene un ancho de banda típico de 6 MHz en América y 8 MHz en Europa. En este mismo ancho de banda pueden transmitirse hasta 5 canales de video y audio digital. El algoritmo más utilizado para la compresión de video y audio se llama MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group).

Muchas veces y de manera errónea se utilizan los términos Televisión Digital (DTV, Digital Television) y HDTV (High Definition Television) como sinónimos. Es importante aclarar que son conceptos diferentes. HDTV define un nuevo formato de presentación, pero no especifica cómo será transmitido el formato, ya sea a través de señales analógicas o digitales. La televisión digital, por otra parte, está más enfocada en el método de transmisión. Pero no hay duda, que el mejor formato de presentación para la TV digital será HDTV que se transmite de forma digital.

## **2 TRANSICIÓN DE SEÑAL ANALÓGICA A DIGITAL EN MÉXICO**

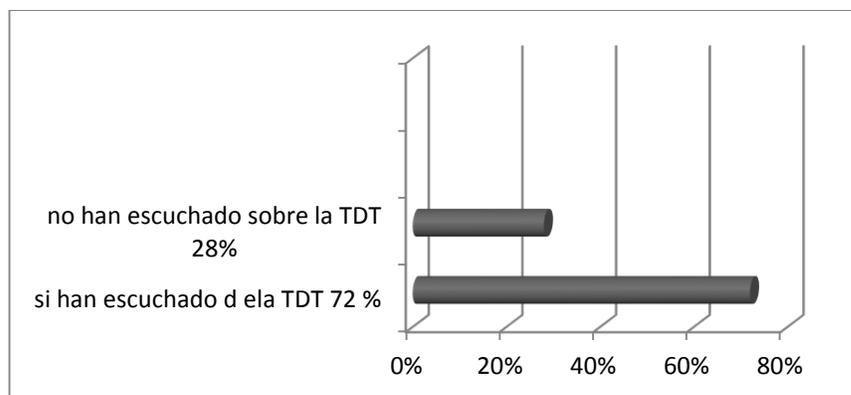
La transición de la señal es el proceso de sustitución de las señales de televisión analógica por las señales digitales. La radiodifusión de señales de televisión es un servicio público de interés general, por lo que el Estado está obligado a garantizar que sea prestado en condiciones de competencia y calidad, brinde los beneficios de la cultura a toda la población, preservando la pluralidad y oportunidad de la información. Actualmente, este servicio está en proceso de cambio en todo el mundo hacia la utilización de la más moderna tecnología con la TDT. Por la razón que se realizó la transmisión digital de señales abiertas o gratuitas de televisión que permitirá modernizar la forma como los mexicanos disfrutamos de este servicio. El proceso de transición a la televisión digital terrestre lleva en marcha muchos años. El gobierno mexicano determinó desde el 2004 el estándar de transmisión de televisión que utilizara en el país y otorgó frecuencia a las televisoras con el fin de que pusieran en práctica sus primeras pruebas de transmisión digital. Esta etapa nos ha traído al punto actual donde un nutrido grupo de empresas de televisión pública y privada ya ofrecen contenidos digitales de excelente calidad.

El 4 de mayo del 2012 la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) emitió las modificaciones a la política de TDT donde se confirma como fecha definitiva para el apagón analógico nacional el 31 de diciembre de 2015, para cumplir con esta fecha la COFETEL diseño un calendario de apagones locales y regionales que permitirá ir concluyendo la transición digital de forma paulatina y ordenada, en apego a las experiencias internacionales más exitosas. Cada uno de los apagones locales seguirá lineamientos técnicos rigurosos determinados y vigilados por la COFETEL. (Roel, 2009). La transición de la televisión analógica digital se denomina como “apagón analógico”, los gobiernos de cada país establecen las políticas y plazos para llevar a cabo este cambio y se ha llevado a cabo en diferentes partes del mundo. Este proceso de transición incluye campañas de información y de comunicación para los concesionarios, permisionarios y el público en general. Se dice que este cambio ayudará a nuestro país para tener mejor servicio de televisión.

*Apagón analógico:* El apagón analógico es el cese de las emisiones analógicas, que darán paso a la Televisión Digital Terrestre. En México, esto se dará el 31 de diciembre de 2015. Para estas fechas toda la población deberá contar con televisiones adaptadas para TV digital o bien, contar con los convertidores necesarios, de otro modo no se podrá ver la señal de televisión, y en algunas otras comunidades como lo son Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí será el 11 de diciembre del 2015.

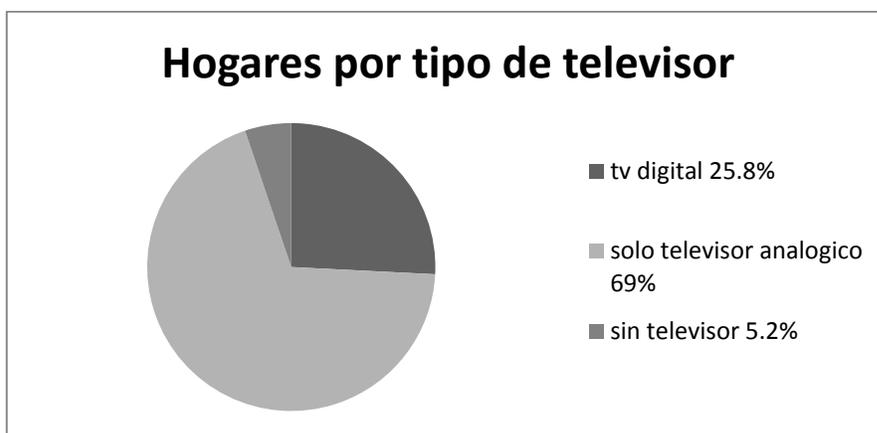
*Conocimiento de la televisión digital:* Para acelerar el proceso de conversión es importante que el público conozca y comprenda los beneficios que conlleva la transición a la TDT, lo que permitirá a los usuarios saber las diversas opciones y adquieran los equipos conforme a sus necesidades.

De esta forma, existen incentivos para cambiar voluntariamente sus televisores analógicos por digitales, o bien, adquirir algún decodificador que le permita recibir las señales digitales manteniendo su televisor analógico. En México el desconocimiento de la televisión digital es alto entre la población, de conformidad con la Encuesta sobre la Penetración de Televisión Abierta en los Hogares realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2012 y 2013 en 8 ciudades del norte del país, que es la región con mayor penetración de televisores digitales, el 28% de los encuestados declararon no haber escuchado sobre la televisión digital y en el caso de haber escuchado, declararon que sus fuentes de información no son instancias oficiales.



**Figura 2.1: Encuesta de la penetración de televisión abierta en los hogares, INEGI, 2012.**

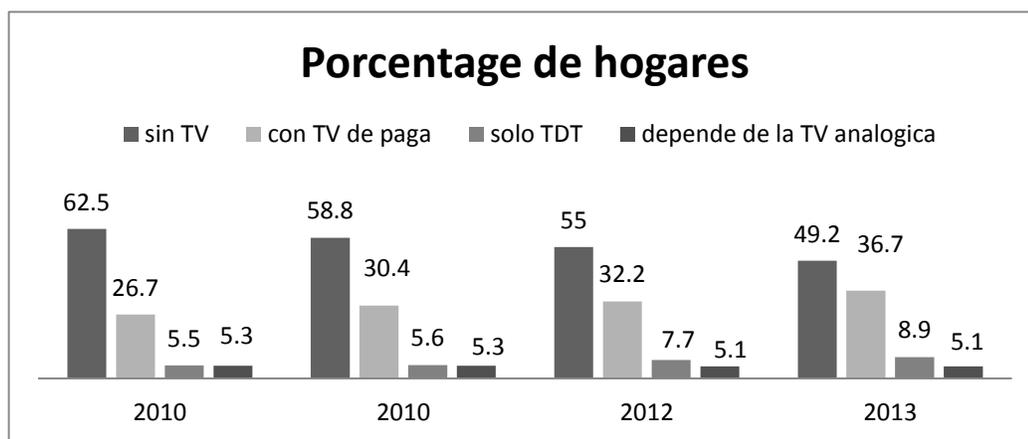
*Penetración de la televisión digital:* De conformidad con el Módulo sobre el Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares (MODUTIH) que realizó el INEGI en 2013, de los 31 millones de hogares, el 25.8% cuentan con televisor digital, mientras que el 69% tienen solamente televisores analógicos. El 5.2% de los hogares no cuenta con televisor.



**Figura 2.2: Hogares por tipo de televisión (INEGI MODUTIH 2013).**

Los niveles de penetración de la televisión digital, medida como el porcentaje de hogares con acceso a las señales de televisión digital, permiten determinar a la población que depende de la televisión analógica abierta, y ayudan a fijar las políticas públicas para atender a esta población y garantizar la continuidad del servicio. Como hogares con acceso a las señales de televisión digital consideramos aquellos que poseen televisor digital o cuentan con servicio de televisión de paga. La penetración de la televisión de paga cobra relevancia en el proceso de transición, ya que los hogares que cuentan con una suscripción a este servicio no están en

riesgo de dejar de recibir las señales de televisión abierta al momento de implementar el “apagón analógico”. Cabe señalar que casi la tercera parte (20 puntos porcentuales) del 69% de los hogares que solo tiene televisor analógico, están suscritos a un sistema de televisión de paga. De esta forma, de los 31.1 millones de hogares en México, 1.6 (5.2%) no cuentan con televisor, 2.8 (8.9%) cuentan con televisor digital y 11.4 (36.7%) cuentan con una suscripción al servicio de televisión de paga, 3 por lo que 15.3 (49.2%) millones de hogares dependen de la televisión abierta analógica.



**Figura 2.3: Hogares que dependen de la TV abierta analógica. Fuente SCT, con basado en encuesta MODUTIH 2010, 2011 y 2013 INEGI.**

*Equipo que se requiere:* Actualmente existen hogares con televisiones analógicas como con televisiones digitales, mostradas los porcentajes en la (figura 3.4), pero cada uno de los hogares mencionados, debe de tener en cuenta que tipo de equipo requiere para poder visualizar la señal digital no importando el tipo de equipo que tenga. Por eso en (telecomunicaciones, 2015) marca que tipo de equipo se debe de manejar para cada de hogar dependiendo el tipo de televisor con el que cuente y así lo marca.

*Hogares con televisión digital:* Prácticamente todas las televisiones planas en el mercado nacional tienen integrado un decodificador capaz de recibir señales digitales de televisión abierta, los hogares que cuentan con televisor de estos están preparado para recibirla TDT. Este tipo de televisores suelen tener una pantalla rectangular y las tecnologías más comunes son LED, LCD y plasma. En México la COFETEL determinó que el estándar de

compresión digital de video sea MPEG-2 aunque también se puede utilizar el MPEG-4. El MPEG-4 es un estándar más eficiente que permite insertar un mayor número de programas en el número de canal digital, aunque no todos los fabricantes de televisores digitales lo utilizan.

*Hogares con televisión analógica:* Los hogares que tienen una televisión analógica, requieren conectar un decodificador TDT para disfrutar el nuevo servicio, un decodificador es un pequeño convertidor de señales digitales en señales analógicas que se conecta entre la antena y el televisor, si actualmente en el hogar se disfruta de la televisión analógica con una antena exterior colocada en la azotea o una interior de conejo o de otro estilo, es probable que funcione para la TDT si no deberá cambiarse por una digital. La antena debe de ser capaz de recibir señales en las bandas de VHF y UHF. Así mismo algunas antenas requiere de energía eléctrica para poder ofrecer una mejor recepción.

#### **Inconvenientes de haber adquirido una nueva TV:**

- La televisión de Alta Definición, que es un gran avance en imagen, en la actualidad solo está disponible en canales de pago o en el canal HD que emite TV.
- En la televisión 3D, que sin duda es algo espectacular, de momento las posibilidades en un futuro próximo son a través de ciertos canales de pago.
- Las televisiones con conexión a Internet, que serán una forma de unificar el medio con mayor audiencia actual.
- Las televisiones en la actualidad no llevan incorporados grabadores, obligando a adquirir otro aparato para esta función.

#### **Inconvenientes de haber adquirido un decodificador TDT:**

- Se pierden las prestaciones especiales que tuviera el televisor ya que la señal se recibe a partir de ese momento desde el decodificador.
- Han ido variando sus posibilidades, en principio no admitían el PPV (canales de pago) y solo los nuevos están adaptados a la televisión del futuro en Alta Definición.
- Igualmente se pierde el teletexto que se veía a través de la televisión y los beneficios de estos de rapidez, pasando a verse según venga incorporado en el descodificador, por norma general con poca calidad, poca rapidez y pequeño tamaño.

- Imposibilita grabar un canal diferente al que se esté visionando o en el que se haya dejado apagado el aparato. Para poder grabar un canal es necesario disponer de un segundo descodificador TDT (ver imagen de conexión), o de un TDT de doble sintonizador.
- Se debe disponer de al menos 2 mandos para poder verlo (uno de la TV y otro del TDT).
- Son inservibles aquellas funciones que tenga el TDT pero no el TV (por ejemplo si su descodificador está preparado para la Alta definición, o el sonido estéreo).

### *Beneficios sociales derivados de la TDT*

Además de las ventajas directas para consumidores de televisión abierta, la TDT traerá otros beneficios a nuestra sociedad.

*Más cadenas de televisión:* Actualmente, la saturación analógica de señales de televisión impide que nuevos compartidores se incorporen a este mercado, actualmente y sin necesidad de concluir la transición a la TDT, esta tecnología permite contar con capacidad para ofrecer hasta nuevas cadenas comerciales de televisión en el país. Es decir, la TDT fomentará el sano desarrollo de los concesionarios de televisión en un ambiente de competencia justa donde se privilegiará el dinamismo económico en el desarrollo tecnológico en una mayor cobertura y la convergencia de servicios. Al contar con esta nueva oferta de señales digitales constituye un incentivo al público y permite impulsar la transición a la TDT, este beneficio está contemplado en el compromiso 43 del pacto por México que firmaron en el gobierno de la república y los principales partidos políticos.

*Uso eficiente del espectro radioeléctrico:* El espectro radioeléctrico es un bien de la nación cuya explotación debe hacerse con criterios de máxima eficiencia, dado que es finito, por su conducto se ofrecen servicios indispensables para la vida moderna y el bienestar de los mexicanos, como la telefonía móvil y fija, el internet, las comunicaciones satelitales y la radiodifusión. Actualmente el 75% del espectro destinado a Radiodifusión que es televisión y radio abiertos se desperdician con tecnología analógica, debido a que las señales analógicas requieren amplios espacios de espectro vacío entre ellas para evitar interferencias. La digitalización permite aprovechar al máximo estos espacios vacíos.

En la Tabla 2.1 muestra las clasificaciones del espectro radioeléctrico para sus usos.

**Tabla 2.1: Clasificaciones del espectro radioeléctrico.**

<b>Clasificación del espectro radioeléctrico</b>
<b>Espectro de uso libre:</b> son aquellas bandas de frecuencias que pueden ser utilizadas por el público en general sin necesidad de concesión, permiso o registro.
<b>Espectro para usos determinados:</b> son aquellas bandas de frecuencias otorgadas mediante concesión y que pueden ser utilizadas para los servicios que autorice la Secretaría en el título correspondiente.
<b>Espectro para uso oficial:</b> Son aquellas bandas de frecuencia destinadas para el uso exclusivo de la administración pública federal, gobiernos estatales y municipales, organismos autónomos constitucionales y concesionarios de servicios públicos, en éste último caso, cuando sean necesarias para la operación y seguridad del servicio de que se trate, otorgadas mediante asignación directa.
<b>Espectro para usos experimentales:</b> son aquellas bandas de frecuencias que podrá otorgar la Secretaría, mediante concesión directa e intransferible, para comprobar la viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo tanto en el país como en el extranjero, para fines científicos o para pruebas temporales de equipo.
<b>Espectro reservado:</b> son aquellas bandas de frecuencias no asignadas ni concesionadas.

En comparación con la clasificación establecida en México para el espectro radioeléctrico, a continuación, se muestra una Tabla 2.2 comparativa de las modalidades de clasificación de dicho recurso en otras Administraciones:

**Tabla 2.2: Clasificación del espectro Radioeléctrico.**

<b>País</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Instrumento</b>
México	Uso libre Usos determinados Uso oficial Usos experimentales Reservado	Ley Federal de Telecomunicaciones
Estados Unidos de América	Uso federal Uso no federal	Título 47 del Código de Reglamentos Federales
Costa Rica	Uso comercial Uso no comercial Uso oficial Uso para seguridad, socorro y emergencia Uso libre	Plan nacional de Atribución de frecuencias
España	Uso común Uso especial Uso privativo Uso reservado al Estado Uso mixto privado y reservado al Estado	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias

Australia	Uso comercial Uso no comercial	Ley de Radiocomunicaciones de 1992
Brasil	Régimen público Régimen privado	Ley Núm. 9472 de 16 de julio 1997

## 1.6 Tenencia del espectro para comunicaciones móviles en México

En los últimos años el crecimiento del servicio móvil ha sido exponencial en todo el país, en parte por los avances tecnológicos experimentados por el sector, la facilidad de uso de los nuevos dispositivos móviles, así como la estructura de precios implementada por cada operador, todos estos, factores que han contribuido al crecimiento del mercado. La proyección del servicio móvil ha sido tal que su penetración ha superado a la correspondiente al servicio fijo

Aun cuando la penetración del servicio fijo es alta en algunas ciudades, el acceso a servicios de telefonía fija en las zonas rurales tiende a ser limitada, en gran medida por factores geográficos y políticos, cubriendo apenas a 24.1 millones de habitantes. Por su parte, los servicios de prepago brindan acceso a quienes no cuentan con ingresos estables, lo que ha permitido superar los niveles de penetración de líneas fijas, panorama que se estima se traslade al mercado de banda ancha (Sexto Informe de Gobierno, Septiembre 2012).

En cuanto a los requerimientos futuros de espectro por parte de los operadores, es importante señalar que dichos requerimientos se orienten a satisfacer las demandas de los usuarios del servicio móvil, pero siempre atendiendo las estimaciones que emanan de los organismos especializados, mismas que deben servir como directriz y como indicadoras de las tendencias internacionales. En la CMR-12 (Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, 2012) quedó de manifiesto que el futuro de la comunicación móvil depende de que los operadores tengan un acceso oportuno y razonable a los necesarios recursos de espectro. Los estimados de la demanda de datos móviles siempre han resultado ser demasiado conservadores, y el crecimiento de transferencia de datos para el año 2010 había excedido más de cinco veces pronósticos anteriores de la UIT. En el 2014 hay más de 1,700 millones de conexiones de IMT en todo el mundo, y para el año 2015 ese número se habrá duplicado excediendo los 3,600 millones de conexiones. La Comisión ha identificado 425 MHz

distribuidos en las bandas de 700 MHz, 1.7, 2.3 y 2.5 GHz, susceptibles para la prestación de servicios móviles avanzados en mediano plazo, además de otras bandas que están en estudio para su potencial utilización. Sin embargo, inclusive con esta cantidad persiste un déficit de espectro para alcanzar el nivel mínimo sugerido por la UIT.

*Uso de la banda de 700 MHz para servicios de banda ancha:*

Originalmente esta banda de espectro radioeléctrico estaba catalogada para servicios de televisión, sin embargo, la **Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)** determino recientemente que el uso ideal por sus características técnicas deberá ser de servicios móviles de última generación es decir servicios móviles de banda ancha, conocidos como servicios IMT telecomunicaciones móviles internacionales. El valor social de esta banda ancha si se utiliza para servicios móviles de última generación es inmenso.

A este proceso de digitalización de la televisión y liberación de la banda de 700 MHz se le conoce como Dividendo Digital y se refiere al proceso por el que se reduce el espectro radioeléctrico dedicado a la TV resultado de la mayor eficiencia de las emisiones de Televisión Digital Terrestre gratuita, las frecuencias de emisión de la TV analógica desde finales del siglo pasado se encuentran en la banda de frecuencias de UHF (470 a 862 MHz) correspondiente a los denominados canales 21 al 69. Mediante tecnologías analógicas, cada canal se asociaba con la emisión de un único canal de televisión. La llegada de la tecnología digital ayudada por diferentes métodos de compresión como MPEG-4 permiten un uso mucho más eficiente de este espacio radioeléctrico transmitiendo hasta 7 canales de televisión SD o 4 HD en el espacio ocupado anteriormente por un único canal. El valor social de esta banda ancha si se utiliza para servicios móviles de última generación es inmenso. La ocupación actual de la banda ancha de 700 MHz en México, canales 52 al 69 es baja en nuestro país. A este proceso de digitalización de la televisión y liberación de la banda de 700 MHz se le conoce como Dividendo Digital. Este ahorro en espectro ya permite una mayor capacidad de transmisión de señales de TV en el mismo espacio o de mayor calidad al multiplicar por 7 la capacidad de un canal lo que permite aumentar la oferta televisiva y, a la vez, ceder parte del espectro a otros servicios públicos.

Como se ha comentado anteriormente, una parte importante de las bandas VHF y UHF estaban asignadas por **UIT** a los servicios de radiodifusión, por lo que, en un principio se pensó que, tras la finalización de las emisiones analógicas, el Dividendo Digital podía emplearse para aumentar los servicios de televisión digital. En esta situación, a finales de los años 90, se generaliza el uso de la telefonía móvil y a inicios de siglo se comienza a hacer uso intensivo de las tecnologías de banda ancha inalámbrica de pago. A diferencia de la emisión de TV que es colectiva y utilizada con el mismo contenido por todos los usuarios, la telefonía móvil es un servicio individualizado en el que cada usuario necesita una transmisión de información voz y datos distinta del resto. Es por ello que las necesidades de espectro de la telefonía han ido creciendo año a año. A su vez, la telefonía móvil se ha convertido en un elemento de innovación tecnológica, ganancia de productividad, crecimiento, y reducción de costo en la economía global.

### **1.6.1 Cambios en el medio ambiente**

Como parte del proceso de transición a la TDT millones de televisores analógicos dejarán de utilizarse, convirtiéndose así en residuos electrónicos. Los Televisores analógicos están contruidos con tecnología de tubo de rayos catódicos (CRT por sus siglas en ingles) y algunos de sus componentes contienen materiales tóxicos como el Pb, Cd y retardantes de flama bromados, los cuales pueden dañar el medio ambiente si éstos no son acopiados y confinados adecuadamente, mientras que otros de sus componentes como los plásticos y vidrio tienen un alto potencial de reciclaje. El correcto manejo, desensamble parcial o total y reciclaje de los televisores analógicos al final de su vida útil es de suma importancia para evitar impactos negativos al medio ambiente (sitios de abandono de estos residuos) y a la salud humana de los grupos expuestos (trabajadores sin medidas de seguridad industrial). Para la solución

Por ello se deben tomar acciones que aseguren que los “residuos electrónicos” que se generen en el proceso de transición a la TDT tengan un manejo y un destino final ambientalmente correctos y por ello son los centros de acopio para recaudar los televisores desechados de los hogares ( Plan nacional de desarrollo Gobierno de la Republica , 2014).

### **1.6.2 Ahorro en el consumo de energía**

La evolución tecnológica, el cambio en los hábitos de consumo y las preferencias de los usuarios, contribuyen a que el proceso de transición a la TDT pueda ser considerado también como una estrategia en el ahorro de consumo de energía eléctrica dado que al sustituir los televisores analógicos por televisores digitales se contribuye a la reducción de efectos ambientales negativos, la optimización del uso de la energía eléctrica y la generación de impactos positivos en el gasto del Gobierno por concepto de subsidios a la tarifa de energía eléctrica. Con base en información de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) sobre el consumo promedio por energía por televisor, el impacto que genera la transición a la TDT de 12.6 millones de hogares, es una reducción de más del 60% en el consumo de electricidad por televisor de 21 pulgadas, es decir, una reducción de 1,600 millones de kilowatts hora o 1.3 veces la energía que se economiza en el horario de verano.

Al cambiar su televisor analógico por un televisor digital, las familias tendrán ahorros económicos anuales del orden de 1,638 millones de pesos al año y el Gobierno Federal dejará de erogar al año 3,276 millones de pesos por concepto de subsidios. Considerando un horizonte de vida útil de un televisor (10 años), nos lleva a ahorros que ascienden a más de 30,000 millones de pesos. En caso contrario, si el Gobierno Federal entregara decodificadores, se enfrentaría a un incremento anual en el consumo de energía de los televisores analógicos de 21 pulgadas del 9%, es decir 18 kWh/año adicionales al consumo actual de un televisor (200 kWh/año), lo que traducido a términos monetarios por los 12.6 millones de beneficiarios del proceso de TDT, corresponde a un incremento de alrededor de \$227 millones sobre el consumo actual (\$2,520 millones) que los beneficiarios ya erogan por el consumo de energía, asimismo el Estado vería incrementado su gasto (\$5,040 millones) por concepto de subsidios en \$454 millones de pesos en la tarifa de energía eléctrica. Mencionada en la página (Comision Federal de Electricidad , 2015; Hartwig, 2008).

## 1.7 Estrategias

Las estrategias para la transmisión de la señal analógica a la digital es hacer un plan de trabajo junto con atribuciones constitucionales de la TDT e instituciones involucradas con el proceso.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) elaboró el Programa de Trabajo para la Transición a la Televisión Digital Terrestre, en coordinación con las secretarías de Hacienda y Crédito Público, Desarrollo Social, Economía y Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como en estrecha comunicación con el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT).

El espíritu de este Programa de Trabajo atiende el mandato Constitucional de contribuir al desarrollo social, fomentar la igualdad de oportunidades entre la población especialmente la de escasos recursos- y propiciar el acceso a la Sociedad de la Información y el Conocimiento. En el Programa de Trabajo se describen los objetivos, estrategias y líneas de acción que el Ejecutivo Federal emprenderá para contribuir a la terminación de las señales analógicas de televisión abierta y con ello lograr una transición exitosa a la TDT. En este sentido, destaca la importancia de la penetración de la televisión digital en el país para lograr el fin de las transmisiones analógicas y busca elevar el grado de sensibilidad de la sociedad en general sobre las ventajas del cambio a la televisión digital. También refiere el impacto ambiental de las televisiones analógicas y las estrategias preventivas para el manejo de la basura tecnológica.

La transición a la TDT tiene como objetivo central el usuario, ya que dicho proceso garantiza el acceso equitativo a servicios de telecomunicaciones de clase mundial. La TDT incide de forma directa en la calidad de audio y video, y servicios adicionales que recibe el usuario. Incrementa la competencia ya que cuenta con una mayor diversidad de contenidos y servicios, al asegurarse un uso óptimo del espectro para la prestación de banda ancha. Adicionalmente, la producción de equipos receptores en México contribuye a la generación de empleos e impulsa la cadena productiva.

### 1.7.1 Objetivos, estrategias y líneas de acción

Los objetivos de este programa describen los motivos fundamentales de las acciones del Sector Comunicaciones, para cada objetivo se definen estrategias, así como muestra la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3; Canal de una señal de televisión con portadoras de audio y video.**

Objetivos	Descripción del objeto
Objetivo 1: Promover la implementación de equipos receptores y decodificadores para la adopción de la televisión digital terrestre y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.	La implementación de equipos receptores requiere una intensa campaña para informar a los usuarios de los beneficios de la transición a la TDT, así como de la necesidad de que cambien o adecúen sus equipos receptores, ya sea adquiriendo un nuevo televisor o un decodificador.
Objetivo 2: Proteger al medio ambiente de los impactos negativos que pudieran ocasionar el manejo y destino final inadecuados de los televisores analógicos desechados producto de la transición a la televisión digital terrestre y la reducción de efectos ambientales derivados de los ahorros en el consumo de energía.	El proceso de transición a la TDT ocasionará que millones de televisores analógicos dejen de utilizarse, convirtiéndose en basura electrónica. Algunos componentes de los televisores analógicos contienen químicos que pueden dañar el medio ambiente si éstos no son acopiados y confinados adecuadamente.

Las estrategias hacen referencia al conjunto de acciones que se van a realizar para cumplir con los objetivos. Finalmente, las líneas de acción puntualizan de manera concreta cómo el Gobierno de la República en materia de Comunicaciones se propone alcanzar la Meta Nacional (México Incluyente y México Próspero). Así lo señala la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4: Estrategias y líneas de acción.**

Estrategias	Líneas de acción
<p>Estrategia 1.1                      Informar a la población sobre los beneficios de la transición a la televisión digital terrestre para que voluntariamente cambien o actualicen sus equipos receptores.</p>	<p>Realizar una campaña nacional de información sobre la política de la transición a la televisión digital terrestre, así como de las acciones que debe tomar la población en general ante el apagón analógico.                      Promover el adecuado abasto de equipos receptores y decodificadores en el país.                      Vigilar que no se comercialicen televisores analógicos.</p>
<p>Estrategia 1.2                      Implementar mecanismos para que los hogares de escasos recursos cuenten con equipos receptores de señales de televisión digital terrestre.</p>	<p>Implementar un programa de cobertura social para dotar de televisores digitales a los hogares de escasos recursos.                      Integrar un padrón que identifique a los hogares de                      Beneficiarios del programa de cobertura social.</p>
<p>Estrategia 1.3                      Fomentar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación entre los beneficiarios de equipos receptores.</p>	<p>Asegurar que los equipos receptores que se entreguen a los beneficiarios estén habilitados para acceder a Internet, mediante la utilización de un dispositivo con conectividad.                      Acordar con los concesionarios de telecomunicaciones programas de cobertura social que consideren condiciones de servicio de conectividad y precios más favorables para la población de escasos recursos.</p>
<p>Estrategia 1.4                      Promover la producción de televisores digitales y decodificadores.                      Estrategia 1.5                      Mantener una estrecha comunicación con el Instituto Federal de Telecomunicaciones en el proceso de transición a la televisión digital terrestre.</p>	<p>Establecer incentivos para los productores de televisores digitales y decodificadores.                      Establecer los mecanismos de coordinación con dependencias, entidades y el Instituto Federal de Telecomunicaciones para alcanzar la transición a la televisión digital terrestre.</p>
<p>Estrategia 1.6                      Asegurar el manejo y destino final ambientalmente correctos de los televisores analógicos desechados.</p>	<p>Establecer un plan de manejo para los televisores analógicos desechados producto de la transición a la                      TDT que considere el acopio y reciclaje.</p>

Para la ejecución de las líneas de acción para la Transición a la Televisión Digital Terrestre, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes solicitará la cooperación técnico administrativa de la Secretaría de Desarrollo Social, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el Instituto Federal de Telecomunicaciones y/o cualquier otra dependencia o entidad de la Administración Pública Federal que pudiese verse involucrada en el mismo, para lo cual se establecerán los mecanismos de colaboración.

En la **Figura 3.4** se muestra un cuadro de las atribuciones constitucionales que están involucradas en la TDT.



**Figura 2.4: Atribuciones constitucionales de la TDT.**

### 1.8 Políticas para la Transición Digital

México ya tiene definida una política para la migración a la Televisión Digital Terrestre pero las reglas siguen siendo poco claras, no hay un esfuerzo real ni coordinado con la industria para lograr que la transición de la televisión analógica a la digital sea exitosa y tampoco hay un estudio serio que permita conocer las cifras reales de penetración de

receptores de televisión digital en nuestro país. Mientras la transición a la televisión digital avanza en el mundo, en México apenas se definió un proceso gradual para llevar a cabo el Apagón Analógico, mismo que debe concluir a nivel nacional para el 31 de diciembre de 2015.

Sin embargo, el Apagón está condicionado a que exista una penetración de 90% de televisores digitales o de convertidores en cada una de las localidades donde se irá implementando el Calendario para la Transición a la TDT que inicia en 2013 en las ciudades. En caso de que no se alcance la meta de 90%, la COFETEL deberá reprogramar las fechas de la transición digital en cada una de las localidades en donde no existan las condiciones necesarias, lo que sin lugar a dudas provocará que la fecha definida para el Apagón Analógico a nivel nacional también tenga que modificarse.

### **1.8.1 Política Para La Transición A La Televisión Digital Terrestre**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que todos los programas de la Administración Pública Federal deben alinearse al **Plan Nacional de Desarrollo**, el cual constituye el instrumento de política pública dentro del Sistema Nacional de Planeación Democrática para que México alcance su máximo potencial, con un incremento en el bienestar y la calidad de vida de su población. El acceso democrático a la información que brinda la **Televisión Digital Terrestre**, favorece el desarrollo social, la igualdad de oportunidades entre la población, así como el acceso a la Sociedad de la Información y el Conocimiento. Por ello, este proceso de transición a la televisión digital constituye una prioridad del Gobierno Federal para que se lleve a cabo de una forma planificada y atendiendo a la población de escasos recursos que podría quedar excluida de estos beneficios.

Como iniciativa del Pacto por México, con la participación de las principales fuerzas políticas del país, el 11 de junio de 2013 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6, 7, 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones también conocido como la **Reforma de telecomunicaciones**,

misma que, establece en su Artículo Quinto transitorio que La transición digital terrestre culminará el 31 de diciembre de 2015.

La transición a la TDT tiene como objetivo central el usuario, ya que dicho proceso garantiza el acceso equitativo a servicios de telecomunicaciones de clase mundial. La TDT incide de forma directa en la calidad de audio y video, y servicios adicionales que recibe el usuario, así como a la posibilidad de acceder a servicios en línea. El usuario también se beneficia al incrementarse la competencia ya que cuenta con una mayor diversidad de contenidos y servicios, al asegurarse un uso óptimo del espectro para la prestación de servicios de banda ancha. Adicionalmente, la producción de equipos receptores en México contribuye a la generación de empleos e impulso a la cadena productiva.

#### **Clasificación de capítulos en la declaración de artículos**

- Capítulo I: disposiciones generales
- Capítulo II: transición a la TDT
- Capítulo III: operación
- Capítulo IV: verificación, supervisión y sanciones

En la política para la transición a la televisión digital terrestre se divide por medio de 4 capítulos en el cual cada una específica los artículos para cada uno de los involucrados como es permisionarios, televidentes y concesionarios.

Esta información se puede encontrar en diario oficial segunda sección de políticas para la transición a la televisión digital publicada el 11 de septiembre de 2014 del Instituto Federal de Telecomunicaciones. En cada uno de los capítulos se encuentran artículos importantes, pero se resumen los más importantes para la transición.

En el capítulo I de esta política se dan los lineamientos y requisitos que observaran los involucrados en la transición de la televisión digital terrestre. Se establecen las disposiciones generales que observarán los concesionarios y permisionarios de televisión y el papel que jugara el instituto federal de telecomunicaciones. En el capítulo II se establecen las obligaciones que deberán cumplir los concesionarios y permisionarios de la televisión en México dando como fecha límite para la transición de la TDT el 31 de diciembre del 2015,

siendo el IFT el que vigilara su cumplimiento. En el artículo 7 obliga a los concesionarios de contar con un canal temporal adicional por cada canal de transmisión que tengan transmitiendo la misma programación en este par de canales. En el artículo 14 se establecen que se deberá garantizar la continuidad de servicio de radiofusión en comunidades marginadas y rurales o en zonas de difícil recepción en las señales de TDT a través de equipos complementarios o (y) servicios satelitales. En artículo 16 establece que IFT es el responsable ante la población de dar información sobre la transición a la TDT, así como de la terminación de las transmisiones analógicas. En el artículo 19 se establece que los concesionarios y permisionarios únicamente podrán utilizar el canal de transmisión digital una vez que se realice el apagón analógico dejando libre la frecuencia de canal analógico. Capítulo III establece parámetros técnicos que los permisionarios y los concesionarios deberán cumplir. En el artículo 20 se establece que los sistemas o estándar de transmisión para la TDT en México es el A/53 del estándar ATSC o bien sus versiones mejoradas siempre y cuando sean compatibles con la primera, las transmisiones deberán incluir sistemas de información y guías electrónicas de programación, en artículo 21 indica que localización de video deberá ser superior a la de una señal analógica de 480 líneas entrelazadas con una relación de aspecto 4:3 o de 16:9 comprobables con la calidad de la señal analógica a color, es decir calidad estándar SDTV. La calidad HDTV tendrá 720p o 1080 líneas entrelazadas con una relación de aspecto 16:9. En el artículo 22 obliga a que la señal de TDT en ciudad de cuando menos 35dBu para los canales del 2 al 6 y de 43 dBu para los canales del 7 al 13 y de 48 dBu del 14 al 51. En el capítulo 4 en su artículo 25 indica que el IFT realizará monitoreo de señal digital después del 31 de diciembre del 2015 con el objetivo de verificar el cese las transmisiones analógicas y la transmisión de señales digitales. Se establece que el IFT orientara acciones para garantizar que la población continúe recibiendo servicios públicos de interés general.

La reforma político electoral 2007-2008 modificó profundamente el marco que regula la competencia política en México. La piedra angular de esta renovación la constituyó la creación de un nuevo modelo de comunicación política que determinó, por un lado, la atribución del entonces Instituto Federal Electoral (IFE), de fungir como administrador único de los tiempos del Estado en radio y televisión en materia electoral y, por otro lado, prohibió categóricamente la compraventa de espacios publicitarios por cualquier interesado. De esta

forma, todo promocional que desearan transmitir los partidos políticos o autoridades electorales, debía ser entregado al IFE para que por su conducto se solicitara a los medios de comunicación la difusión en los espacios del Estado correspondientes.

Para cumplir con esta obligación y poner en práctica el nuevo modelo de comunicación política, el IFE implementó el Sistema Integral para la Administración de los Tiempos del Estado (SIATE), el cual cuenta con una herramienta denominada Portal de Pautas para Medios de Comunicación, a través del cual la Dirección Ejecutiva de Prerrogativas y Partidos Políticos, pone a disposición de los medios de comunicación los promocionales de los partidos políticos y autoridades electorales. En dicho Portal se encuentra el histórico de los promocionales y los programas de radio y televisión que estuvieron vigentes de enero de 2009 a julio de 2014, conforme a las reglas establecidas en el Código Federal de Instituciones y Procedimientos Electorales. Asimismo, se encuentran disponibles los materiales de radio y televisión vigentes de agosto de 2014 a la fecha, publicados y elaborados atendiendo a las nuevas reglas derivadas de la reforma político electoral de 2014, que implicó, además de la modificación constitucional que dio nacimiento al Instituto Nacional Electoral en sustitución del IFE, la emisión de la Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales y la Ley General de Partidos Políticos, que modificaron algunas reglas del modelo de comunicación política, al desaparecer los programas de 5 minutos de los partidos políticos, asignar tiempo para los partidos políticos durante la etapa de intercampana e incrementarlo durante el periodo la precampana, además de incluir a las candidaturas independientes en dicho modelo, durante el periodo de campana.

### **1.8.2 Marco Jurídico de la Administración del Espectro en México**

El territorio es un concepto jurídico y político necesariamente vinculado a la noción de Estado. El territorio es el espacio físico dentro del cual el Estado ejerce su autoridad sobre los hombres, esto es, el ámbito espacial de validez del orden jurídico llamado Estado.

En nuestro Derecho Constitucional, de acuerdo con el artículo 27, la propiedad de las tierras, aguas superficiales, el subsuelo y el espacio situado sobre el territorio nacional, la cual tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad

privada. El mismo artículo 27 Constitucional establece también que corresponde a la Nación el dominio directo de los recursos naturales, dentro de los que se encuentra el espacio situado sobre el territorio nacional, al que pertenece el espectro radioeléctrico, el cual es inalienable e imprescriptible y su uso, aprovechamiento o explotación por los particulares podrá realizarse mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes correspondientes. De igual forma, el artículo 42 fracción VI de nuestra Carta Magna reitera que el espacio situado sobre el territorio nacional, con la extensión y modalidades que establezca el propio derecho internacional, comprenden el territorio nacional. Por su parte, el artículo 28 de nuestra Constitución establece que en México están prohibidos los monopolios, por lo que la administración del recurso espectral en nuestro país deberá observar tal principio constitucional. En este sentido, el espectro radioeléctrico se debe considerar como una herramienta fundamental para promover la competencia e inhibir la concentración en el mercado de las telecomunicaciones. En atención a lo anterior el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación ha concluido que el espectro radioeléctrico es parte del espacio aéreo previsto en la LGBN, reglamentaria del artículo 27 Constitucional como un bien sujeto al régimen de dominio público de la Federación a través de su tesis de jurisprudencia 65/2007, derivada de la Acción de Inconstitucionalidad 26/2006 que reza al tenor literal siguiente:

***“ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. FORMA PARTE DEL ESPACIO AÉREO, QUE CONSTITUYE UN BIEN NACIONAL DE USO COMÚN SUJETO AL RÉGIMEN DE DOMINIO PÚBLICO DE LA FEDERACIÓN, PARA CUYO APROVECHAMIENTO ESPECIAL SE REQUIERE CONCESIÓN, AUTORIZACIÓN O PERMISO”.***

La Sección Primera, Apartado 1-5, del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, define a las ondas radioeléctricas u ondas hertzianas como las ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de los 3,000 giga Hertz y que se propagan por el espacio sin guía artificial.

Por su parte, el **artículo 3o., fracción II,** de la Ley Federal de Telecomunicaciones define al espectro radioeléctrico como el espacio que permite la propagación sin guía artificial de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencia se fijan convencionalmente por debajo

de los 3,000 GHz. En ese tenor, **si se relaciona el concepto de ondas radioeléctricas definido por el derecho internacional con el del espectro radioeléctrico que define la Ley Federal de Telecomunicaciones, se concluye que este último forma parte del espacio aéreo situado sobre el territorio nacional, sobre el que la Nación ejerce dominio directo en la extensión y términos que fije el derecho internacional conforme al artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Por tanto, el espectro radioeléctrico constituye un bien de uso común que**, como tal, en términos de la Ley General de Bienes Nacionales, está sujeto al régimen de dominio público de la Federación, pudiendo hacer uso de él todos los habitantes de la República Mexicana con las restricciones establecidas en las leyes y reglamentos administrativos aplicables, pero para su aprovechamiento especial se requiere concesión, autorización o permiso otorgados conforme a las condiciones y requisitos legalmente establecidos, los que no crean derechos reales, pues sólo otorgan frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho al uso, aprovechamiento o explotación conforme a las leyes y al título correspondiente.

## **1.9 Resumen de Capítulo**

La sustitución de lo analógico por lo digital es uno de los avances tecnológicos de mayor impacto que ha tenido sobre las telecomunicaciones. A diferencia de la señal analógica, la señal digital se presta a ser comprimida, procesada con tecnologías informáticas y almacenada, lo anterior se traduce en mayor eficiencia, flexibilidad, e innovación, y en mejores servicios.

La adopción de tecnologías digitales es un proceso donde voluntariamente se involucran las empresas de servicios de telecomunicaciones ya que las nuevas tecnologías permiten reducir los costos de dichas empresas al utilizar de manera más eficiente sus medios de transmisión existente. Es también un proceso guiado y apoyado por la regulación de interés público. Es importante mencionar que la transición ha sido un proceso largo y tardado, ya que detrás de todo esto, se encuentra involucrado el trabajo de mucho tiempo, la intervención de organizaciones encargadas de realizar el análisis de los gastos y las consecuencias de esta nueva tecnología en nuestro país. Además de la modificación de las leyes y las normas

competentes al ámbito de las telecomunicaciones, estudios realizados para anticipar cualquier problemática que se pudiera presentar.

La importancia de tener el conocimiento de las instituciones que se dedican a la regulación de los procesos que involucran un gran cambio es tener la capacidad de distinguir los cambios que se avecinan, las mejoras que directa e indirectamente nos beneficiarán y estar preparados para saber a quién dirigirnos en caso de tener dudas o cuestionamientos con respecto al nuevo sistema.

En los acuerdos secretariales se citan otras motivaciones en apoyo a la política de transición a la televisión digital, incluyendo ,que estos servicios se presenten en las mejores condiciones tecnológicas en beneficio a la población , favorecer la optimización del espectro radioeléctrico , que la calidad de las señales se vea mejorada hasta lograr niveles de alta definición , con alta confiabilidad en la recepción de señales y fortalezca el desarrollo de la convergencia en beneficio a la sociedad . La gran innovación que ofrece la televisión digital consiste en introducir el concepto de interactividad en un medio pasivo como es la televisión, y a la interactividad se llega mediante el desarrollo de tecnologías que conviertan al receptor en un sujeto activo. Estos avances nos conducen hacia una convergencia de todos los sectores que puede traducirse en una concentración de los actores, aunque la llegada de la televisión digital también se dirige hacia la segmentación de las audiencias y la fragmentación de los mercados.

La televisión digital se encuentra en fase inicial por lo que todavía muchas de sus posibilidades son una incógnita. Es por esto, por lo que surgen continuos debates como la convergencia entre la televisión, la computadora y el papel que puede representar el receptor, que parece situarse más cerca del epicentro televisivo.

### **3 PROBLEMÁTICAS DEL CAMBIO A LA TDT**

Uno de los mayores problemas que ha enfrentado la transición a TDT consiste en que en México se siguen vendiendo televisores analógicos y la mayoría de los hogares no tienen servicios de televisión restringida como vía para captar la señal digital. Existe una problemática para el gobierno, permisionarios, concesionarios y a los usuarios, pero al igual existen las repercusiones económicas.

También se plantea que la convergencia de todos los sectores lleva a una problemática global cada vez mayor, que puede concentrarse en un monopolio local en algunas áreas. Una situación que se debe a que lo más habitual es una integración vertical en la que se forma un continuo de producción y distribución. Esto lleva a la falta de competencia o “incompetencia”, a la paradoja de que si la concentración encierra a todos los actores nos podría llevar a la saturación y falta de originalidad (Callejo, 2014).

#### **a. Las repercusiones económicas**

- Son muy elevadas. Los principales agentes involucrados en la transición a la TDT son los fabricantes de sintonizadores, televisores y antenas, productores de contenido, radiodifusores, operadores de red, instaladores, administradores de finca y por supuesto los espectadores.
- Los fabricantes son los que más ganan, pues la obligatoriedad de adaptarse a la TDT requiere que se cambien todos los equipos, tanto caseros, profesionales como infraestructurales. Así pues, desde las primeras emisiones en digital, las ventas de dichas empresas no han dejado de subir.
- Paralelamente han aparecido empresas de instalación y mantenimiento de las nuevas infraestructuras.

#### **Gobierno**

- Quejas de usuarios y público en general para distribución de aparatos receptores.
- Mala ejecución para realizar el apagón analógico en distintas comunidades.

- Quejas de parte de los permisionarios y concesionarios para poder adquirir y otorgar permisos.
- Inconformidades de estaciones que no podrán transmitir su señal por la falta de recursos para poder adquirir una nueva tecnología.
- Mala distribución para adquirir la señal de la TDT.
- Una de las problemáticas que puede llegar a enfrentar el gobierno es hacer un mal manejo de la banda de 700 MHz.
- Lento desarrollo de la TDT.

#### **Permisionarios y Concesionarios:**

- Los productores de contenido se tienen que adaptar a un nuevo mercado mucho más competitivo para conseguir captar una audiencia cada vez más diversificada ante el incremento de la oferta. Esto a su vez beneficiará a los espectadores con más contenidos televisivos.
- Las cadenas generalistas privadas han perdido audiencia en favor de los canales temáticos, hecho que ha repercutido en importantes pérdidas bursátiles.
- La emisión de televisiones locales puede peligrar al no poder hacer frente a la competencia de tantos canales nuevos, lo que se conoce como burbuja audiovisual; además muchas de ellas están en régimen de ilegalidad con futuro incierto.
- Corren con la problemática no de poder actualizarse en tiempo y forma para cambiar los componentes y aparatos para el medio de transmisión.

#### **Usuarios y Público en General:**

- Unas de las problemáticas para el televidente comienzan en el gasto de una televisión o en un convertidor analógico-digital, antenas y demás accesorios.
- el cambio a la TDT numerosos televidentes se quejan de que un día solo se ven en su televisor determinados canales y, al siguiente, solo se ven otros, pero casi nunca todos y, en ocasiones, ninguno.
- La ubicación donde se encuentra no tenga la recepción suficiente de señal de TDT (comunidades apartadas o rurales).

- Tener que adquirir un medio de televisión de paga por la falta de señal abierta.

Otra problemática la cual se tienen que tomar en cuenta es: **¿Qué pasara con las televisoras comunitarias o locales si no tienen los medios para realizar la transmisión de la señal digital?**

Antes de responder por qué no nos preguntamos **¿Quiénes, cuantos y en donde controlan la televisión mexicana?**

En México hay 863 canales de televisión abierta. 532 de ellos, el 62% son manejados por Televisa y Televisión Azteca. Si descontamos los canales en manos de gobiernos estatales y del gobierno federal, así como los de carácter educativo, tenemos 566 estaciones de carácter comercial. El 94% de ellas están adjudicadas a las dos televisoras que, de esa manera, acaparan las frecuencias de esa índole en la televisión mexicana. ( Plan nacional de desarrollo Gobierno de la Republica , 2014).

Habitualmente los estudios acerca de la televisión en nuestro país han distinguido entre canales concesionados y permisionarios. Esos son los dos regímenes de licencias que establece la Ley Federal de Radio y Televisión y así se encuentra organizada la información que publica el gobierno federal. Según la ley, los canales concesionados pueden transmitir publicidad y tienen fines de lucro. Los otros, no pueden comercializar sus espacios y son para tareas de difusión oficial y cultural.

En la Figura 3.1 muestra los porcentajes de las frecuencias de televisión comercial analógica y digital.

## Frecuencias de televisión comercial

(analógica y digital)

Total: 566



**Figura 3.1: Frecuencias de televisión comercial.**

De los 863 canales adjudicados a distintas empresas e instituciones, 578 se encuentran en el régimen de concesiones y 285 bajo la figura legal de permisos. Sin embargo, como apuntamos antes, hay 566 estaciones con autorización para comercializar. Eso significa que algunos canales manejados por instituciones oficiales o culturales se encuentran en régimen de concesión. Por otra parte, hay estaciones permisionarias que son administradas por empresas privadas o que retransmiten señales de las televisoras de esa índole. Aunque se han asignado algunos permisos, en los años recientes no se ha autorizado una sola concesión (excepto canales espejo) para televisión comercial abierta en el país. En México existen frecuencias suficientes para dos o quizá tres cadenas nacionales de televisión abierta, incluso sin tomar en cuenta las opciones que abriría la televisión digital que además de calidad de imagen permite más canales en donde hasta ahora había espacio solamente para una señal.

Son muy pocas televisoras comunitarias o locales existentes en nuestro país y la pregunta es **¿Qué pasará con estas televisoras?** Como con las demás televisoras seguirán transmitiendo su señal mientras y cuando cubran con los requerimientos necesarios para la transmisión de señal digital que conlleva a tener un equipo con tecnología nueva para poder recibir y transmitir la señal digital para lograr esto se necesita contar con un capital que pueda cubrir los costos de cambiar de una tecnología a otra. Si no se cuenta con los medios para poder lograr la transición de la TDT a estos tipos de televisoras o cualquiera existente que no cuente con los medios se les otorgará una prórroga de un año para poder seguir manteniendo

su permiso, pero no poder transmitir su señal hasta poder adquirir los medios de transmisión. (INEGI, 2015).

### **Autorización de canales digitales**

- 337 canales de TDT autorizados.
- 317 autorizaciones de pares digitales de TDT (286 concesiones y 31 permisos).
- Representan el 47.7% del total de estaciones analógicas actuales.
- 9 canales transitados a TDT

### **Canales digitales en operación:**

- 162 canales de TDT en operación
- 146 pares digitales, 7 permisos TDT directos.
- 134 son concesionados y 28 permisionados.
- 9 canales han transitado a la TDT.
- 43 localidades con canales de TDT en operación

20 de las 43 localidades con canales de TDT en operación tiene más del 80% de canales digitales respecto del total de canales analógicos.

### **Oferta de TDT principales ciudades (canales).**

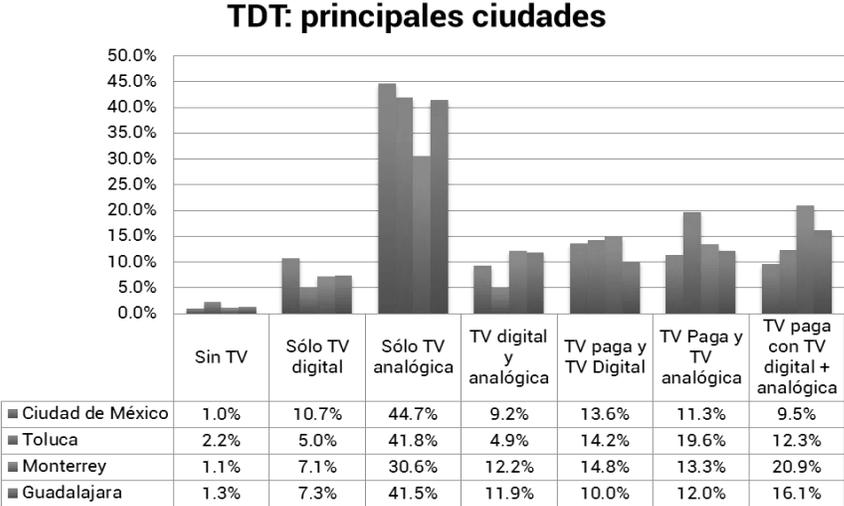
- México (17)
- Monterrey (11)
- Guadalajara (8)
- Tijuana (8)
- Mexicali (7)
- Cd. Juárez. (7)

## **b. Caso de las comunidades rurales y apartadas**

La última edición del Módulo sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares del INEGI, MODUTIH, permite tomar en cuenta las diferencias

en penetración de TDT entre las principales ciudades del país y las zonas consideradas como complementos urbanos o zonas rurales en los estados, lo que revela más asimetrías.

Según los datos del INEGI, las zonas que concentran la mayor parte de los hogares son la Ciudad de México, Toluca, Monterrey y Guadalajara. En estas ciudades se observa que la proporción de hogares sin televisión es mucho menor al resto del país y el porcentaje de hogares capaces de recibir señales digitales está por encima del umbral nacional. Con excepción de Monterrey, cuatro de cada 10 hogares en estas ciudades sólo tiene televisores analógicos. En todas estas ciudades esta es la categoría de hogares más numerosa individualmente, pero las combinaciones que permiten tener acceso a señales digitales abarcan la mayoría de los hogares.

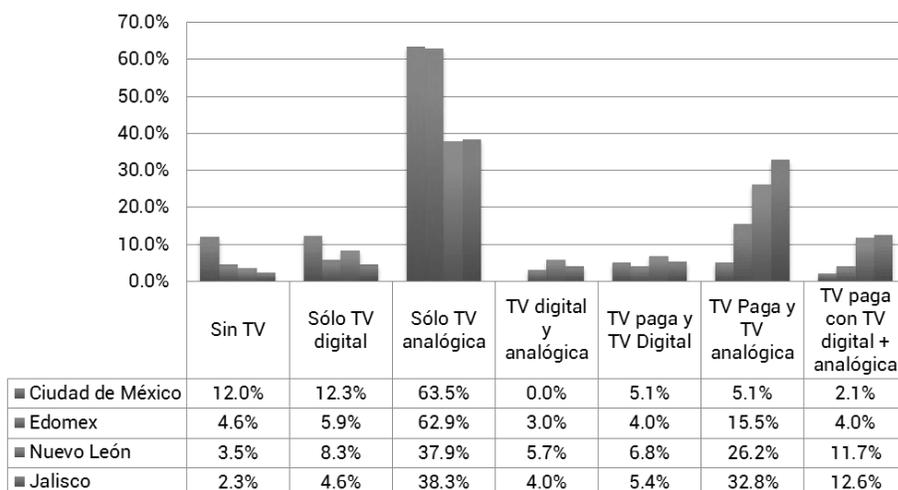


**Figura 3.2: Principales ciudades de penetración de televisión para la señal digital.**

En las áreas denominadas como complementos urbanos/áreas rurales de las entidades en donde se ubican las principales ciudades se observa que los hogares que dependen de la señal abierta analógica son más en términos proporcionales, aunque en Monterrey y Guadalajara se observa prácticamente la misma proporción, que es ligeramente más alta en la ciudad. Las áreas no metropolitanas de Jalisco y Nuevo León son las que más penetración de televisión de paga tienen, así como capacidades de recepción de señal digital.

En la Figura 3.3 muestra las zonas urbanas y rurales afectadas con el cambio digital.

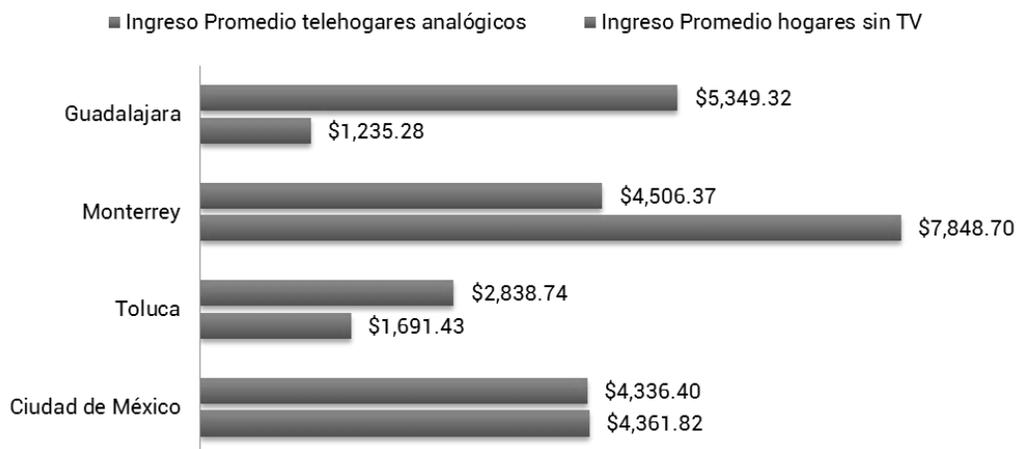
### TDT: complementos urbanos o áreas rurales



**Figura 3.3: Complementos urbanos o áreas rurales.**

La comparación de áreas metropolitanas con zonas rurales o semiurbanas también se volverá relevante para evaluar la política pública para transitar a la TDT, ya que el impacto de este programa puede ser mayor en las áreas no metropolitanas si se logra aumentar la penetración de dispositivos digitales en hogares que no cuentan con televisores, pero también en aquellos que no pueden adecuar uno de tipo analógico por falta de disponibilidad de servicios de televisión restringida, decodificadores y antenas, o porque los ingresos del hogar no permitan ejercer este gasto. La decisión de entregar una pantalla digital en hogares urbanos puede tener un impacto menor en términos de interés público, puesto que el problema de disponibilidad de televisores en hogares es menor en estas localidades. Y si bien los hogares que dependen de la televisión analógica tienen en el papel una mayor disponibilidad de alternativas para hacer la transición, como servicios de paga, o electrónicos de consumo, el ingreso del hogar es un elemento que determina la solución a elegir.

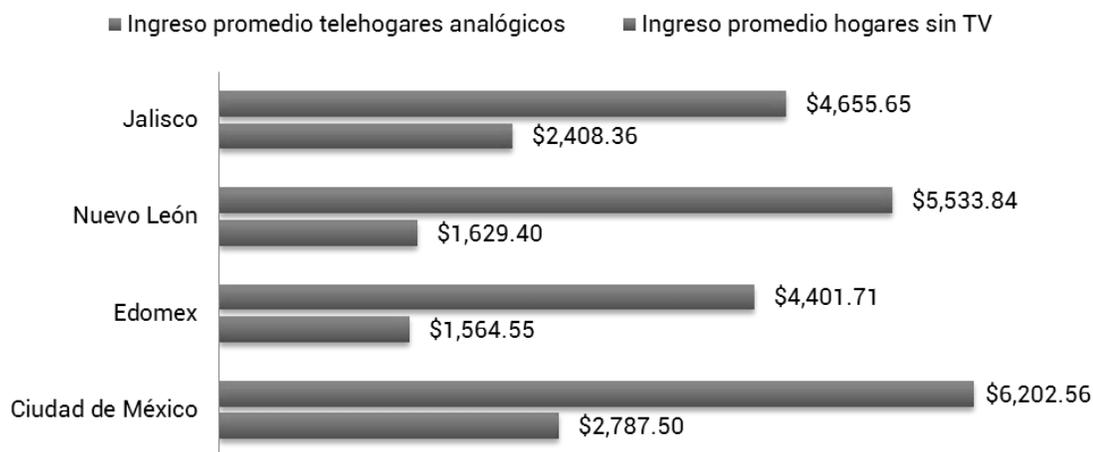
Así, por ejemplo, mientras que a nivel nacional los hogares sin televisor son los que menos ingresos perciben en promedio, la Ciudad de México y Monterrey muestran que la media de ingreso por hogar sin televisión es más alta que la de los telehogares analógicos. La Figura 3.4 muestra los porcentajes de los hogares sin TV en nuestro país.



**Figura 3.4: Ingreso promedio hogares sin TV.**

Pero las áreas rurales y complementos urbanos de los estados en donde se localizan estas ciudades sí reflejan el comportamiento nacional en el que los hogares sin televisión tienen menor ingreso que los que dependen de señales abiertas analógicas.

La Figura 3.5 muestra el porcentaje de telehogares analógicos en nuestro país.



**Figura 3.5: Ingreso promedio de telehogares analógicos.**

Para esta observación debe recordarse que tanto el DF como Monterrey muestran el menor número de hogares que no tienen televisor, lo que puede tener el efecto de “magnificar” el ingreso promedio de estos hogares con relación de los telehogares analógicos, que son la

mayor categoría en términos individuales. No obstante, también plantea observaciones para análisis posteriores sobre el desplazamiento de la televisión en hogares “jóvenes” en favor de otras pantallas y TIC con servicios de video Over-The-Top. Las diferencias a niveles locales no sólo son relevantes para el análisis posterior a la ejecución del programa de la TDT, sino que también son relevantes para que el IFT pueda autorizar la finalización de las señales analógicas en las diferentes localidades. En estos escenarios se vuelve relevante la penetración de servicios de televisión de paga y no sólo la disponibilidad de pantallas digitales en los hogares o electrónicos como decodificadores. Este último nivel de observación (ciudades, áreas no urbanas o semiurbanas) permite observar más asimetrías dentro de una misma región o entidad federativa. Su importancia en la política pública de TDT radica en que el criterio para los apagones es a nivel de localidad. El impacto de la política de entrega de pantallas puede ser más alto en zonas rurales donde la disponibilidad de televisores es menor y se tienen menos alternativas para hacer la transición con televisión de paga o electrónicos como decodificadores.

En las zonas urbanas, en cambio, será esencial conocer el padrón de reparto de las pantallas para saber qué hogares fueron atendidos, qué proporción deberá hacer una transición sin apoyo directo gubernamental y cuáles son las soluciones viables para estos hogares en relación al ingreso promedio que perciben. En este sentido, la pregunta para evaluar esta política pública será si este esquema de pantallas es suficiente para garantizar la transición en la localidad, pero también la cantidad de hogares que deberá transitar por su cuenta a la TDT y qué opciones tienen en relación a su ingreso. Los costos que se generarán para estos hogares serán la base para evaluar los beneficios derivados del costo y evaluar si un esquema alternativo de receptores más baratos, como decodificadores, pudo haber sido más eficiente para aprovechar la base de televisiones analógicas que no han sido reemplazados en los hogares. Pero también es importante hacer una comparación de las comunidades rurales y estimar el volumen, localización y comportamiento socio demográfico de la población indígena y de contribuir al desarrollo del servicio público de la información. Con 112 millones de habitantes, México es el país con mayor población de habla hispana en el mundo. El idioma español coexiste con 62 lenguas indígenas que han sido reconocidas oficialmente por el Estado. (INEGI, s.f.)

Pero existe una problemática hay poblaciones las cuales se les conoce como comunidades indígenas en nuestro país y son comunidades las cuales aún no tienen la evolución de algunos medios de comunicación como es la luz, la radio, la televisión, y el teléfono. Este tipo de problemática no es fácil de solucionar por la cuestión que cuando se estaba manejando la señal analógica tenía más cobertura a lugares apartados no ejercieron un plan para cubrir esas identidades apartadas o indígenas ahora con el manejo de la señal digital que no tiene una amplia cobertura en el territorio. Algunas de las comunidades indígenas las cuales no tienen acceso a la tecnología de la TDT y problemas para recibir la señal por algunos por mencionar.

En la Tabla 3.1 se muestra las comunidades en las cual no tienen acceso a la tecnología de Televisión Digital Terrestre.

**Tabla 3.1: Comunidades indígenas con falta de acceso a la TDT.**

<b>Grupo</b>	<b>Estado</b>
Nahua	Centro de México
Maya	Península de Yucatán
Tzotzil	Chiapas
Mazahua	Valle de Toluca
Mazateco	Oaxaca
Choles	Chiapas
Purépecha	Meseta Tarasca
Huasteco	Región Huasteca
Chinanteco	Región de Tuxtepec
Amuzgo	Sierra Guerrerense
Paipai	Playas de Rosarito

**i. Beneficiarios del apagón analógico**

Las personas que recibirán una de las 13 millones 800 mil televisiones digitales del programa para el apagón analógico de la SCT son aquellas inscritas en los diferentes programas de apoyo social.

1. Prospera.
2. Apoyo alimentario.
3. Pensión para adultos mayores (prioridad género femenino).

4. Estancias infantiles para apoyar a familias trabajadoras.
5. Abasto social de leche.
6. Desarrollo de zonas prioritarias
7. Empleo temporal.
8. Jornaleros agrícolas.
9. Opciones productivas.
10. Fonart
11. 3x1 para emigrantes.
12. Seguro de vida para jefas de familia.

Otro de los criterios incluye un ingreso per cápita menor a la Línea de Verificaciones Permanentes de Condiciones Socioeconómicas. Adicionalmente, habitan zonas en las cuales la SEDESOL puede cubrir las demandas de servicios que ofrece el programa. El valor de la LBM en área urbana es mil 272.91 pesos y en áreas rurales, de 895.84 pesos. La medida equivale al valor de la canasta alimentaria. La SCT cuenta con un presupuesto de 26 mil millones de pesos para la compra de los televisores. A la fecha ha lanzado dos licitaciones para la compra de estos aparatos, en la primera adquirió 120 mil a un precio promedio de 2 mil 308 pesos y en la segunda, 2 millones 463 mil equipos a un precio de 2 mil 300 pesos, en promedio.

### **c. Aprovechamiento de Equipo y Comunicación de Estrategias**

Podemos prever que la televisión digital va a suponer el mayor cambio que se ha producido en el panorama televisivo en México y puede suponer la puerta de entrada a la ansiada Sociedad de la Información, La situación actual nos coloca en pleno tránsito, es decir, nos encontramos en una situación en la que los actores buscan adaptarse a un nuevo concepto de industria integral propuesto con las últimas tendencias del sector, que encuentra su elemento diferenciador en las nuevas posibilidades que la tecnología digital ofrece, que pretende “engancha” al espectador mediante la interactividad.

Uno de los grandes retos a los que se enfrenta la industria audiovisual es la incorporación a los procesos productivos de nuevas tecnologías que permitan desarrollar

productos más competitivos capaces de situarse estratégicamente en un mercado cada vez más globalizado. De este reto se deriva que el producto audiovisual resultante es altamente complejo y que compromete a un gran número de tecnologías, conocimientos y calificaciones profesionales a lo largo de la cadena productiva. La televisión digital se encuentra al día de hoy en fase consolidación, que ha estado liderada por los Estados Unidos, y Europa. La rentabilidad de la televisión digital se estimará en función de tres criterios: el alcance total de la distribución de los productos, la suma de shares fragmentarios, ingresos en definitiva procedentes de secciones diferentes del mercado audiovisual, y la capacidad de enganche de recursos interactivos ( Arnanz, 2010).

#### **i. Transición para concesionarios y permisionarios**

Los concesionarios de televisión y permisionarios de televisión estarán obligados a realizar las inversiones e instalaciones necesarias para transitar a la TDT, la fecha estipulada a más tardar el 31 de diciembre del 2015, y por defecto todos los concesionarios y permisionarios mencionados anteriormente tienen que realizar transmisiones digitales.

*Para que los Concesionarios de Televisión y Permisionarios de Televisión se encuentren en posibilidad de transitar a la TDT resulta necesario:*

- La asignación temporal de un canal adicional por cada Canal de Transmisión Principal. En dicho canal adicional deberán realizar Transmisiones Digitales simultáneas de la misma programación que se radiodifunde en el Canal de Transmisión Principal.
- La autorización para la Operación Intermitente de las estaciones.

Una vez efectuada la terminación de transmisiones analógicas, los concesionarios de televisión y permisionarios únicamente podrán utilizar el canal de transmisión destinado al propósito de realizar transmisiones digitales. El canal de transmisión principal no podrá ser utilizado y el espectro correspondiente dejará de entenderse como concesionado o permisionado, por lo que el instituto podrá disponer de él en los términos que determine, conforme al uso de sus atribuciones, salvo que se trate de concesionarios o permisionarios que hayan optado por el régimen de operación intermitente, en cuyo caso únicamente dejarán de realizar transmisiones analógicas.

Una vez que se efectúe la terminación de transmisiones analógicas en la fecha determinada en la autorización correspondiente, el concesionario o permisionario de televisión a quien le fue asignado un canal adicional perderá automáticamente y sin necesidad de pronunciamiento diverso por parte del Instituto, el derecho de usar, aprovechar y explotar el canal de transmisión principal. Para el caso de los concesionarios bajo el régimen de Operación Intermitente, únicamente dejarán de realizar transmisiones analógicas. Si no realizaron las inversiones y los cambios para poder transmitir la señal digital, los permisionarios y concesionarios podrán pedir una prórroga de un año o de igual manera podrán realizar una solicitud para la asignación de canales virtuales de televisión.

## **ii. Cumplimientos concesionarios y permisionarios para la cobertura**

Los concesionarios de televisión y permisionarios deberán contribuir en asegurar la continuidad del servicio de radiodifusión, es decir, garantizarán la adecuada transmisión de las señales de TDT, replicando toda el área de cobertura, pudiendo utilizar para ello, previa autorización, los equipos complementarios de zona de sombra que resulten necesarios. Cualquier crecimiento de la réplica del área de cobertura no podrá exceder la zona de cobertura autorizada.

- Los concesionarios de televisión y permisionarios se encontrarán obligados a proporcionar diariamente información a la población sobre el proceso de transición a la TDT. El instituto proporcionará materiales e información correspondiente para apoyar a este proceso.
- Los concesionarios de televisión y permisionarios que transmitan señales de TDT deberán transmitir al menos un canal de programación utilizando el protocolo A/53 del estándar ATSC, con la parte correspondiente al sistema básico de compresión de video establecida en el mismo. En el caso de las estaciones de televisión a las que se les haya asignado un canal adicional para lograr la transición, en este canal se deberá transmitir de manera simultánea el mismo contenido programático del canal de transmisión principal.

- El concesionario de televisión o permisionario de televisión podrá publicitar que su señal es transmitida en HDTV, sólo cuando el canal de programación se transmita con la calidad señalada o superior.

*iii. Plan de comunicación para informar al público sobre la transición*

Informar al menos dos veces al día a la población, a través de su programación y dentro de su horario de mayor audiencia, la fecha y hora exacta en que ello ocurrirá.

El instituto proporcionará a la población información sobre la transición a la TDT y la terminación de transmisiones analógicas, campañas publicitarias en medios de comunicación masiva, volantes, sesiones informativas, la creación de un portal de internet o cualquier medio que se estime adecuado para mantener informada a la sociedad. Dichas acciones podrán realizarse de manera coordinada con los diversos actores o interesados en dicho proceso.

*Estrategias y líneas de acción propuestas para informar que fueron aplicadas están:*

“Realizar una campaña nacional de información sobre la política de la transición a la televisión digital terrestre, así como de las acciones que debe tomar la población en general ante el apagón analógico.

Esta estrategia se implementó manejando propaganda en espectaculares, publicidad en la televisión como en la radio.

- **Informar a la población sobre los beneficios de la transición a la televisión digital terrestre para que voluntariamente cambien o actualicen sus equipos receptores.**

Fue informar sobre cuáles son las ventajas de la televisión digital y los beneficios de recibir la señal en un televisor digital, y si se tiene un televisor analógico que se necesita para recibir la señal digital.

- **Promover el adecuado abasto de equipos receptores y decodificadores a la población.**

En esta estrategia se promovió el reparto de televisores y decodificadores, pero solo se aplicó el de televisores en el cual se entregaron 13 millones 800 mil televisiones digitales.

La SEDESOL realizó un operativo de entrega de las notificaciones a través de los jefes de brigada o jefes de grupo y promotores sociales de cada programa social esta entrega se realizó mediante barrido total.

- **Implementar mecanismos para que los hogares de escasos recursos cuenten con equipos receptores de señales de televisión digital terrestre.**

Se realizaron programas de apoyo social como son, 65 y más, prospera o a otros programas sociales.

#### **d. Evolución del apagón analógico**

En mayo de 2013, Tijuana se convirtió en la primera ciudad de América Latina en realizar la transición a la televisión digital terrestre. Así, 14 mil hogares que no estaban preparados con el equipo necesario se quedaron sin señal.

En la Tabla 3.2 muestra la evolución del apagón analógico y de las estaciones transitadas se dio por medio de 11 apagones analógicos.

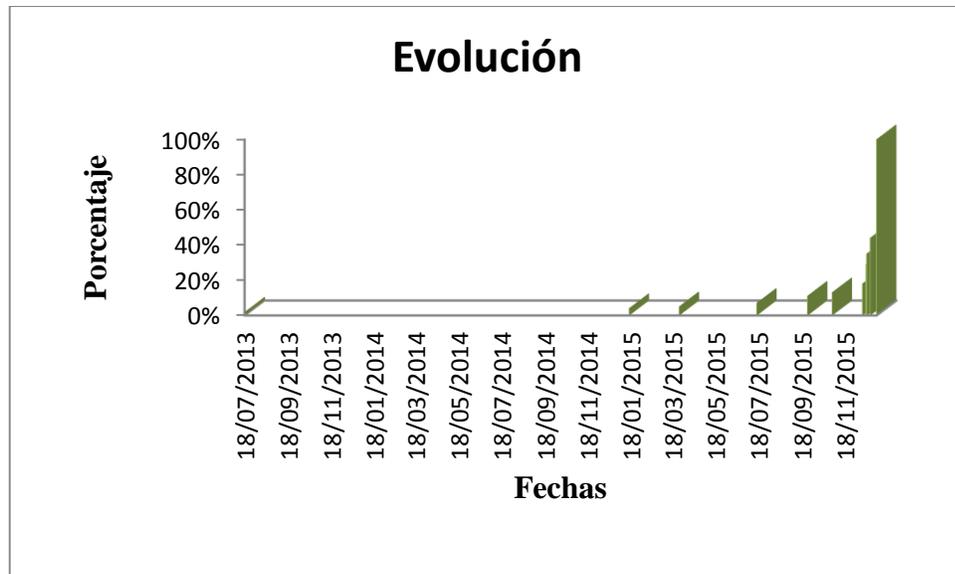
**Tabla 3.2: Evolución de los apagones analógicos en México.**

Apagón analógico COFETEL	2% (Mexicali 06 marzo 2013 y Tijuana B.C ,18 de julio 2013).
1er. Apagón analógico	4% (Nuevo Laredo, Reynosa, y Matamoros ,14 de enero 2015)
2 do. Apagón analógico	5% (Mexicali B.C, 26 de marzo 2015).
3 er. Apagón analógico	7% (Ciudad Juárez, Chihuahua y Tecate B.C ,14 de julio 2015).
4 to. Apagón analógico	11% (Monterrey y Sabinas Hidalgo, N.L,Cuencamé, Dgo, Bahía Asunción, Bahía Tortugas, Guerrero Negro, San Ignacio y Santa Rosalía, B.C.S.y San Nicolás Jacala, Hgo,24 de septiembre 2015)
5 to. Apagón analógico	13% (San Luis Río Colorado, Son, Torreón, Coah, Gómez Palacio, Dgo. y Cuernavaca, Mor, 29 de octubre 2015).
6 to. Apagón analógico	18% (San Felipe, B.C, Ciudad Allende, Parras de la Fuente y Saltillo, Coah, Celaya y León, Gto, Querétaro, Qro. y Agua Prieta y Caborca, Son, 11 de diciembre de 2015).
7 mo. Apagón analógico	29% (Isla de Cedros, B.C, Atotonilco el Alto, Autlán de Navarro, Guadalajara, Ciudad Guzmán y LaBarca, Jal, Ciudad Hidalgo, Los Reyes Salgado, Morelia, Puruándiro,Zamora, Zinapécuaro, Zitácuaro,Apatzingán, Pátzcuaro y Uruapan Mich, San Luis Potosí, S.L.P,Monclova, Nueva Rosita, Piedras Negras y Sabinas, Coah, San Fernando, Tamps y Cananea, Son.16 de diciembre de 2015).

8 vo. Apagón analógico	35% (Distrito Federal, Pachuca, Hgo., Estado de México, Puebla, Pue, Tlaxcala, Tlax, Caborca y Agua Prieta Son, 17 de diciembre de 2015).
9 no Apagón analógico	44% (Cd. Camargo, Cd. Delicias, Nuevo Casas Grandes y San Buenaventura, Chih, Cd. Acuña, Coah, Durango, Guadalupe Victoria, San Pedro y Santiago Papasquiario, Dgo, Chetumal y Felipe Carrillo Puerto, Q.Roo, Matehuala, S.L.P, Arízpe, Naco, Puerto Peñasco y Sonoyta, Son, Fresnillo, Jalpa, Nochistlán, Sombrerete, Tlaltenango, Valparaíso, Concepción del Oro y Zacatecas, Zac., 22 de diciembre 2015).
Apagón 31 de diciembre	100% (el resto del país).

La Figura 3.6 muestra una gráfica más clara y la Tabla 3.2 como fue el proceso de apagones analógicos en nuestro país, en el proceso del año 2013 al 2015 muestra una distancia muy grande de tiempos, por lo cual en ese tiempo los estados mencionados en la fecha 06 marzo 2013.

El 18 de julio 2013 solo se cubrió el 2% y fueron los estados pilotos en los cuales se realizaron las pruebas correspondientes por ser estados cerca de la frontera después de eso comenzaron el 14 de enero 2015 esa fue la fecha de inicio para el resto del país.



**Figura 3.6: Gráfica de evolución de apagones analógicos México.**

## Resumen de Capítulo

La evolución de la televisión en México atraído muchas controversias por la falta cobertura mediática, no se han abierto espacios de discusión sobre las posibilidades y los efectos de la TDT. Y se realizaron estrategias y objetivos, **¿pero realmente al realizar toda esta planeación no habrá problemáticas en el cambio de tecnologías para la sociedad?**

La entrada de la TDT (Televisión Digital Terrestre) en México está plagada de dificultades e incertidumbres cuyo cambio de gobierno no ha ayudado ya que se han modificado leyes aprobadas en la anterior legislatura cuando estaba el anterior gobierno. Estos cambios, no sólo no están ayudando a la implantación de esta nueva tecnología sino, si no que retraso el llamado apagón analógico. Previsto para 2013, se retrasó para el 2015, pero todavía hay muchos sectores incrédulos sobre si este cambio habrá repercusiones económicas, gobierno, permisionarios y concesionarios y usuarios, público en general y las comunidades que serán más afectadas aquellas que, están en una zonas de difícil acceso o aquellas llamadas rurales. Aunque la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) reparta televisores en las zonas donde está pendiente el apagón analógico, los usuarios podrían tener problemas para sintonizar todos los canales. Las condiciones orográficas de los sitios faltantes de transitar a la

Televisión Digital Terrestre (TDT), que en su mayoría son zonas rurales, podría causar que las pantallas no tengan un adecuado acceso a la señal digital por sí solas, El tema es que no importa si el gobierno va a regalar esas televisiones o no, es un hecho que se van a necesitar antenas para estas zonas porque si no, no van a llegar todos los canales a sus aparatos,

Las personas que no tengan acceso a un televisor del Gobierno, que son los beneficiarios de los apoyos de SEDESOL se quedarán con sus televisiones antiguas que necesitarán equiparse con un decodificador, además de una antena y no hay una planeación ni una estrategia pensada por si se suscita esta problemática, pero no son solos afectados también las televisoras que no podrán cumplir con el plazo de cambio de tecnología.

## 4 CONCLUSIONES

Nuestro país ha sufrido una serie de cambios a lo largo de la historia, los cuáles han tenido un alto impacto en la sociedad en general y en la nuevas generaciones, actualmente nos encontramos en una etapa de transición que compete a los medios de comunicación, como resultado de los avances en la ciencia y la tecnología hoy en día ha ido en aumento el uso de las tecnologías de información y comunicaciones, las cuales permiten a los ciudadanos enterarse al momento todos los acontecimientos importantes que ocurren a su alrededor Debido a lo anterior , los medios de difusión tienen la responsabilidad de transmitir información veraz y oportuna.

La ciudadanía requiere de suficiente información para comprender la importancia de la TDT. Asimismo, la ciudadanía necesitó de apoyo para la adquisición e instalación de decodificadores y antenas lo cual les permitió seguir utilizando los televisores analógicos para recibir transmisiones de TDT. Las políticas de transición a la TDT deben ser flexibles y deben permitir la participación de todas las partes, incluyendo de la sociedad civil.

La implementación del sistema de Televisión Digital Terrestre en México nos abre un amplio panorama de posibilidades para el desarrollo de nuestro país, tanto para estar a la altura de naciones desarrolladas; los beneficios económicos que esto puede traer, se refleja el aprovechamiento del espectro radioeléctrico. Y es importante mencionar que la transición ha sido un proceso largo y tardado, ya que detrás de todo esto, se encuentra involucrado el trabajo de mucho tiempo, la intervención de organizaciones encargadas de realizar el análisis de los gastos y las consecuencias de esta nueva tecnología en nuestro país. Además de la modificación de leyes y normas competentes al ámbito de telecomunicaciones. El transmitir señales digitales implica un menor costo que una transmisión analógica para los proveedores, esto es una muy buena noticia debido a que abre la posibilidad de que empresarios se animen a generar contenidos en televisión, esto sin duda alguna nos permitirá recibir una mejor oferta

en número canales de televisión, y no solo eso, sino que los canales existentes tendrán mayor calidad en cuanto a video, audio y contenidos.

***Punto de vista (crítica) personal***

Después de haber analizado e investigado el proceso de la evolución de la TDT donde se analizan las ventajas, desventajas y problemáticas. He formulado algunas preguntas para orientar una opinión personal sobre esta evolución de la tecnología de la TDT en nuestro país. Pueden ser sencillas, pero son un punto clave para poder concluir la investigación que se desarrolla en este trabajo. Las preguntas son las siguientes:

***¿Fue inevitable este cambio?*** Sí porque no podríamos estar a la vanguardia tanto en tecnología como en comunicación con otros países más desarrollados, ni competir con otros medios de comunicación

***¿La evolución de la televisión fue bien o mal planificada?*** En primera estancia la planificación sobre la evolución de tecnología para la televisión no fue realmente llevada a cabo como lo mencionan

***¿Por qué motivo?*** Por la razón que la información sobre el cambio se dio cuando estaban a meses de realizarse, no hubo una información anticipada sobre esta nueva tecnología ni los beneficios que otorgarían tenerla, así como también sus desventajas sólo en el año 2014, se llevaban pruebas pilotos en Tijuana B.C.

***¿Realmente se llevaron a cabo las estrategias mencionadas?*** No, por lo que investigué y como usuario de la televisión, comparé la información dada en los medios de comunicación y las estrategias plasmadas en los documentos que menciona el desarrollo de las estrategias, sólo se llevaron a cabo el 70% de ellas.

***¿Valió la pena el cambio analógico a la digital?*** Sí, en mi punto de vista esta evolución de tecnología si fue muy acertada porque México tiene la oportunidad de evolucionar esto, la señal de televisión digital se compacta y deja espacio libre en el espectro radioeléctrico. el que podrá licitarse para nuevas cadenas de televisión o para servicios de telecomunicaciones, como internet y telefonía móvil.

Pero no debemos olvidar que la evolución también acarrea problemáticas tanto para el medio ambiente como social, ya sea que hablemos de población en el cual se encuentran los usuarios, permisionarios y concesionarios y para ello hay una pregunta.

*¿Se tomaron en cuenta al 100% de las problemáticas que este cambio conlleva? ¿Por qué?* No, se tomaron en cuenta todas las problemáticas, porque si hablamos sobre el medio ambiente hubo muy poca información sobre los centros de acopio donde se recibirían los televisores analógicos y que se haría con ellos, en usuarios no se pensó realmente en las comunidades la cual hay dificultad para recibir la señal digital hablemos de infraestructura que si la señal analógica que tenía más alcance había una dificultad para recibirla; y no solo eso, si no de aquellas que ni siquiera tienen el acceso a la energía eléctrica que pasara con ellas que solución dará el gobierno para ello. Y sobre permisionarios y concesionarios la adquisición de la tecnología digital puede ser muy costosa y por ello no poder actualizarse, y podría quedar fuera de la competencia de crecimiento en el medio de comunicación, para ello debemos de tener soluciones.

Puedo concluir que, como país, debemos tener la capacidad de adaptarnos a las nuevas tecnologías, aceptar los cambios que se realizan a favor del crecimiento de nuestra nación y lo más importante estar informados en todo momento de la calidad del servicio que tenemos derecho a recibir.

### ***Propuestas y comentarios sobre la Transición de la TDT***

**Comunidades y usuarios:** Si hablamos sobre la problemática de las comunidades que tienen un difícil acceso para recibir la señal analógica, imaginemos la dificultad para poder recibir la señal digital. Podría plantear que se pudo haber realizado un censo para saber cuáles son las comunidades que se dificultara realizar el cambio de tecnologías y por qué no permitir que esas comunidades censadas se les permitiera seguir con la señal analógica hasta que tuvieran ya la infraestructura para poder recibir la señal digital mientras podrían trabajar juntas las señales tanto analógica como digital.

**Permisionarios y concesionarios:** Para el caso de los permisionarios y concesionarios quizá algunos tendrían la problemática de no poder actualizarse en tiempo y en forma a pesar de la prórroga que les asignaron, pudiendo perder su concesión para poder transmitir en un

medio televisivo, y para ello podría proponer el manejo de una nueva tecnología lo cual le ayudaría a actualizarse en el rubro de telecomunicaciones la tecnología se llama *SDR* (*Software Defined Radio*) y pese a que no existe una definición clara o simple del concepto se puede aclarar a que se refiere esta tecnología.

Para dar una noción clara de esta tecnología se implementaron algunas preguntas:

***¿A qué se refiere el concepto de Radio Definida por Software o SDR?*** El concepto SDR se refiere al hecho de utilizar software para controlar casi todas las funciones de un sistema de comunicaciones. Es utilizado para definir a sistema de radio que se implementan por un control por software las técnicas de modulación, operación y funciones para realizar la radio comunicaciones.

***¿Qué ventajas implica el uso de la tecnología SDR?*** La tecnología SDR habilita la creación de dispositivos inalámbricos interoperables con muchas y diversas ventajas, entre las que se puede destacar.

- Reconfiguración.
- Actualizaciones Over-The-Air.
- Múltiples modos de operación.
- Menor coste de desarrollo.

***¿Qué permite la tecnología SDR?***

- Los usuarios pueden escoger las características que quieren, independiente del dispositivo que esté utilizando.
- Los operadores pueden diferenciarse al ofrecer servicios sin tener que realizar cambios masivos de equipamiento.
- Los suministradores de infraestructuras/hardware pueden rebajar el coste y asegurar la inversión mediante el uso de una plataforma hardware común.
- Los desarrolladores de aplicaciones incrementan el valor sin tener que depender del tipo de equipamiento.
- El proveedor de terminales puede añadir características, mejoras y capacidades para mejorar su situación en el mercado.

Así, SDR presenta una solución valiosa para adecuar los diferentes estándares, bandas de frecuencias y aplicaciones, ofreciendo dispositivos para el usuario final que puedan ser programados en remoto mediante módulos de software o firmware. (Reyes Guerrero, Sistemas de Comunicaciones Radio Definida por Software (Sdr), 2012).

Finalmente, se puede afirmar que nuestro país seguirá actualizando en el rubro de las telecomunicaciones. Se está avanzando en cuanto a ciencia y es mucho el trabajo que queda por realizar. La incorporación de nuevas tecnologías permitirá que la población tenga mejor y más amplio acceso a los medios de comunicación.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnanz. (2010). Posibilidades de interactividad TDT. *Milenium*, 99.

Plan nacional de desarrollo Gobierno de la Republica . (2014). *Programa de trabajo para la transición a la televisión digital terrestre* . México .

Alonso, D. M. (1981). *fisica campos y ondas*. florida: SITESA.

AMALFA, S. (2006). *TV DIGITALY ANALOGICA DISPOSITIVOS ESTANDARES Y PLATAFORMAS DE RECEPTOR*. HASA.

Borjon Figueroa, L. F. (2012). *Libro Blanco Transición de la Televisión Digital Terrestre en México*. Mexico.

Bragado, I. M. (2003). *Fisica general*.

Cabrera, S. (2015). *Distribuciones de frecuencias*. México.

Callejo. (2014). *Posibilidades y retos de la TDT* .

Comision Federal de Electricidad . (2015). *Portal de obligaciones y transpariencias*. Recuperado el 22 de agosto de 2015, de <http://www.cfe.gob.mx/paginas/home.aspx>

Chávez, H. D. (Mayo de 2011). *La televisión en México* . México, México. Obtenido de <http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/hist/mex/mex2/HM2-3CultPortal/Television1940.pdf>

Espinoza Mora, J. L. (07 de 2011). *Sistema SECAM*. Obtenido de [betosamaniego.files.wordpress.com/2011/07/sistema-secam.pdf](http://betosamaniego.files.wordpress.com/2011/07/sistema-secam.pdf)

Espinoza Mora, J. L. (2013). Obtenido de *Sistema SECAM* : [betosamaniego.files.wordpress.com/2011/07/sistema-secam.pdf](http://betosamaniego.files.wordpress.com/2011/07/sistema-secam.pdf)

frenzel, l. e. (2003). *Sistemas electronicos de comunicaciones*. mexico: Alfaomega.

- Hartwig, R. L. (2008). *Tecnología Básica de Televisión Digital y Analógica*. Malaga España : Omega.
- Herrera, N. (2010). ICYT. *La televisión mexicana lo que pudo ser y no fue*, 1-13. Obtenido de [http://www.emilio.com.mx/historico/descargas/la\\_television\\_mexicana.pdf](http://www.emilio.com.mx/historico/descargas/la_television_mexicana.pdf)
- Inegi . (21 de Septiembre de 2011). Censo de Población y Vivienda 2010. Mexico.
- INEGI. (Noviembre de 2015). *Módulo sobre disponibilidad y uso de las tecnologías*.
- INEGI. (s.f.). *instituto nacional de estadística y geografía* . Recuperado el 10 de octubre de 2015, de <http://www.inegi.org.mx/>
- Martínez Martínez, E., & Ascencio López, J. (2008). *El ABC de la Televisión Digital*. via red .
- Melgar, L. T. (2003). *Historia de la televisión* . Madrid: Acento ediciones .
- MIGNON G., I. (junio 2007). *prametros de operacion sistemas de transmision digital*. mexico: manual de trnsmision de tv.
- Mignon, I. a. (sep de 2012). *transmision de TV analogica y digital*. mexico, distrito federal, mexico.
- Perez, C. (2004). *Fundamentos de Televisión Analógica* . Universidad de cantabria.
- Reyes Guerrero, J. C. (2012). *Sistemas de Comunicaciones Radio Definida por Software (Sdr)*. Eae Editorial Academia Española.
- Reyes Guerrero, J. C. (2012). *Sistemas de Comunicaciones Radio Definidos por Software*. España: Eae Editorail Academia Española.
- Roel, M. (2009). El reto d ela Televisión " El apagón Analógico y la Consolidación de lo Digital". *Revista Latinoamericana de Comunicacion para America Latina*, 52-59.

secretaria de comunicaciones y transportes . (2012). *transmision de la television terrestre* .  
Recuperado el 16 de junio de 2015, de  
<http://www.sct.gob.mx/comunicaciones/transicion-a-la-television-digital-terrestre/>

(Septiembre 2012). *Sexto Informe de Gobierno*.

telecomunicaciones, i. f. (5 de enero de 2015). *TDT*. Recuperado el 16 de febrero de 2015, de  
<http://www.tdt.mx/>

Tomas Melgar, L. (2003). *Historia de la television*. estados unidos: Acento Ediciones.

torres urgell, L., & Lleida Solano, E. (1996). *SISTEMAS ANALOGICOS Y DIGITALES DE TELEVISION*. EDICIONES UPC.

TOUSSAINT, F. (27 de julio de 2012). El futuro de la TDT en México. *proceso*, págs. 14-17.

# GLOSARIO

## AM

Amplitud Modulada, 14

## *apagón analógico*

Cese de la transmisión de señales analógicas de TV, V

## *Apagón analógico*

cese de las emisiones analógicas de los operadores de televisión alrededor del mundo., 65

## ASI

Asíncrono de interfaz Serial, 46

## ATSC

Advanced Television Systems Committee, 46

## BBC

British Broadcasting Corporation, 10

## BW,

Band Wide, 18

## CCD

charge-coupled device., 30

## COFETEL

Comisión Federal de Telecomunicaciones, 64

## ***crominancia***

Intensidad de color en una imagen., 19

## CRT

Cathode Ray Tube., 22

## dBm

décima parte de un Bel relativo un miliwatt.

Representa ganancia de potencia., 19

## *Dolby*

Sistema de almacenamiento de audio de alta calidad.,

45

## FI

Frequency Intermediate., 31

## FM

Frecuencia Modulada, 14

## GHz.

gigahercio múltiplo de la unidad de medida de frecuencia hercio, 26

## Hertz

frecuencia de un fenómeno periódico cuyo período es 1 segundo., 24

## ***iconoscopio***

rayo de electrones de alta velocidad explora un mosaico foto emisor, 9

## IFT

Instituto Federal de Telecomunicaciones, VII

## Kbps

Un mil de bits por segundo., 43

## *Longitud de onda*

Es la distancia que cubre una onda electromagnética en un ciclo., 15

## ***luminancia***

Intensidad de luz reflejada., 19

## MHz

un millón de Hertz. Frecuencia de una señal oscilante., 14

## *MJPEG*

Motion- Joint Photographic Experts Group., 45

## MPEG

Moving Picture Experts Group, 39

## NTSC

National Television System Comitee, 10

## PAL

Phase Alternating Line, 33

## pixel

Picture Element., 40

## PSK

Phase shift keying, 47

## QAM

Quadrature amplitude modulation, 47

- RF  
Radio Frecuencia., 30
- SCT  
Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 85
- SDR  
Radio Definida por Software, 108
- SECAM  
Color secuencial con memoria Es un sistema para la codificación de televisión en color analógica, 32  
Séquentiel couleur à mémoire., 34
- SEDESOL  
Secretaría de Desarrollo Social, VII
- SIATE  
Sistema Integral para la Administración de los Tiempos del Estado., 82
- sincronía***  
Señal de tiempo de exploración de una imagen., 19
- Sistema Tricromático***  
Transformación de los matices de color (colores) y de su grado de saturación (intensidades) en señales eléctricas (corrientes o tensiones), 11
- SMPTE**  
Society of Motion Picture & Television Engineers, 47
- SVHS  
Super Video Home System., 45
- TDT**  
Televisión Digital Terrestre, V
- TV  
Televisión, 9
- UHF  
Ultra High Frequency, 16
- UIT**  
Unión Internacional de Telecomunicaciones., 72
- VHF  
Very Hight Frequency, 16

# ANEXOS

## Fechas de entrega de pantallas y tabla de apagón analógico.

Asimismo, el calendario de entregas de equipos está en función de las áreas de servicio de las señales Radiodifundidas proporcionadas por el Instituto Federal de Telecomunicaciones, así como de la disponibilidad de recursos presupuestarios.

**Tabla 4.3: Estados y fechas de entregas de pantallas.**

Región	Municipios de los estados de	Fecha de inicio de la entrega de pantallas
Frontera Noreste	Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas	Mayo de 2014
Frontera Norte	Baja California; Baja California Sur, Sonora, Chihuahua	Agosto de 2014
Noreste	Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas	Agosto de 2014
La Laguna	Coahuila, Durango	Agosto de 2014
Occidente-Bajío	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Zacatecas	Agosto de 2014
Centro	Distrito Federal, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz	Enero de 2015
Resto del país	Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas	Agosto de 2015

## **Beneficios extras sobre la Reforma de Telecomunicaciones**

Pero hay más beneficios sobre la transición de TDT por que no solo la reforma de comunicaciones abarca esa zona. Mostramos brevemente otros beneficios de la reforma de comunicaciones.

- Eliminación de Larga Distancia Nacional. A partir del 1 de enero de 2015, los concesionarios no podrán realizar cargos de larga distancia nacional.
- Tarifa cero en terminación de llamadas. Cuando exista un agente preponderante, las llamadas que otros operadores terminen en su red, no deberán cobrarse, lo que debe traducirse indirectamente en beneficio de los usuarios con la consecuente disminución de tarifas finales.
- Tarifas y planes con cobro por segundo. En este caso, los concesionarios y los autorizados deberán incluir dentro de su oferta comercial, planes y tarifas con cobro por segundo.
- Administración del espectro en beneficio de los usuarios. Al administrar el espectro, el Instituto perseguirá diferentes objetivos asegurando siempre y en todo momento el beneficio de los usuarios.
- Otorgamiento de concesiones en beneficio de los usuarios. En términos de la Ley, para el otorgamiento de concesiones en materia de telecomunicaciones, el Instituto tomará en cuenta, entre otros, el favorecimiento de menores precios en los servicios al usuario final.
- Derecho de acceso a Internet mediando neutralidad de redes. La Ley contempla diferentes derechos para los usuarios que accedan a internet como: libre elección, no discriminación, privacidad, transparencia e información y calidad, lo cual comúnmente se conoce como neutralidad tecnológica o de redes.
- Bloqueos de teléfonos reportados como robados o extraviados. Según la Ley, los operadores tienen la obligación de realizar el bloqueo inmediato de líneas de comunicación móvil que funcionen bajo cualquier modalidad reportadas por los clientes como robadas o extraviadas.

- Confidencialidad de información de usuarios en redes públicas. La Ley establece expresamente que la información que se transmite a través de las redes y servicios de telecomunicaciones será confidencial, salvo que exista orden de autoridad judicial competente.