



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**“MANTENIMIENTO, OPERACIÓN Y MIGRACIÓN DE  
TRANSMISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL DE 26 ESTACIONES  
DE TRANSMISIÓN DE LA ZONA ALTOS, FRONTERIZA Y SELVA,  
DEL SISTEMA CHIAPANECO DE RADIO,  
TELEVISIÓN Y CINEMATOGRAFÍA”**

**PROYECTO DE RESIDENCIA**

**ASESOR INTERNO:**

**ING. FRANCISCO RAMÓN SÁNCHEZ RODRÍGUEZ**

**ASESOR EXTERNO:**

**ING. LORENZO RÍOS SURIANO**

**MATERIA:**

**RESIDENCIA PROFESIONAL**

**INTEGRANTES:**

**LILIANA BERENICE AYAR NANGUSE (No. CONTROL 10270052)**

**HEVERARDO AGUILAR DEARA (No. CONTROL 10270044)**

**HUGO ALBERTO SÁNCHEZ SÁNCHEZ (No. CONTROL 10270105)**

**CARRERA:**

**ING. ELECTRÓNICA**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A DICIEMBRE DEL 2014.**

## Contenido

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO I.....                                              | 7  |
| 1.1 Introducción .....                                       | 7  |
| 1.2 Justificación .....                                      | 9  |
| 1.3 Objetivos.....                                           | 12 |
| 1.3.1 Objetivo General .....                                 | 12 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos .....                            | 12 |
| 1.4 Alcances y Limitaciones.....                             | 13 |
| 1.5 Problemas a resolver .....                               | 13 |
| 1.6 Cronogramas de las actividades realizadas .....          | 14 |
| 1.7 Descripción detallada de las actividades.....            | 15 |
| CAPÍTULO II.....                                             | 23 |
| 2.1 Antecedentes de la empresa .....                         | 23 |
| 2.2 Organigrama de la empresa .....                          | 24 |
| 2.3 Misión, visión y valores de la empresa.....              | 26 |
| 2.3.1 Misión.....                                            | 26 |
| 2.3.2 Visión .....                                           | 26 |
| 2.3.3 Valores .....                                          | 26 |
| CAPÍTULO III.....                                            | 27 |
| Fundamento Teórico.....                                      | 27 |
| 3.1 Antena .....                                             | 27 |
| 3.2 Patrón de Radiación .....                                | 29 |
| 3.3 Patrón de Radiación de Antenas Satelitales: Huellas..... | 30 |
| 3.4 Líneas de transmisión .....                              | 31 |
| 3.5 Propagación de ondas de radio frecuencia .....           | 31 |
| 3.5.1 Onda de superficie .....                               | 31 |
| 3.5.2 Ondas directas .....                                   | 32 |
| 3.5.3 Sistema de línea de vista .....                        | 34 |
| 3.5.4 Repetidoras.....                                       | 35 |
| 3.6 Microondas .....                                         | 36 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.7 Enlaces de microondas terrestres .....                            | 37 |
| 3.8 Modelo del enlace satelital .....                                 | 41 |
| 3.8.1 Estación terrena .....                                          | 42 |
| 3.8.2 Modelo de enlace de subida.....                                 | 42 |
| 3.8.3 Transpondedor .....                                             | 43 |
| 3.8.4 Modelo de enlace de Bajada .....                                | 44 |
| 3.8.6 Bandas de frecuencias utilizadas .....                          | 45 |
| CAPÍTULO IV .....                                                     | 46 |
| Componentes que se utilizan en las estaciones de transmisión.....     | 46 |
| 4.1 Satélite Eutelsat 113° .....                                      | 46 |
| 4.2 Satélite Eutelsat 117° .....                                      | 47 |
| 4.3 Antena Parabólica.....                                            | 48 |
| 4.4 Cable Coaxial .....                                               | 49 |
| 4.5 Orientación de una Antena Parabólica.....                         | 49 |
| 4.5.1 Azimut .....                                                    | 50 |
| .....                                                                 | 50 |
| 4.5.2 Elevación.....                                                  | 50 |
| 4.5.3 Polarización.....                                               | 51 |
| .....                                                                 | 51 |
| 4.6 Satélites Geoestacionarios .....                                  | 51 |
| 4.6.1 Cálculos de la distancia y la pérdida en el espacio libre ..... | 51 |
| 4.6.2 Potencia de transmisión y energía de bit.....                   | 52 |
| 4.6.3 Potencia Radiada Isotrópica Efectiva .....                      | 53 |
| 4.6.4 Temperatura de Ruido Equivalente .....                          | 53 |
| 4.6.5 Densidad de ruido .....                                         | 54 |
| 4.6.5 Relación de densidad de portadora a ruido .....                 | 54 |
| 4.6.7 Relación de la densidad de energía de bit a ruido .....         | 55 |
| 4.6.8 Ecuación de enlace .....                                        | 56 |
| 4.6.8.1 Ecuación de subida:.....                                      | 56 |
| 4.6.8.2 Ecuación de bajada: .....                                     | 56 |
| 4.7 LNB.....                                                          | 56 |
| 4.8 Filtro Pasa Banda .....                                           | 57 |
| 4.9 Receptor .....                                                    | 58 |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.10 Parámetros de la señal .....                                               | 58 |
| 4.10.1 DTH (Direct To Home).....                                                | 58 |
| 4.10.2 DVB (Digital Video Broadcasting) .....                                   | 59 |
| 4.10.3 DVB-S Digital Video Broadcasting by Satellite (DVB-S) .....              | 59 |
| 4.10.4 Symbol Rate.....                                                         | 59 |
| 4.10.5 FEC .....                                                                | 59 |
| 4.11 Lyngsat (Software de Simulación).....                                      | 59 |
| 4.12 Procedimiento del modelo de bajada de la señal .....                       | 63 |
| 4.13 Procedimiento del modelo de subida de la señal .....                       | 69 |
| 4.13.1 Modulator DVB-S .....                                                    | 70 |
| 4.13.2 Amplificador.....                                                        | 70 |
| 4.13.3 Sistema de transmisión .....                                             | 71 |
| 4.13.4 Convertidor de subida .....                                              | 72 |
| 4.13.5 Amplificadores de alta potencia (HPA): .....                             | 72 |
| 4.13.6 TWT .....                                                                | 73 |
| CAPÍTULO V .....                                                                | 75 |
| Cálculos para orientar la antena parabólica del Canal 10 .....                  | 75 |
| 5.1 Para el SATMEX 6.....                                                       | 78 |
| 5.1.1 Cálculo del Ángulo de Elevación .....                                     | 79 |
| 5.1.2 Cálculo de Azimut .....                                                   | 79 |
| 5.1.3 Dirección del LNB.....                                                    | 79 |
| 5.2 Para el SATMEX 8.....                                                       | 80 |
| 5.2.1 Cálculo del Angulo de elevación.....                                      | 80 |
| 5.2.2 Cálculo del Azimut .....                                                  | 81 |
| 5.2.3 Dirección del LNB.....                                                    | 81 |
| 5.3 Parámetros de la señal de subida.....                                       | 82 |
| 5.4 Parámetros de la señal de bajada.....                                       | 82 |
| 5.5 Para el enlace de subida de la antena de canal 10 de Tuxtla Gutiérrez ..... | 82 |
| 5.5.1 Cálculo de la distancia y la pérdida en el espacio libre .....            | 82 |
| 5.5.2 Pérdidas en el espacio libre.....                                         | 83 |
| 5.5.3 Potencia de transmisión y energía de bit.....                             | 83 |
| 5.5.4 Potencia radiada isotrópica efectiva .....                                | 84 |
| 5.5.5 Temperatura de ruido equivalente .....                                    | 84 |

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.5.6 Densidad de ruido .....                                                       | 84  |
| 5.5.7 Relación de densidad de portadora a ruido .....                               | 84  |
| 5.5.8 Relación de portadora a ruido .....                                           | 84  |
| 5.5.9 Relación de la densidad de energía de bit a ruido .....                       | 84  |
| 5.5.10 Ecuación de subida: .....                                                    | 85  |
| 5.6 Enlace de bajada de San Cristóbal de las Casas.....                             | 85  |
| 5.6.1 Cálculo de la distancia y la pérdida en el espacio libre .....                | 85  |
| 5.6.2 Potencia radiada isotrópica efectiva .....                                    | 86  |
| 5.6.3 Relación de densidad de portadora a ruido .....                               | 86  |
| 5.6.4 Relación de la portadora a señal a ruido .....                                | 86  |
| 5.6.5 Relación de la densidad de energía de bit a ruido .....                       | 86  |
| 5.6.6 Ecuación de bajada.....                                                       | 86  |
| 5.7 Actividades realizadas en las estaciones de canal 10 del estado de Chiapas..... | 87  |
| 5.7.1 Benemérito de las Américas.....                                               | 87  |
| 5.7.2 Ocosingo.....                                                                 | 90  |
| 5.7.3 Palenque.....                                                                 | 90  |
| 5.7.4 San Juan Cancuc .....                                                         | 92  |
| 5.7.5 Tumbalá .....                                                                 | 93  |
| 5.7.6 Ángel Albino Corzo.....                                                       | 94  |
| 5.7.7 Las rosas.....                                                                | 96  |
| 5.7.8 Tenejapa .....                                                                | 97  |
| 5.8 Áreas y Proceso de Producción de la Televisión en Canal 10 .....                | 98  |
| 5.8.1 Estudios o platós de televisión .....                                         | 99  |
| 5.8.2 El máster o control maestro.....                                              | 100 |
| 5.8.3 El Switcher o mezclador de video.....                                         | 102 |
| 5.8.4 Control de audio .....                                                        | 103 |
| 5.8.5 La banda sonora .....                                                         | 103 |
| 5.8.6 Las líneas de audio .....                                                     | 104 |
| 5.8.7 Sistema de Intercomunicación.....                                             | 105 |
| 5.8.8 El reloj de autocontrol.....                                                  | 106 |
| CAPÍTULO VI .....                                                                   | 107 |
| Resultados (Planos, Gráficos, Prototipos y Programas).....                          | 107 |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1 Ubicación geográfica y características analógicas de la estación de San Cristóbal de las Casas. .... | 107 |
| 6.2 Ubicación geográfica y características digitales de la estación de San Cristóbal de las Casas. ....  | 109 |
| 6.3 Conclusión .....                                                                                     | 115 |
| 6.4 Referencias Bibliográficas.....                                                                      | 116 |
| Anexos .....                                                                                             | 117 |

# CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

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

Una de las principales ventajas que ofrece la televisión digital frente a la televisión analógica es la mejora de calidad de imagen y sonido que se codifican digitalmente en formato MPEG-2 TS y es proporcional al caudal de datos asignado dentro del flujo final transmitido por cada múltiplex<sup>8</sup>.

El aumento del número de canales de televisión ofertado y la mayor flexibilidad de las emisiones, el cual se hace el aprovechamiento de toda esta información por parte de las diversas aplicaciones de que dispone el receptor TDT(Televisión Digital Terrestres), en general conformes al estándar de la industria llamadoMHP(Multimedia Home Plataform). Con ello otorgaremos versatilidad al sistema, haciendo así posible mejoras tales como: emisión con sonido multicanal, múltiples señales de audio, teletexto, canales de radio, servicios interactivos, imagen panorámica.

Es relativamente frecuente encontrar la opinión de que los sistemas de transmisión digital son totalmente diferentes a los analógicos, por lo que entre los ingenieros y técnicos con experiencia en los sistemas analógicos suele producirse cierto temor e incertidumbre, respecto a la planificación, implementación y operación de los nuevos sistemas digitales que, en muchos casos tendrán que coexistir un número indeterminado de años, con los sistemas analógicos en funcionamiento desde hace décadas. Desde el punto de vista de la información a transmitir, puede decirse que la arquitectura general de los transmisores es

básicamente, la misma en el dominio analógico que en el digital y que un sistema transmisor es, en principio, transparente en el sentido de que la señal de entrada es modulada, amplificada y radiada al espacio o conducida a través de cable. El receptor debe, también en principio, comportarse de forma transparente, ya que la señal puede sufrir distintos tipos de distorsión a su paso por los diversos circuitos del transmisor y receptor, así como del medio de transmisión.

El enfoque de este trabajo se orienta en el Sistema Chiapaneco de Radio, Televisión y Cinematografía que es un organismo descentralizado del gobierno del estado de Chiapas, encargado de operar las 79 estaciones de Tv y 13 estaciones de radio, así como promover locaciones para producciones de proyectos audiovisuales autorizadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes al gobierno del estado.

El Sistema Chiapaneco de Radio, Televisión y Cinematografía (SCHRTyC) es el medio de comunicación público con una presencia en el estado del 77.36% a través de nuestra señal de televisión: Canal 10, se cubre el 84.7% de la geografía estatal.



## 1.2 Justificación

El presente proyecto tiene como justificación principal migrar de analógico a digital, teniendo en cuenta que la transmisión digital permite solucionar los problemas de calidad de imagen y sonido tradicionalmente asociados a la televisión analógica.

Las 26 estaciones repetidoras a migrar se encuentran en las zonas altos, selva y frontera del estado de Chiapas.

Ya que la mayoría de las televisoras del país cuenta con digitalización de sus equipos de transmisión, para mejoramiento de la señal de transmisión, es necesario mejorar la cobertura de las señales de televisión abierta en el SCHRTyC del estado de Chiapas, realizando así un cambio de equipos de transmisión analógico a digital para las 26 estaciones repetidoras de televisión con el fin de brindar un mejor servicio a los televidentes, ubicadas en los siguientes municipios:

1. Tumbalá
2. Amatenango del Valle
3. Chamula
4. Chenalhó
5. Huixtán
6. Palenque
7. Ocosingo
8. Las Rosas
9. San Cristóbal de las Casas
10. Tenejapa
11. Teopisca
12. Zinacantan
13. Chicomuselo
14. Comitán de Domínguez
15. Frontera Comalapa

16. La independencia
17. Maravilla Tenejapa
18. Las margaritas
19. Socoltenango
20. La Trinitaria
21. Ángel Albino Corzo
22. Benemérito de las Américas
23. Chilón
24. San Juan Cancuc
25. Motozintla
26. Siltepec

La digitalización de la tecnología trae consigo una televisión sin ruidos, interferencias, ni doble imagen. El resultado de la televisión digital son señales mucho más robustas<sup>8</sup>, asegurando de este modo la correcta recepción de los contenidos que los espectadores estén visualizando.

Esta mayor robustez es una de las ventajas fundamentales asociadas a la digitalización. A diferencia de una señal analógica en donde la imagen se degrada progresivamente a medida que la señal se ve afectada en su camino por ruido, interferencia, distorsión, etc.

Es importante mencionar que la calidad del sonido se ve beneficiada al poderse disponer de una calidad similar a la de un CD así como de bandas de sonido en diferentes idiomas como es el caso de un DVD tradicional.

Tomando en cuenta que es importante el mantenimiento preventivo y correctivo que se requieren ocasionalmente a los equipos de transmisión. Ya que es importante realizar estos tipos de manteniendo para mejorar el funcionamiento de los equipos de transmisión y así prolongar una mejor operación y vida útil de estos equipos.

Cabe mencionar que el edificio del SCHRTyC, se encuentran varias áreas de transmisión como es el área de Estudio, donde se realizan la mayoría de los programas que se transmiten por medio de la televisión abierta, al público en general. Este estudio, requiere de ser monitoreado constantemente, para evitar fallas en los equipos de audio y video ya que hay diferentes tipos de Set, lo que implica que los equipos son manipulados por sus operadores, y por el constante uso del equipo, presentan algunos inconvenientes que deben ser corregidos. El mantenimiento preventivo y correctivo aplica a esta área. Así como los programas realizados en el estudio, también son importantes los programas realizados fuera del estudio.

Otro tipo de área son las unidades móviles ya que son los encargados de transmitir los programas en vivos fuera del canal de TV, es importante darle un mantenimiento preventivo o correctivo, ya que dichas unidades cuentan con equipos de producción y un enlace de microonda para poder transmitir la señal.

Realizar transmisiones en vivo fuera del edificio del SCHRTyC, son necesarios los enlaces de microondas, donde el lugar que se requiera transmitir, se encuentre dentro de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, o a una distancia aproximada de 20 km, del edificio de canal 10.

Los enlaces de microonda requieren de un transmisor y un receptor para poder comunicarse, en otras palabras un origen y un destino. El origen, es el saber dónde estoy y el destino es hacia dónde me voy a dirigir, la comunicación para poder realizar el enlace con la mejor calidad posible. Una vez logrando el enlace de microonda, es necesario saber operar la unidad móvil con la que se va a producir el programa en vivo.

Conocer los equipos con los que se cuentan en las unidades móviles y saber las posibles fallas que puedan tener cada equipo, evitará problemas a la hora de producir un programa en vivo, ahorrará tiempo en detectar fallas en el momento de la producción y agilizará a que el programa salga en tiempo y forma.

Cada una de las unidades cuenta con equipo diferente, tanto en marcas como en

dimensiones. Los equipos que contiene cada unidad requieren de mantenimiento constante, esto con el fin de alargar la vida útil de los aparatos, y limpiarlo de impurezas que puedan ocasionar el rápido deterioro de los mismos.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Adecuar las estaciones de transmisión del sistema chiapaneco de radio y televisión en las zonas Altos, Fronteriza y Selva, para el cambio de analógico a digital e implementar dicho sistema en las instalaciones de audio, cabinas y unidades móviles para su mejor funcionamiento.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Recorridos en los 26 sitios de estación de transmisión (Tx), para su mantenimiento y diagnóstico.
- Mantenimiento y configuraciones de los receptores (Rx) y LNB.
- Orientar las antenas parabólicas para mejorar la calidad de la señal de transmisión.
- Hacer cálculos para la obtención del Patrón de Radiación de la señal Digital.
- Reconocimiento del cableado estructurado de toda la estación.
- Ajustes y control de video y audio en los estudios de transmisión.

## 1.4 Alcances y Limitaciones

El Sistema Chiapaneco de Radio, Televisión y Cinematografía, así como en otras empresa gubernamentales, llevan un cierto proceso para autorizar el presupuesto de un proyecto, ya que puede abarcar un largo periodo para su autorización, por eso, es una de las delimitaciones más grandes para no llevar a cabo todo el proyecto, que se tiene contemplado para las 26 estaciones de transmisión. Por eso solo podrá abarcar unas cuantas estaciones en el primer tanto del monto que le den a la empresa. Por falta del recurso los dispositivos digitales podrían no llegar en el transcurso de la residencia y eso ocasionaría no instalar la totalidad de las 26 estaciones de transmisión del canal 10.

La empresa no cuenta con suficiente recursos, como por ejemplo la gasolina del transporte, ya que es otra de las delimitaciones importantes al que no podamos viajar al lugar donde está ubicado algunas de las antenas de transmisión.

## 1.5 Problemas a resolver

- Identificar las fallas en los equipos.
- Reemplazar las piezas dañadas por piezas nuevas para reparación del equipo.
- Obtener la mejor calidad y máxima de las antenas y receptores satelitales.
- Restablecimiento de las estaciones repetidoras.
- Mantenimiento a los transmisores y receptores de cada área de transmisión.
- Configuraciones de los receptores cuando sea necesario.

## 1.6 Cronogramas de las actividades realizadas

| Actividad                                                                                                              | Semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                                                                        | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Reconocimiento del equipo de transmisión, instalaciones y unidades móviles del SCHRTYC                                 | X      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Recorrido de 26 sitios de transmisión para diagnóstico y predicción para la instalación de los transmisores digitales. | X      | X | X |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Instalación de equipos de transmisión digital.                                                                         |        |   |   | X | X | X | X |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Reconocimiento y etiquetado del cableado de toda la estación.                                                          |        |   |   |   |   |   | X | X |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Ajuste y calibración de las señales de satélite y sistema de modulación analógica y digital                            |        |   |   |   |   |   |   |   | X | X  |    |    |    |    |    |    |
| Ajuste de potencia efectiva.                                                                                           |        |   |   |   |   |   |   |   |   | X  | X  |    |    |    |    |    |
| Análisis del patrón de radiación.                                                                                      |        |   |   |   |   |   |   |   |   | X  | X  |    |    |    |    |    |
| Mantenimiento de antenas y líneas de Transmisión (Tx).                                                                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    | X  | X  |    |    |    |    |
| Limpieza de líneas de transmisión.                                                                                     |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | X  | X  |    |    |    |
| Revisión del deshidratador.                                                                                            |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | X  |    |    |    |
| Revisión del                                                                                                           |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | X  |    |    |    |

|                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |  |
|------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|--|
| sistema eléctrico trifásico.                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |  |
| Revisión y mantenimiento de la planta de emergencia. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |   |   |   |  |
| Simulación de planos de predicción.                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   | X |   |   |  |
| Desarrollo de pruebas de eficiencia de Transmisión.  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   | X | X |   |  |
| Elaboración de planos o mapas de cobertura.          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   | X | X |  |

## 1.7 Descripción detallada de las actividades

### 1. Reconocimiento del equipo de transmisión, instalación y unidades móviles.

Se realizará un recorrido en las instalaciones del Sistema Chiapaneco de Radio y Televisión de equipos y dispositivos de enlaces satelitales.



Figura 1.1 Cabina de audio



Figura 1.2 Máster.

## 2. Recorridos de los 26 sitios de transmisión para diagnóstico y predicción para la instalación de los transmisores digitales.

Se recorrerán las 26 estaciones que se encuentran distribuidas en el estado de Chiapas, para realizar la revisión de los equipos en las estaciones en funcionamiento y realizar el mantenimiento en el lugar o para llevar el/los equipo(s) al laboratorio a reparación.

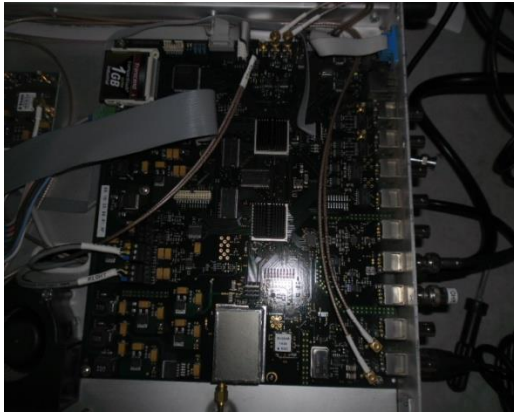


Figura 1.3 Tarjeta de software del transmisor.



Figura 1.4 Regulador de voltaje monofásico.

## 3. Instalación de equipos de transmisión digital.

Se realizará la desinstalación de los equipos analógicos y se llevará a cabo la instalación de los equipos de transmisión digital, evitando pérdida en las señales.

## 4. Reconocimiento y etiquetado del cableado de toda la estación.

Reconocer las líneas del cableado que van conectados a cada dispositivo y etiquetarlos para hacer los cambios más rápidamente en el caso de alguna falla.





Figura 1.5 Etiquetado de Cableado.

## 5. Ajuste y calibración de las señales de satélite y sistema de modulación analógica y digital.

En el área de máster se realizan verificaciones de audio y video.

Para el video se utiliza el equipo Vectorscopio, que permite calibrar la colorimetría de patrones de barras, y se utiliza como referencia para calibrar las otras señales de video que llegan al Vectorscopio, en el monitor se observa en forma de ondas y se verifica que el nivel de patrón tenga de un valor 1vpp y 40 de sincronía y 100 de Iris. Que son parámetros para el envío de la señal, que asigna la secretaria de comunicación y transporte.

Audio: se utiliza el equipo vúmetro, ahí se debe tener un nivel máximo de 1khz =0 dB en forma analógica.



Figura 1.6 Barra de Colores.



Figura 1.7 Vectorscopio.

## 6. Ajuste de potencia efectiva.

Para llevar a cabo este punto, hay que verificar que las señales recibidas de audio no tengan ruido parásito, y no existan malas conexiones de cables entre los equipos. Se realizó una revisión y mantenimiento de la línea de transmisión del transmisor a las antenas Yagi, para evitar una potencia reflejada muy alta. Y así la potencia efectiva tenga una emisión más potente, para ello tenemos que verificar las conexiones del distribuidor de RF. Tomando en cuenta lo anterior se visualiza una señal óptima, para no tener mala emisión de la señal.



Figura 1.8 Torre transmisora y antenas marca Yagi.



Figura 1.9 Transmisor amplificador.

## 7. Análisis del patrón de radiación (Huella).

Se realiza el ajuste de las antenas para asegurar que la intensidad de la radiación, la fase y la polarización sean las adecuadas para la transmisión de la señal.

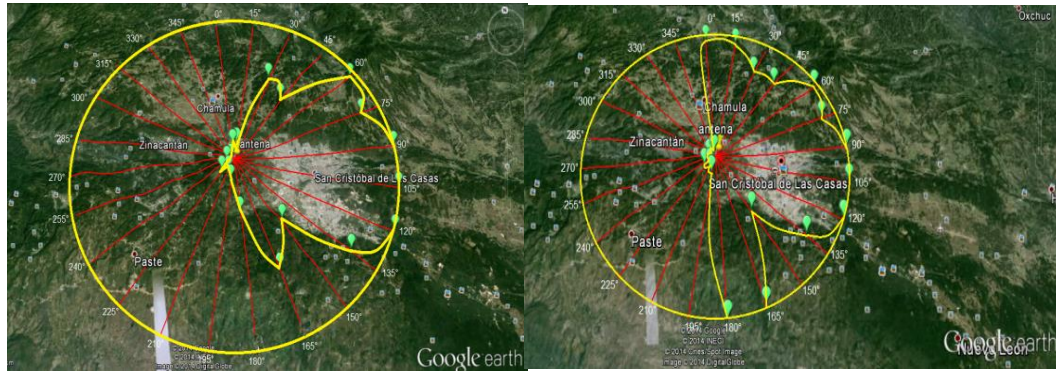


Figura 11 Patrón de Radiación Análoga.

Figura 1.10 Patrón de Radiación Digital.

## 8. Mantenimiento de antenas y líneas de Transmisión (Tx).

Se realizaron mantenimiento de sobre las líneas de transmisión y antenas, tales como:

Cambiar de lugar la antena parabólica por obstrucción de árboles, que impedía la mala recepción de señal en la antena parabólica, eso implicaba una pésima recepción de señal por parte de los televidentes.

Cambios del LNB ya que algunos de estos aparatos están expuestos al medioambiente a condiciones de mucha humedad, tiende a una rápida corrosión y eso altera el funcionamiento del LNB, provocando una mala recepción hasta la pérdida total de la señal de canal 10.

Se utilizó una grasa de silicón que permite proteger de polvo, humedad y corrosión al LNB y al cable coaxial. La grasa de silicón se aplicó en la parte interior del conector en donde se realiza la unión entre los dos conectores tipo "F" (hembra y macho). Además se realizó un aislamiento la conexión con cinta plástica para evitar humedad, polvo y corrosión, esto permite prolongar su vida útil.

Algunos receptores satelitales fueron remplazados por la variación de voltaje del LNB que dañaron a los receptores satelitales.



Figura 1.12 Cable de conexión.

#### 9. Limpieza de líneas de transmisión.

Se realizan limpieza con el deshidratador para evitar una mala emisión de señal, en la guía de ondas en donde viajan las ondas electromagnéticas, se verificaron que no tuvieran líquido en el tubo de guía de ondas, ya que los tubos están a la intemperie y se ven afectados por el cambio de clima, y lleva consigo el proceso de condensación. De ahí la importancia de hacer limpieza en la línea de transmisión.

#### 10.Revisión del deshidratador.

Se utiliza un equipo llamado deshidratador, que inyecta aire seco a presión para retirar el líquido dentro de la línea de trasmisión. También se revisan las conexiones de las válvulas del deshidratador hacia la línea de transmisión para poder llevar a cabo una limpieza óptima. Observamosel

nivel de potencia reflejada en un Display del transmisor si se observa un 10% de la potencia emitida, habrá una emisión de la señal y es necesario verificar las conexiones de la línea de transmisión.

### 11. Revisión del sistema eléctrico trifásico.

En este punto se toma en cuenta todos los equipos a utilizar para llevar a cabo la transmisión de la señal del Sistema Chiapaneco de Radio, Televisión y Cinematografía, y hacer una suma todos los voltajes de los equipos para saber cuánto se va a necesitar de voltaje y potencia para abastecer los equipos.

Se verificaron que los cables sean de calibre 0 AWG, 8 AWG, 10 AWG, para que no haya sobre calentamiento en ellos debido a la cantidad de corriente eléctrica que fluye. Se midieron con un amperímetro de gancho para balancear las fases.



Figura1.13 Amperímetro de Gancho.

### 12. Revisión y mantenimiento de la planta de emergencia.

En este punto se revisa y se enciende la planta de emergencia una vez a la semana para ver su funcionamiento. Se verifican los niveles de diésel,

aceite, checar que la batería esté cargada, darle una limpieza general y darle su mantenimiento cada 3 meses.

### **13. Simulación de planos de predicción.**

Para llevar a cabo los cálculos predictivos del patrón de radiación de los equipos de transmisión de señal digital, fue necesario utilizar una aplicación o software llamado Google Earth, con la finalidad de conocer la ubicación de las estaciones de donde se transmitirá la señal digital.

Así mismo se conoció las elevaciones sobre el nivel del mar, si no existen obstáculos que puedan interferir en el envío o recepción de señal a los equipos receptores, encada ángulo de la antena que va a estar radiando la señal.

Todas las elevaciones que se obtuvieron en la aplicación de Google Earth de algunas estaciones fueron óptimas, es decir no hubo obstáculos para radiar la señal de canal 10, como se verá en el Capítulo VI.

### **14. Desarrollo de pruebas de eficiencia de Transmisión.**

Se realizaron los cálculos de patrón de radiación basándose con las características de las de los transmisores y antenas que radian la señal, básicamente con las características de los equipos que se van a utilizar para radiar la señal digital de canal 10, como se muestra en el Capítulo V.

### **15. Elaboración de planos o mapas de cobertura.**

Se desarrollaron planos predictivos en el Software de Google Earth para obtenerlos patrones de radiación de las antenas, conforme al transmisor a utilizar. Cone llo realizamos la cobertura lo que ocupará el patrón de radiación. El patrón se muestra en el capítulo VI, en Resultados.



## CAPÍTULO II

### 2.1 Antecedentes de la empresa

El 3 de noviembre de 1973 transmite por primera vez XERA-AM, Radio Comunidad Indígena, hoy Radio Uno, desde San Cristóbal de Las Casas. Fundada para dirigirse de manera primordial a las comunidades indígenas de la región sus contenidos se divulgarán en las lenguas tzeltal, tzotzil, chol, y tojolabal.

En 1981, durante el gobierno de Juan Sabines Gutiérrez se crea la Productora de Televisión de Chiapas, TRM Canal 2, antecedente directo del Canal 10, hoy TV10 Chiapas.

Estos dos hechos marcan el nacimiento de la radio y televisión pública y gubernamental al servicio de las comunidades del estado de Chiapas.

En 1988 Productora de Televisión de Chiapas TRM Canal 2 se convierte en el Sistema Chiapaneco de Televisión. Y en 1991 se crea la paraestatal Red Radio Chiapas, S.A. de C.V. que incluye a las radiodifusoras de amplitud modulada del Gobierno del Estado.

A partir de la década de 1990 iniciarán transmisiones nuevas radiodifusoras y se instalarán nuevas repetidoras de televisión que al paso de los años darán forma a lo que después será el Sistema Chiapaneco de Radio y Televisión.

El 09 de marzo de 2001, mediante decreto publicado en el Periódico Oficial No. 24 Publicación Tomo II se crea el Sistema Chiapaneco de Radio y Televisión, organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Chiapas. A partir de esta fecha el Sistema Chiapaneco de Radio y Televisión operará 10 estaciones de radio y 1 canal de televisión.

En el 2005, en Tuxtla Gutiérrez se inauguran las nuevas instalaciones del Sistema Chiapaneco de Radio y Televisión que albergan los estudios de televisión y radio,

así como cabinas de producción, fonoteca, videoteca, salas de noticias y oficinas administrativas, como se observa en la figura.



Figura 2.1 Instalaciones del SCHRYTV

El 31 de Diciembre de 2008 se publica en el Periódico Oficial No. 135-3ª Sección el decreto que reforma la denominación y los objetivos creándose el Sistema Chiapaneco de Radio, Televisión y Cinematografía.

Acorde a su carácter de servicio público y a su compromiso con la función social de los medios TV10 Chiapas transmite una programación que incluye espacios de equidad de género, estimulación y desarrollo infantil, atención ciudadana, salud pública, cuidado del medio ambiente, impulso agropecuario, orientación educativa, atención a la tercera edad, y análisis de sucesos políticos y sociales, entre otros.

## 2.2 Organigrama de la empresa

Un organigrama es la representación gráfica de la estructura de una empresa o cualquier otra organización. Representa las estructuras departamentales y las personas que la dirigen.

A continuación la siguiente figura nos muestra las principales áreas que conforman el SCHRTVyC.



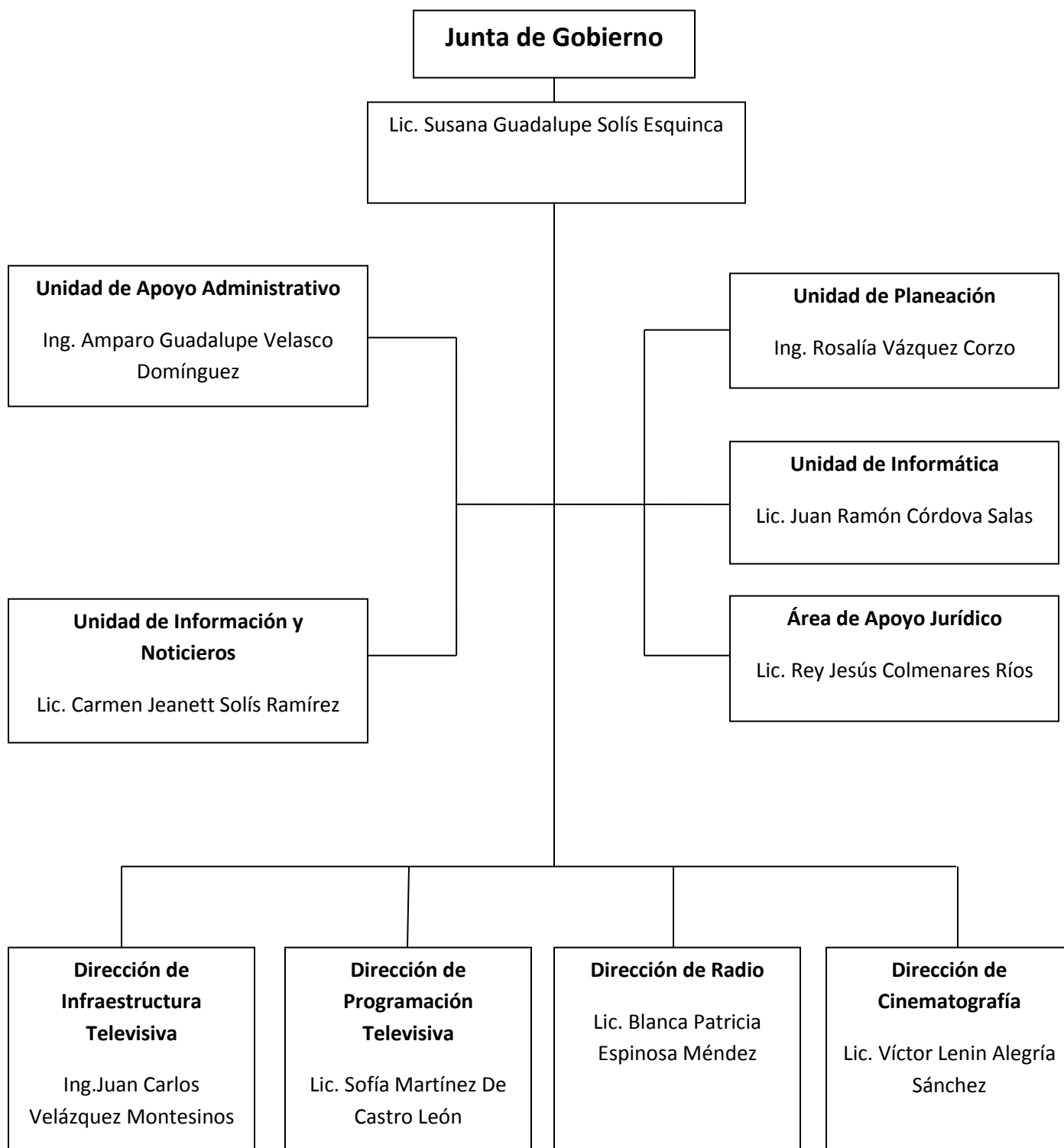


Figura 2.2 Organigrama de la empresa

## 2.3 Misión, visión y valores de la empresa

### 2.3.1 Misión

Ser un Organismo descentralizado del Gobierno del Estado, que tiene la meta de producir, coproducir y transmitir programas informativos, culturales y educativos y atraer empresas que realicen filmaciones audiovisuales. Abarcamos a todos los sectores de la población, con contenidos que impulsen el desarrollo humano de los Chiapanecos, a través de la Radio, Televisión y la promoción de locaciones cinematográficas.

### 2.3.2 Visión

Ser el Sistema de Comunicación Audiovisual reconocido a nivel nacional e internacional, que promueva la calidad de nuestros programas radiofónicos y televisivos y la diversidad de locaciones para el mercado cinematográfico, que sirva para contribuir al desarrollo social y económico del Estado de Chiapas.

### 2.3.3 Valores

- Unidad
- Responsabilidad
- Respeto
- Tolerancia
- Ética
- Autocrítica

## CAPÍTULO III

### Fundamento Teórico

#### 3.1 Antena

Una antena es un dispositivo metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas, la antena se utiliza como la interface entre un transmisor y el espacio libre o el espacio libre y el receptor, de igual forma permite la transición de las ondas guiadas a las ondas radiadas y viceversa. El circuito equivalente para una antena se muestra en la siguiente figura:

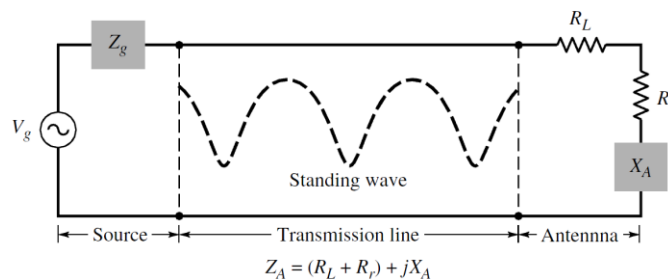


Figura 3.1 Circuito Equivalente de una Antena

La fuente es representada por un generador ideal, la línea de transmisión es representada con una impedancia característica  $Z_c$ , la antena es representada por una carga  $Z_A$  compuesta de 3 impedancias en serie:  $R_L$ ,  $R_r$  y  $X_A$ .

$$Z_A = [(R_L + R_r) + jX_A]$$

La resistencia de carga  $R_L$  representa las pérdidas por conductor y por dieléctrico.  $R_r$  es la llamada resistencia de radiación y es una resistencia ficticia utilizada para justificar la potencia que es radiada al espacio. La reactancia  $X_A$  es utilizada para representar la parte imaginaria de la radiación (potencia reactiva). En condiciones ideales se espera que la potencia generada por la fuente sea transmitida en su

totalidad a la resistencia de radiación, sin embargo esto no se logra en la práctica debido a que existen pérdidas intrínsecas por conducción y por el dieléctrico, al igual por desacoplamiento de impedancias por lo que no toda la potencia es transmitida y se generan dos tipos de ondas viajando en direcciones opuestas: ondas transmitidas de la fuente hacia la carga y ondas reflejadas en dirección contraria. Estas ondas en direcciones opuestas generan interferencia constructiva o destructiva que deriva en las llamadas ondas estacionarias. El circuito anterior se aplica tanto para la transmisión como recepción de las antenas<sup>6</sup>.

Los parámetros de las antenas se utilizan para la caracterización de las diferentes propiedades que tiene una antena específica. Estos parámetros se encuentran relacionados con la radiación que de la antena es emitida. A continuación describen los parámetros primordiales para juzgar el comportamiento de una antena.

Los parámetros principales de una antena son:

**Diagrama de radiación:** Es la representación gráfica de sus propiedades de radiación en las distintas direcciones del espacio.

Como parámetros destacables:

**Dirección de apuntamiento:** Es la de máxima radiación.

**Lóbulo principal:** Es el margen angular en torno a la dirección de máxima radiación.

**Lóbulos secundarios:** Son el resto de máximos relativos, de valor inferior al principal.

**Ancho de haz:** Es el margen angular de direcciones en las que el diagrama de radiación de un haz toma un valor de 3dB por debajo del máximo. La dirección en la que la potencia radiada se reduce a la mitad.

**Relación lóbulo principal a secundario (SLL):** Es el cociente en dB entre el valor máximo del lóbulo principal y el valor máximo del lóbulo secundario.

**Relación delante-atrás (FBR):** Es el cociente en dB entre el valor de máxima radiación y el de la misma dirección y sentido opuesto.

### 3.2 Patrón de Radiación

El parámetro más importante de las antenas es el patrón de radiación, definiéndose así como la representación espacial de la energía que es radiada por una antena y/o la representación de las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena.

Esta representación generalmente se hace para campo lejano. Su representación puede ser en cartesiano, dos dimensiones o tres dimensiones. Cuando la representación del patrón de radiación es en tres dimensiones existen dos planos sobre los cuales se grafican los puntos correspondientes a la energía radiada de la antena: el plano Azimutal y el plano de elevación.



Figura 3.2 Formas del Patrón de Radiación

El plano Azimutal es aquel que está en función del ángulo  $\phi$  ( $f(\phi)$ ) y puede verse como un plano horizontal, mientras que el plano de elevación es aquel que está en función del ángulo  $\theta$  ( $g(\theta)$ ) y puede verse como un ángulo vertical.

En dicha figura se pueden apreciar también las dimensiones para considerar el patrón de radiación de una antena (coordenadas esféricas): el radio donde se mide la radiación ( $r$ ), el diferencial del plano azimutal ( $d\phi$ ), el diferencial del plano

de elevación ( $d\theta$ ), el diferencial de área esférica ( $dA$ ) así como los vectores unitarios de las coordenadas esféricas ( $\hat{r}$ ,  $\hat{\phi}$  y  $\hat{\theta}$ ).

El patrón de radiación se puede presentar en tres formas posibles: patrón isotrópico (aquel en el cual una antena hipotéticamente sin pérdidas irradia igual energía hacia todas las direcciones), patrón direccional (la energía puede depender de la dirección angular en el plano Azimutal ( $f(\phi)$ ), en el plano de elevación ( $g(\theta)$ ) o ambos) y patrón omnidireccional (presenta un patrón no direccional en un plano y un patrón direccional en otro).

### 3.3 Patrón de Radiación de Antenas Satelitales: Huellas

El área que cubre un satélite en la Tierra depende de la localización del satélite en su órbita, su frecuencia de portadora y la ganancia de su antena. Los técnicos de satélites seleccionan la antena y la frecuencia de portadora para determinado satélite, de modo que concentre la potencia limitada de transmisión en un área específica de la superficie terrestre. La representación geográfica del patrón de radiación de la antena de un satélite se llama huella, o a veces mapa de huella.

Una huella de un satélite es la zona, sobre la superficie terrestre, desde donde el satélite puede recibir o hacia donde puede transmitir. La forma de la huella de un satélite depende de su trayectoria orbital, su altura y el tipo de antena que se use. Mientras más alto esté el satélite, podrá abarcar más superficie terrestre.

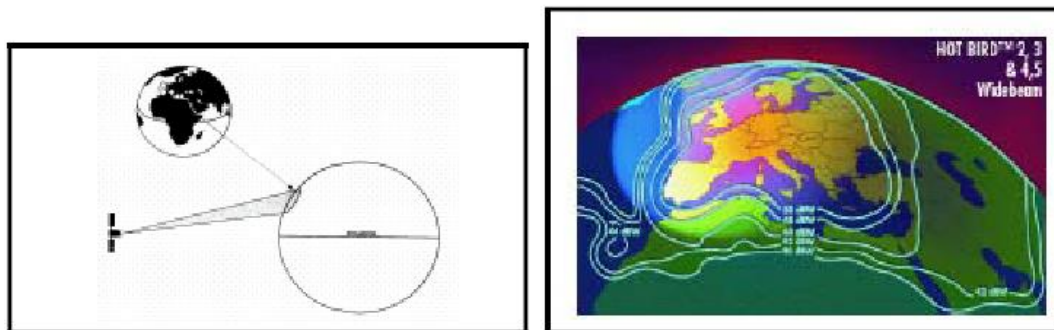


Figura 3.3 Huella del Patrón de Radiación del Satélite.

### 3.4 Líneas de transmisión

Una línea de transmisión es un cable bifilar, o de dos conductores, que conecta un transmisor con una antena o una antena con un receptor. La finalidad de la línea es conducir energía de Radio Frecuencia (RF) a una distancia deseada. Lo ideal sería conectar una antena directamente al transmisor o al receptor, pero esto no siempre es práctico. Las antenas deben localizarse en el exterior a la mayor altura posible sobre el suelo para la mejor radiación o recepción. El equipo, desde luego, suele alojarse en un edificio o un vehículo. Por lo tanto, la línea de transmisión es un enlace muy importante en un sistema de comunicaciones.

### 3.5 Propagación de ondas de radio frecuencia

#### 3.5.1 Onda de superficie

La onda de tierra o de superficie sale de una antena y viaja manteniéndose cerca de la superficie de la Tierra (Figura 3.4). De hecho, esta onda seguirá la curvatura de la Tierra y puede, por lo tanto, recorrer distancias más allá del horizonte.

La propagación de las ondas de superficie tiene mayor intensidad en los intervalos de las frecuencias bajas y medias. Es decir, dichas ondas son el encauzamiento principal para las señales de radio en el intervalo de 30 kHz a 3 MHz. Las señales pueden propagarse a cientos y, en ocasiones, miles de kilómetros a: estas frecuencias bajas. Las señales para radiodifusión en AM se propagan principalmente por ondas de superficie.

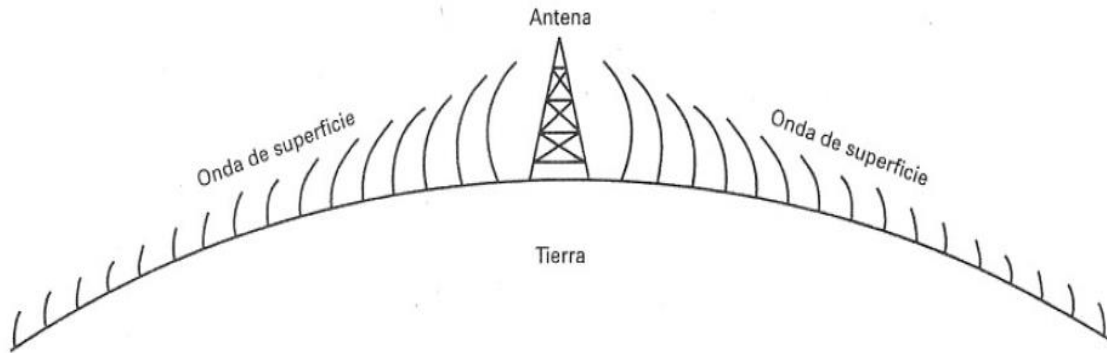


Figura 3.4 Onda de Superficie

En las frecuencias por arriba de 3 MHz, la Tierra empieza a atenuar las señales de radio. Los objetos en su superficie y los rasgos topográficos llegan a ser del mismo tamaño que la longitud de onda de la señal y, por lo tanto, absorberán o afectarán en cierto modo a la señal. Por ello, la propagación por ondas de tierra de señales superiores a 3 MHz no es significativa, excepto a varios kilómetros desde la antena.

### 3.5.2 Ondas directas

El tercer método de propagación de señales de radio es por ondas directas o de espacio. Este tipo de onda viaja en línea recta desde la antena transmisora hasta la antena receptora. La señalización por radio de onda directa también se conoce como comunicación por línea de vista. Las ondas directas no se refractan ni siguen la curvatura de la Tierra.

Debido a su carácter lineal, las ondas directas serán bloqueadas en algún punto por la curvatura de la Tierra. Las señales viajarán en forma horizontal desde la antena hasta un límite de horizonte, punto en el cual serán bloqueadas, como ilustra la figura 3.5. Si la señal se debe recibir después del horizonte, entonces la antena receptora debe tener la altura suficiente para interceptar las ondas de radio. Es evidente que el alcance de una transmisión con ondas directas se limita



a distancias más o menos cortas, y es función exclusiva de la altura de las antenas transmisora y receptora.

La fórmula para calcular la distancia entre una antena transmisora y el horizonte es:

$$d = \sqrt{2h_t} \quad (3.1)$$

Dónde

$h_t$  = altura de la antena transmisora, en pies

$d$  = distancia del transmisor al horizonte, en millas.

Para un sistema de comunicaciones completo debe considerarse la altura de la antena transmisora y la de la receptora. La distancia entre una y otra antenas está dada por la fórmula:

$$D = \sqrt{2h_t} + \sqrt{2h_r} \quad (3.2)$$

Dónde  $h_r$  es la altura de la antena receptora en pies.

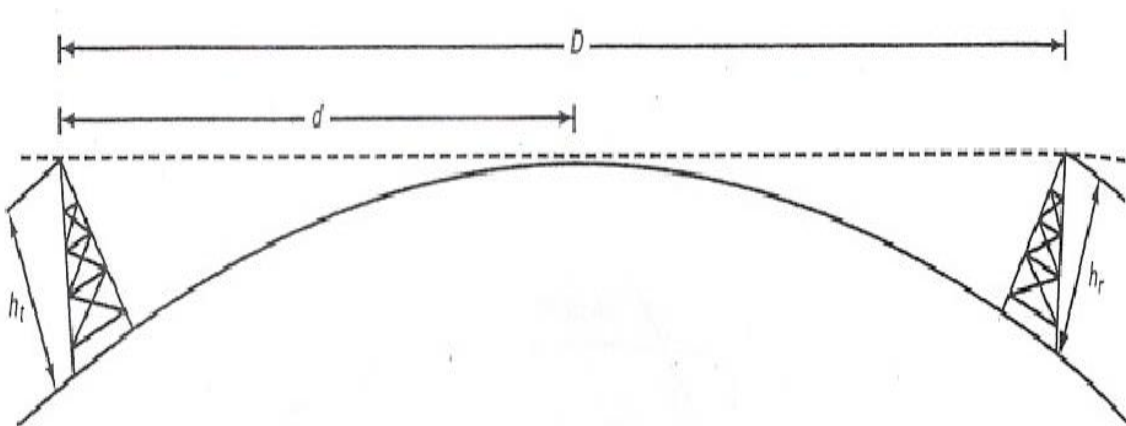


Figura 3.5 Onda Directa

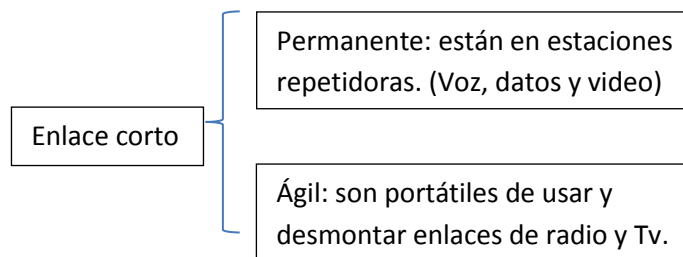
### 3.5.3 Sistema de línea de vista

La línea de vista es una regla que cumplen los enlaces de microondas (MO) para poder comunicarse deben de estarse “viendo” eléctricamente el plato del transmisor (Tx) con el plato del receptor (Rx).

En forma teórica, podemos establecer un máximo de enlaces de 120 Km en un área de la Tierra dependiendo de la curvatura de la tierra.

Para la consideración de un enlace este puede tener dos categorías:

- a) Enlaces corto, de 1 Km a 10 Km con una potencia de  $\frac{1}{4}$  de Watts.



- b) Enlaces largos: son de gran distancia desde 10 Km hasta 120 Km.

Las comunicaciones por línea de vista por ondas directas son características de la mayoría de las señales de radio con una frecuencia superior a casi 30 MHz. En particular esto es cierto para señales de VHF, UHF y microondas. Estas señales atraviesan la ionosfera y no se desvían. Las distancias de transmisión a estas frecuencias son muy limitadas. La altura de la antena es fundamental. Ahora se ve por qué las transmisiones en FM y de televisión cubren sólo distancias limitadas. Esta es la razón de que deban usarse antenas de transmisión muy altas. Los transmisores y los receptores que operan en las frecuencias muy altas suelen tener sus antenas en la parte superior de edificios altos o en montes; para incrementar en gran medida el alcance de transmisión y recepción.

### 3.5.4 Repetidoras

Existen técnicas especiales para extender el alcance de las comunicaciones en las frecuencias VHF, UHF y de microondas. La más importante es la utilización de estaciones repetidoras. La figura ilustra el concepto de una estación de ese tipo. La repetidora es una combinación de receptor y transmisor, cuya función es captar la señal de un transmisor, amplificarla y retransmitirla en otra frecuencia hacia el receptor. En general, la repetidora se localizará entre las estaciones transmisora y receptora y, por lo tanto, amplía la distancia de las comunicaciones. Las repetidoras tienen receptores bastante sensibles, transmisores de alta potencia y antenas localizadas en puntos elevados.

Las repetidoras son muy efectivas para aumentar el alcance de las comunicaciones con equipos de radio en autos y de mano. Las antenas en automóviles y camiones no tienen gran altura sobre el terreno y, por lo tanto, su alcance de transmisión y recepción es muy limitado. Sin embargo, al operar mediante una repetidora localizada en un punto elevado, el alcance de las comunicaciones puede incrementarse en forma considerable.

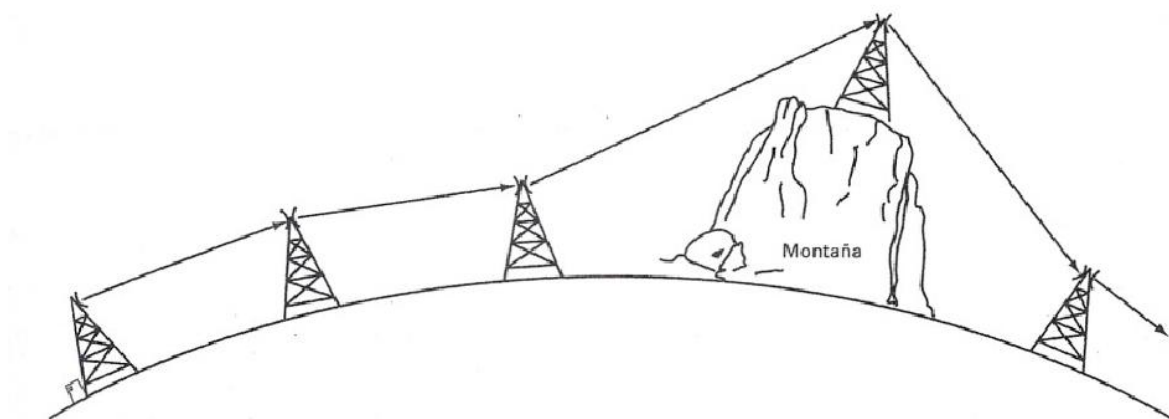


Figura 3.6 Repetidoras

Este concepto puede llevarse un paso adelante con una serie de estaciones repetidoras, como muestra la figura 3.6. Cada repetidora tiene un receptor y un transmisor. La señal original se capta, amplifica y retransmite en una frecuencia diferente, hasta una segunda repetidora que hace lo mismo. Una cadena de estaciones repetidoras puede retransmitir señales a grandes distancias. Por lo común, estas estaciones retransmisoras se localizan a distancias de 20 a 60 mi (de 32 a 96 km), principalmente en sitios elevados, para asegurar comunicaciones confiables en distancias largas. Las estaciones retransmisoras de microondas que utilizan muchas compañías telefónicas para las comunicaciones de larga distancia son claros ejemplos de estas series de repetidoras<sup>6</sup>.

La estación repetidora o retransmisora más notable es, desde luego, el satélite de comunicaciones. La mayoría de dichos satélites se localizan en una órbita geoestacionaria a 22 300 mi (35 680 km) de distancia en el espacio exterior. A esta distancia, cuando están girando alrededor del ecuador, lo hacen en sincronía con la Tierra y, por lo tanto, parecen estar estacionarios por encima de la Tierra. Actúan como estaciones repetidoras fijas. Las señales enviadas a un satélite son amplificadas y retransmitidas de nuevo a la Tierra a sitios muy lejanos. La combinación transmisor-receptor dentro del satélite se denomina transpondedor. La mayoría de los satélites tienen varios transpondedores para que sea posible la retransmisión de señales múltiples. Con una configuración así, es posible la comunicación a nivel mundial en frecuencias de microondas.

### 3.6 Microondas

Las microondas se pueden definir como aquellas ondas electromagnéticas (OEM) que se desplazan en línea recta, estas se caracterizan por poseer un elevado nivel de energía lo cual conlleva a que estas trabajen con frecuencias comprendidas entre 300 MHz y 300 GHz y por consiguiente con una longitud de onda muy corta.

El rango de las microondas incluye la banda de radiofrecuencias siguientes:

Tabla 3.1 Bandas de radio frecuencia para microondas

| BANDA                                | FRECUENCIA   |
|--------------------------------------|--------------|
| UHF (Frecuencia Ultra Alta)          | 0.3 – 3 GHz  |
| SHF (Súper Alta Frecuencia)          | 3 – 30 GHz   |
| EHF (Extremadamente Alta Frecuencia) | 30 – 300 GHz |

### 3.7 Enlaces de microondas terrestres

Una alternativa a los cables coaxiales en comunicaciones de larga distancia y gran capacidad son los enlaces de radio de microondas. Varios miles de canales de voz son ajustados a frecuencias de microondas que son transmitidas a estaciones repetidoras las cuales están separadas de 32 a 42 kilómetros. Las antenas repetidoras son puestas típicamente sobre torres, cimas y rascacielos con el propósito de que no exista ningún obstáculo durante la transmisión entre dos estaciones repetidoras.

Los enlaces de radio de microondas son costosos; sin embargo, los gastos sobre entornos coaxiales son compensados por algunas ventajas:

- Menos repetidores son necesarios para amplificar señales.
- Las distancias entre centrales son más pequeñas.
- Instalaciones subterráneas no son necesarias.
- Los canales múltiples pueden ser transmitidos sobre un solo enlace.
- Tiempos de demora mínimos.
- Interferencias mínimas.
- Menos repetidores representan el incremento en la confiabilidad y por lo tanto menos mantenimiento.

Mientras que el cable coaxial es menos propenso a la interferencia de RF (radio frecuencia), los enlaces de radio de microondas dependen principalmente de los obstáculos físicos, geográficos y climáticos; entre las estaciones de transmisión y recepción. Con el paso de los años, los trayectos de telecomunicaciones por aire se han puesto en exceso, congestionándose con señales eléctricas. Las torres de microondas en áreas metropolitanas grandes se interceptan entre sí causando la interferencia a menudo. El objetivo de los sistemas de comunicación de microondas es transmitir la información de una posición a otra sin interrupciones en el receptor. En la siguiente figura 3.7 se muestra en su forma más simple como se consigue esto.

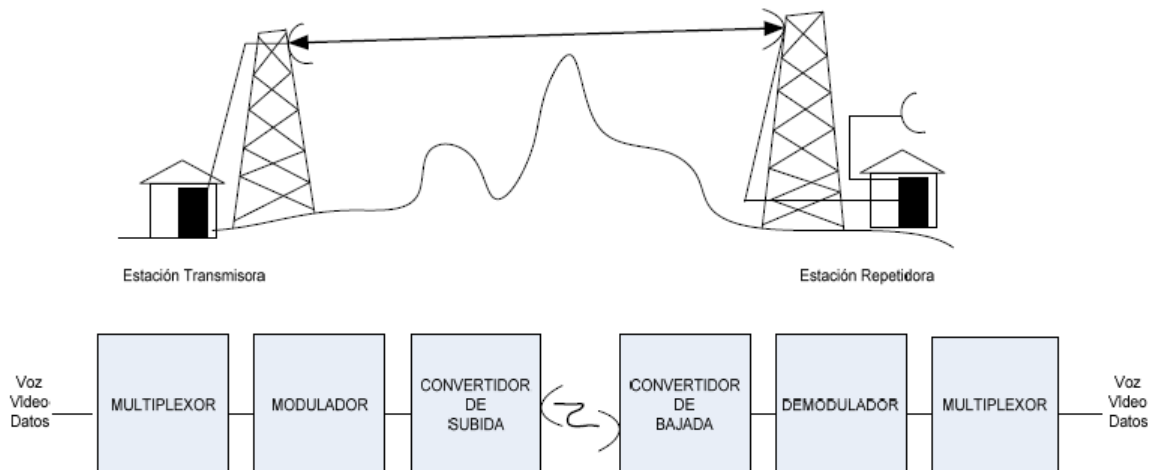


Figura 3.7 Enlace terrestre de microondas.

La voz, video y canales de datos son combinados mediante una técnica de multiplexaje, es decir, producir solamente una señal modulada a la salida y transmitirla a través de la atmósfera, para que en el receptor ocurra el proceso contrario. Las frecuencias de microondas se encuentran en el rango aproximado de 2 a 24GHz; cada frecuencia tiene determinado un espacio de canal y una velocidad de transmisión de bits.

La antena más común en las microondas es la de tipo parabólico. El tamaño típico es de un diámetro de unos 3 metros. Esta antena se fija rígidamente, y en este

caso el haz estrecho debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora.

Las antenas de microondas se sitúan a una altura apreciable sobre el nivel del suelo para con ello conseguir mayores separaciones entre ellas, y para evitar posibles obstáculos en la transmisión. Si no hay obstáculos intermedios, la distancia máxima entre antenas es:

$$d = 7.14\sqrt{Kh} \quad (Km) \quad (3.3)$$

Tabla 3.2 Características de las bandas en comunicaciones.

| Banda de frecuencia | Nombre                               | Datos analógicos      |                     | Datos digitales |                          | Aplicaciones principales                                |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|
|                     |                                      | Modulación            | Ancho de banda      | Modulación      | Velocidad de transmisión |                                                         |
| 30-300 kHz          | LF (frecuencia baja)                 | Normalmente no se usa |                     | ASK, FSK<br>MSK | 0,1 para 100 bps         | Navegación                                              |
| 300-3.000 kHz       | MF (frecuencia media)                | AM                    | Para 4 kHz          | ASK, FSK<br>MSK | 10 para 1.000 bps        | Radio<br>AM comercial                                   |
| 3-30 MHz            | HF (frecuencia alta)                 | AM, SSB               | Para 4 kHz          | ASK, FSK<br>MSK | 10 para 3.000 bps        | Radio<br>de onda corta                                  |
| 30-300 MHz          | VHF (frecuencia muy alta)            | AM, SSB;<br>FM        | 5 kHz para<br>5 MHz | FSK, PSK        | Para 100 kbps            | Televisión VHF,<br>radio FM comercial                   |
| 300-3.000 MHz       | UHF (frecuencia ultra alta)          | FM, SSB               | Para 20 MHz         | PSK             | Para 10 Mbps             | Televisión VHF,<br>microondas<br>terrestres             |
| 3-30 GHz            | SHF (frecuencia súper alta)          | FM                    | Para 500 MHz        | PSK             | Para 100 Mbps            | Microondas<br>terrestres,<br>microondas<br>por satélite |
| 30-300 GHz          | EHF (frecuencia extremadamente alta) | FM                    | Para 1 GHz          | PSK             | Para 750 Mbps            | Enlaces punto<br>a punto<br>ceranos<br>experimentales   |

Donde **d** es la distancia de separación entre las antenas expresada en kilómetros, **h** es la altura de la antena en metros, y **K** es un factor de corrección que tiene en cuenta que las microondas se desvían o refractan con la curvatura de la tierra llegando, por lo tanto, más lejos de lo que lo harían si se propagasen en línea recta.

Una buena aproximación es considerar **K = 4/3**.

El uso principal de los sistemas de microondas terrestres son los servicios de telecomunicación de larga distancia, como alternativa al cable coaxial o a las fibras ópticas. Para una distancia dada, las microondas requieren menor número de repetidores o amplificadores que el cable coaxial, pero necesita que las antenas estén perfectamente alineadas. El uso de las microondas es frecuente en la transmisión de televisión y voz.

Otro uso cada vez más frecuente es realizar enlaces punto a punto a cortas distancias entre edificios. En este último caso, aplicaciones típicas son circuitos cerrados de TV o la interconexión de redes locales.

El rango de las microondas cubre una parte sustancial del espectro electromagnético. La banda de frecuencias está comprendida entre 2 y 40 GHz. Cuanto mayor sea la frecuencia utilizada, mayor es el ancho de banda potencial, y por tanto, mayor es la posible velocidad de transmisión, en la tabla 1.4 se indican diversos valores de anchos de banda y velocidad de transmisión de datos para algunos sistemas típicos. Al igual que en cualquier sistema de transmisión, la principal causa de pérdidas en las microondas es la atenuación. Para las microondas (y también para la banda de frecuencias de radio), las pérdidas o atenuación se pueden expresar como:

$$L = 10 \log_{10} \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \quad (dB) \quad (3.4)$$

Dónde **d** es la distancia y **λ** es la longitud de onda, expresadas en las mismas unidades. Por tanto, las pérdidas varían con el cuadrado de la distancia. Pero en el cable coaxial y el par trenzado, las pérdidas tienen una dependencia logarítmica con la distancia.



Tabla 3.3 Valores de microondas digitales típicos.

| Banda (GHz) | Ancho de banda (MHz) | Velocidad de transmisión (Mbps) |
|-------------|----------------------|---------------------------------|
| 2           | 7                    | 12                              |
| 6           | 30                   | 90                              |
| 11          | 40                   | 135                             |
| 18          | 220                  | 274                             |

### 3.8 Modelo del enlace satelital

Básicamente un enlace satelital se conforma de tres etapas. Dos están ubicadas en las estaciones terrestres, a las cuales llamaremos modelos de enlace de subida o bajada y la tercera etapa estará ubicada en el espacio, donde la señal de subida cruzará por el transpondedor del satélite y será regresada a la tierra a una menor frecuencia con la que fue transmitida. En la figura 3.8 se muestra el modelo básico de un sistema satelital.

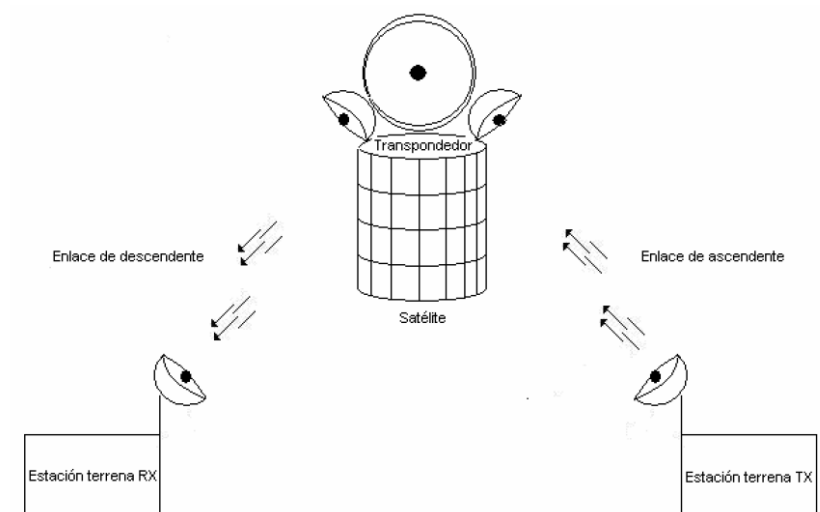


Figura 3.8 Modelo satelital

### 3.8.1 Estación terrena

Los modelos, tanto de subida como de bajada, requieren de una estación terrena, ya sea para transmitir o para recibir una señal y básicamente están compuestas de cuatro segmentos. El primer segmento es un modulador de FI para transmisión y en el caso de recepción se ocupa un demodulador de FI. La segunda etapa es un convertidor elevador de FI a microondas RF para transmisión y para la recepción un convertidor descendente de RF a FI. La tercera es un amplificador de alta potencia (HPA) para transmisión y para recepción un amplificador de bajo ruido (LNA). Por último la cuarta etapa que conforma son las antenas que conforman a la estación terrena. La figura 3.9 muestra las distintas etapas de la estación terrena.

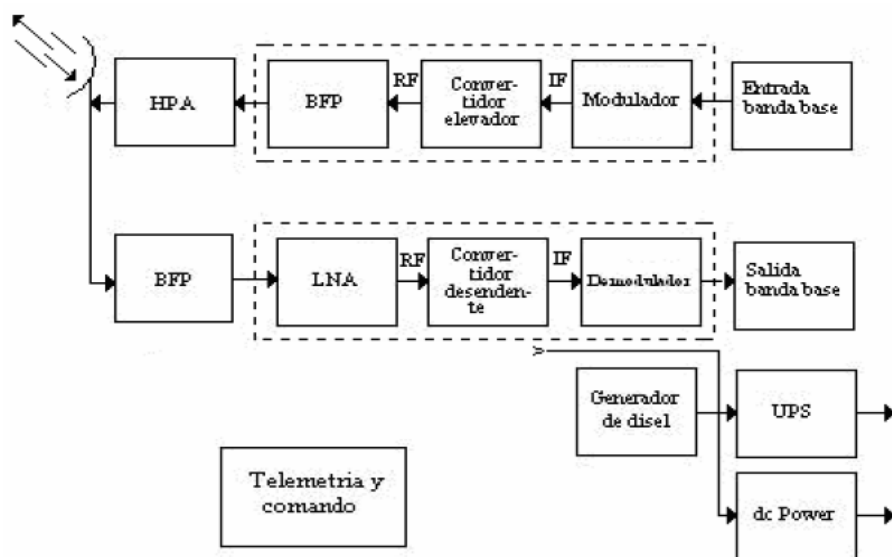


Figura 3.9 Estación terrena común

### 3.8.2 Modelo de enlace de subida

El enlace de subida consiste en modular una señal de FI en banda base a una señal de frecuencia intermedia modulada en FM, PSK y QAM, seguida por el convertidor elevador, el cual está constituido por un mezclador y filtro pasa

bandas, el cual convertirá la señal de IF a RF. Por último la señal pasará por un amplificador de potencia (HPA), el cual le dará la potencia necesaria para que la señal llegue hasta el satélite. La figura 3.10 muestra las distintas etapas de una estación terrena transmisora.

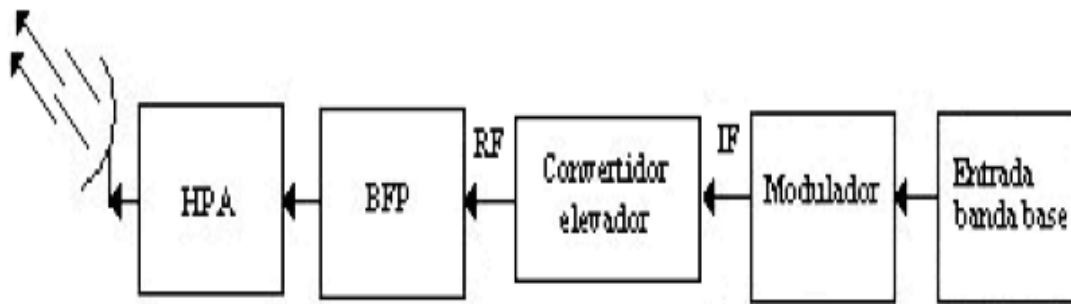


Figura 3.10 Modelo básico de subida

### 3.8.3 Transpondedor

El transpondedor está constituido por un filtro pasa bandas (BFP), el cual se encarga de limpiar el ruido que la señal adquiere en la trayectoria de subida, además de que servirá como seleccionador de canal, ya que cada canal satelital requiere un transpondedor por separado. Le sigue un amplificador de bajo ruido (LNA) y un desplazador de frecuencia, el cual tiene la función de convertir la frecuencia de banda alta de subida a banda baja de salida, después seguirá un amplificador de baja potencia el cual amplificará la señal de RF para el enlace de bajada, la señal será filtrada y regresada hacia la estación terrena. La figura 3.11 muestra el transpondedor ubicado en el satélite.

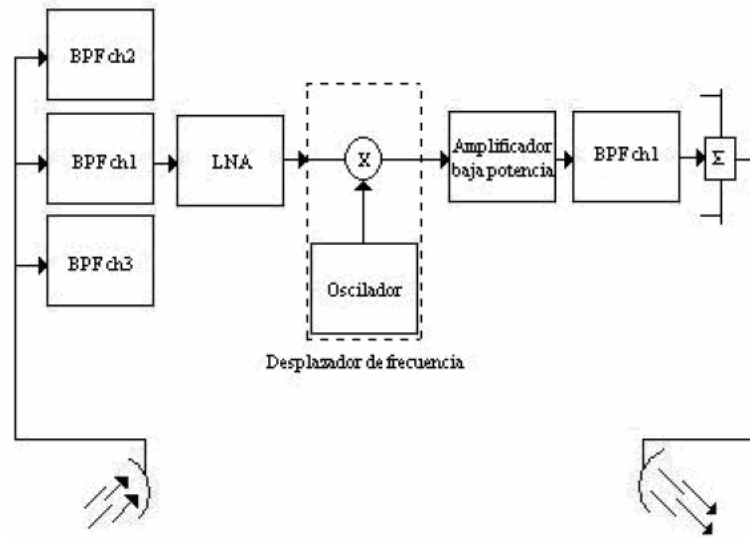


Figura 3.11 Etapas básicas de un Transpondedor

### 3.8.4 Modelo de enlace de Bajada

El receptor de la estación terrena contiene un filtro BFP, el cual limita la potencia de entrada que recibe el LNA, una vez amplificada la señal en bajo ruido la señal será descendida de RF a frecuencias FI por medio de un convertidor descendente, después la señal será demodulada y entregada en banda base. La figura 3.12 muestra las etapas de una estación terrena receptora.

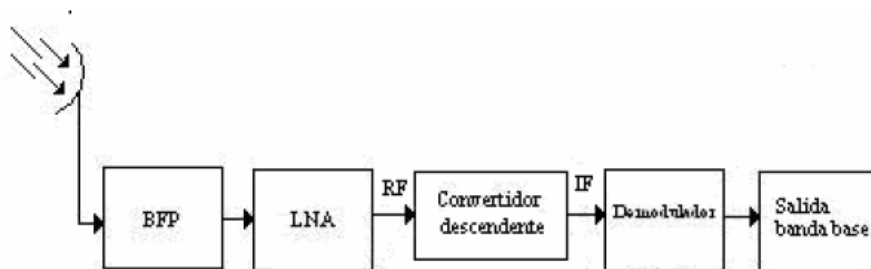


Figura 3.12 Modelo básico de bajada

### 3.8.6 Bandas de frecuencias utilizadas

Se han dispuesto, mundialmente, varias bandas de frecuencia para su uso comercial por satélite. La más común de estas consta de una banda central de 500 MHz centrada en 6 GHz en el enlace hacia arriba (hacia el satélite) y centrada en 4 GHz en el enlace hacia abajo (hacia la Tierra).

La banda de 500 MHz, en cada una de las frecuencias, esta normalmente dividida en 12 bandas, servidas por cada transpondedor, de 36 MHz de ancho de banda cada una, más 2 MHz a ambos extremos para protección (el espaciamiento entre las bandas es el responsable del ancho de banda en exceso). Cada banda de transpondedor esta, a su vez, dividida en un cierto número de canales de frecuencia, dependiendo del tipo de aplicación o de la señal que se este transmitiendo.

Las bandas de frecuencia usadas son:

*Tabla 3.4 Bandas de Frecuencias*

| Banda | Frecuencia ascendente (GHz) | Frecuencia descendente (GHz) | Problemas               |
|-------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| C     | 5,925 - 6,425               | 3,7 - 4,2                    | Interferencia Terrestre |
| Ku    | 14,0 - 14,5                 | 11,7 - 12,2                  | Lluvia                  |
| Ka    | 27,5 - 30,5                 | 17,7 - 21,7                  | Lluvia                  |

## CAPÍTULO IV

### Componentes que se utilizan en las estaciones de transmisión

#### 4.1 Satélite Eutelsat 113°



Figura 4.1 Satélite Eutelsat 113°

El EUTELSAT 113 West A (antes Satmex 6) es un satélite de comunicaciones construido para México por Space Systems Loral. El 2 de enero de 2014, Satmex fue vendida a Eutelsat cambiando su nombre a Eutelsat Américas, de esta manera toda su flota satelital cambio de nombre. El satélite fue llevado hasta su posición geoestacionaria de 113 Oeste. (Véase la Fig. 4.1).

El satélite está diseñado para tener una vida útil de 15 años. Cuenta con 50% más potencia que el Satmex 5 y mayor ancho de banda.

## 4.2 Satélite Eutelsat 117°

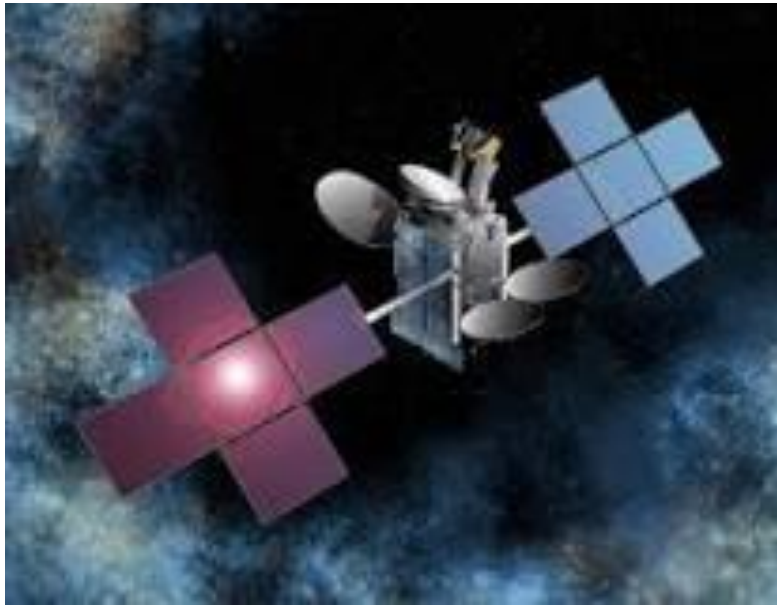


Figura 4.2 Satélite Eutelsat 117°

El **EUTELSAT 117° West A** (antes Satmex 8) es un satélite de comunicaciones construido para México por Space Systems Loral, el cual sustituyó al Satmex 5 en la órbita 116.8 Oeste.

Después de múltiples retrasos, se lanzó el 26 de marzo de 2013 en el Cosmódromo de Baikonur, Kazajistán.

### 4.3 Antena Parabólica

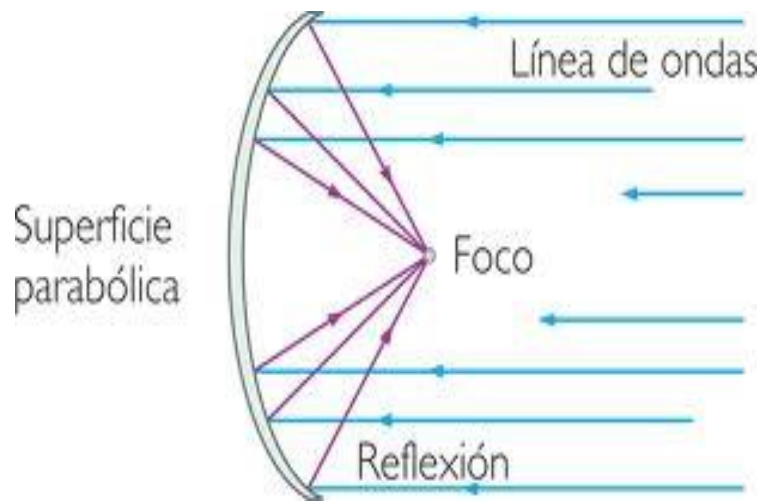


Figura4.3 Antena Parabólica

La antena es un reflector de alta ganancia que trabaja con los rangos del espectro electromagnético UHF (las siglas en inglés de "frecuencia ultra alta") y SHF (siglas en inglés de "súper alta frecuencia"). Como la radiación electromagnética de estas frecuencias es de longitud de onda corta, las antenas más pequeñas funcionan para enviar y recibir datos de única respuesta direccional.

Las antenas parabólicas funcionan bajo el concepto de reflejar la luz de forma tal de concentrarla en un punto específico. Ellas usan largos platos parabólicos que se pueden usar para concentrar las ondas electromagnéticas entrantes, ya sea para enviar o recibir datos. La función primaria del plato es simplemente coleccionar los datos. Aunque las antenas parabólicas son en general las de tipo plato, las antenas esféricas también pueden contar como parabólicas. Las antenas parabólicas en general tienen forma de plato. Dependiendo de los ángulos deseados, los materiales usados y otras propiedades, la forma puede variar desde las antenas de televisión muy parecidas a un plato, a formas bien curvas como las de enormes instalaciones de radio.



## 4.4 Cable Coaxial



Figura 4.4 Cable Coaxial

El cable coaxial, por su parte, es un tipo de cable que se utiliza para transmitir señales de electricidad de alta frecuencia. Estos cables cuentan con un par de conductores concéntricos: el conductor vivo central (dedicado a transportar los datos) y el conductor exterior, blindaje o malla (que actúa como retorno de la corriente y referencia de tierra). Entre ambos se sitúa el dieléctrico, una capa aisladora.

Los cables coaxiales fueron desarrollados en la década de 1930 y gozaron de gran popularidad hasta hace poco tiempo. Actualmente, sin embargo, la digitalización de las distintas transmisiones y las frecuencias más altas respecto a las usadas con anterioridad han hecho que estos cables sean reemplazados por los cables de fibra óptica, que tienen un ancho de banda más importante.

## 4.5 Orientación de una Antena Parabólica

Necesitamos tres datos para lograrlo: azimuth, elevación y polarización del LNB.

### 4.5.1 Azimut



Figura 4.5 Azimut de la Antena

Es la posición del plato en plano horizontal respecto del norte. Se mide en grados.

### 4.5.2 Elevación

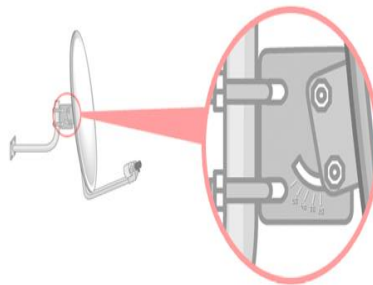


Figura 4.6 Ángulo de Elevación de la Antena

Es la inclinación en la que llega el haz de señal del satélite hasta nuestra parabólica. Se mide en grados y valiéndonos de lo que venga marcado en el soporte del plato.

### 4.5.3 Polarización

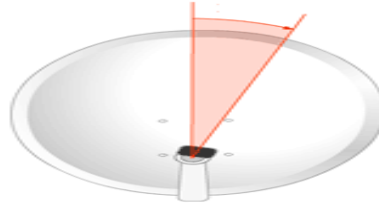


Figura 4.7 Polarización de la Antena

Es la rotación que debe tener el LNB respecto a la vertical del suelo. Se mide en grados.

## 4.6 Satélites Geoestacionarios

Los satélites geoestacionarios o geo síncronos giran en un patrón circular a una altura de 36,000Km sobre el ecuador, con una velocidad angular igual a la de la tierra. Por lo tanto, permanecen en una posición fija con respecto a un punto específico en la Tierra. Y Las coordenadas del satélite son: SATMEX 6, Latitud: 0° N, Longitud: 116.8° O.

### 4.6.1 Cálculos de la distancia y la pérdida en el espacio libre

Son las pérdidas que sufre la señal conforme se propaga en línea recta a través del espacio sin ninguna absorción o reflexión. Sabemos que nuestro satélite se encuentra sobre el Ecuador a una distancia de 36,000 Km. Y se utilizan diferentes

frecuencias de subida y bajada, para prevenir que ocurra repetición en la transmisión. Para el enlace ascendente, recordando que  $1 = 96.6$  Km.

$$\text{Latitud promedio} = L_m = \frac{Lat_{ET} + Lat_{sat}}{2} \quad (4.1)$$

$$\Delta latitud = Lat_{ET} - Lat_{sat} \quad (4.2)$$

$$\Delta longitud = Lat_{ET} - Lat_{sat} \quad (4.3)$$

$$P = (\Delta longitud) \cos(L_m) \quad (4.4)$$

$$d_1 = \sqrt{P^2 + (\Delta latitud)^2} \quad (4.5)$$

$$d = \sqrt{d_1^2 + (distancia del satélite)^2} \quad (4.6)$$

Pérdidas en el espacio libre

$$\text{FSL [dB]} = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d) = L_p \quad (4.7)$$

Dónde:

$f$  = Frecuencia de operación

$d$  = Distancia

#### 4.6.2 Potencia de transmisión y energía de bit

Los amplificadores de alta potencia usados en los transmisores de la estación terrena y los tubos de onda progresiva usados de manera normal, en el transpondedor del satélite, son dispositivos no lineales; su ganancia (potencia de salida contra potencia de entrada) depende del nivel de la señal de entrada.

$$E_b = P_t T_b \text{ en donde} \quad (4.8)$$

$E_b$  = Energía de un bitsecillo (Joules por bit)

$P_t$  = potencia total de la portadora (watts)

$T_b$ =tiempo de un bit sencillo (segundos)

O porque  $T_b=1/f_b$  es la razón de bit por segundo

$$E_b = P_t / f_b \quad (4.9)$$

### 4.6.3 Potencia Radiada Isotrópica Efectiva

Se define como una potencia de transmisión equivalente

$$EIRP = P_t - L_{bo} - L_{bf} + A_t \quad (4.10)$$

En dónde

$EIRP$ = Potencia Radiada Isotrópica Efectiva

$P_t$ =Potencia de Salida Real del Transmisor (dBW)

$L_{bo}$ =Pérdida por Respaldo de HPA (Amplificador de Alta Potencia) (dB)

$L_{bf}$ =Ramificación Total y Pérdida de Alimentador (dB)

$A_t$ =Ganancia Transmisora de la Antena (dB)

### 4.6.4 Temperatura de Ruido Equivalente

Con los sistemas de microondas terrenas, el ruido introducido en un receptor o un componente dentro de un receptor comúnmente era especificado por el parámetro de figura de ruido. En los sistemas de comunicación por satélite, es frecuentemente necesario diferenciar o medir el ruido en incrementos tan pequeños, como una décima o una centésima de un decibel. La figura de ruido, en su forma estándar, es inadecuada para cálculos tan precisos. Consecuentemente, es común usar temperatura ambiente ( $T$ ) y temperatura de ruido equivalente ( $T_e$ ) cuando se evalúa el rendimiento de un sistema satelital.

$$T = \frac{N}{KB} \quad (4.11)$$

Dónde N=potencia Total de Ruido (watts)

K=Constante de Boltzmann (Joule por grado Kelvin)= $1.38 \times 10^{-23} K^\circ$

B=Ancho de Banda (Hertz)

T=Temperatura Ambiente (grados Kelvin)

Para calcular la temperatura de ruido equivalente se tiene la siguiente ecuación:

$$NF = 1 + \frac{T_e}{T} \quad (4.12)$$

Dónde

NF=Figura de Ruido Expresada como un Valor Absoluto

$T_e$ =Temperatura de Ruido Equivalente (grados Kelvin)

T=Temperatura Ambiente (grados Kelvin)

#### 4.6.5 Densidad de ruido

Es la potencia de ruido total normalizado a un ancho de banda de 1 Hz, o la potencia de ruido presente en un ancho de banda de 1 Hz.

$$N_o \left( \frac{dBW}{Hz} \right) = 10 \log N - 10 \log B = 10 \log K + 10 \log T_e \quad (4.13)$$

Dónde:  $N_o$  = Densidad de ruido

$N$  = *potencia de ruido total*

B=Ancho de banda

K=Constante de Boltzmann

$T_e$ =Temperatura de ruido equivalente

#### 4.6.5 Relación de densidad de portadora a ruido

Es el promedio de la relación de densidad de potencia a ruido de la portadora de banda ancha. La potencia de la portadora de banda ancha es la potencia combinada del conducto y sus bandas laterales asociadas. El ruido es el ruido térmico presente en un ancho de banda de 1 Hz normalizado.

$$K(\text{dB}) = -228.6012 \text{ dBK} L_m = \text{Pérdidas misceláneas} = 0.5 \text{ dB}$$

$$\frac{C}{N_o}(\text{dB}) = EIRP - L_p + G/Te - L_m - K \quad (4.14)$$

$$= C(\text{dBW}) - N_o(\text{dBW})$$

#### 4.6.7 Relación de la densidad de energía de bit a ruido

$$\frac{E_b}{N_o}$$

Es uno de los parámetros más importantes y más usado, cuando se evalúa un sistema de radio digital. La relación  $\frac{E_b}{N_o}$  es una manera conveniente de comparar los sistemas digitales que utilizan diferentes tasas de transmisión, esquemas de modulación o técnicas de codificación.

La relación  $\frac{E_b}{N_o}$  es el producto de la relación de portadora de ruido ( $C/N$ ) y la relación de ancho de banda del ruido a tasa de bit ( $B/f_b$ ).

$$\frac{E_b}{N_o}(\text{dB}) = \frac{C}{N}(\text{dB}) + \left(\frac{B}{f_b}\right)(\text{dB}) \quad (4.14)$$

### 4.6.8 Ecuación de enlace

La ecuación de enlace se usa para analizar por separado las secciones de subida y de bajada de un sistema satelital de portadora de frecuencia de radio sencilla. Estas ecuaciones consideran solo ganancias y pérdidas ideales, así como los efectos de ruido térmico asociadas con el transmisor de la estación terrena, receptor de la estación terrena y el transpondedor del satélite.

#### 4.6.8.1 Ecuación de subida:

$$\frac{C}{N_o} = EIRPsat(dBW) - L_p(dB) + \frac{G}{T_e}(dBK^{-1} - L_u(dB) - K(dBWK)) \quad (4.15)$$

#### 4.6.8.2 Ecuación de bajada:

$$\frac{C}{N_o} = EIRPe/t(dBW) - L_p(dB) + \frac{G}{T_e}(dBK^{-1} - L_u(dB) - K(dBWK)) \quad (4.16)$$

## 4.7 LNB

El Bloque de Bajo Ruido o LNB, por sus siglas inglesas, es un dispositivo utilizado en la recepción de señales procedentes de satélites. (Figura 4.8 y 4.9)

Dado que las frecuencias de transmisión del enlace descendente del satélite (downlink) son imposibles de distribuir por los cables coaxiales, se hace necesario un dispositivo, situado en el foco de la antena parabólica, que convierta la señal de alta frecuencia (Banda Ku), en una señal de menor frecuencia, para que sea posible su distribución a través del cableado coaxial. A esta banda se le denomina Frecuencia Intermedia (FI).

El LNB ya sea de banda C o KU no es nada más que la verdadera antena del sistema. Y detrás de esa antena viene el amplificador. Es el primero de la cadena



y también el más importante porque el nivel de señal es muy débil. Dicho amplificador tiene que introducir el mínimo de ruido, como todos los circuitos electrónicos que le siguen. El caso es que el ruido nunca se atenuará, al contrario, cuando más se amplifique, más presente estará.

Si seguimos la distribución de la señal, (el LNB por dentro) veremos después del amplificador dentro del LNB, el Band Pass Filter o Filtro de Banda de Paso (BPF), que permite deshacerse de las frecuencias indeseables. Este filtro viene seguido de un mezclador (MIX), que realiza la función frecuencia BIS=frecuencia recibida, menos frecuencia del Oscilador Local (OL), además de otro filtro, el Low Pass Filter o Filtro de Bajo Paso (LPF) y de las dos etapas de amplificación final. Esta sucesión de circuitos dedicados a funciones bien definidas son otras tantas fuentes de degradación de la señal; todos ellos deben responder a dos imperativos: ruido mínimo y distorsión por ruido de fase, también mínima.



Figura 4.8 LNB.



Figura 4.9 Interior de un LNB.

## 4.8 Filtro Pasa Banda

Un **filtro paso banda** es un tipo de filtro electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto.

## 4.9 Receptor

Es el que recibe la señal en un canal de RF y, sin demodularla, la traslada a otro canal de RF, generalmente distinto al de entrada, la amplifica y la transmite nuevamente al aire. La razón de que los canales de entrada y salida en un reemisor sean diferentes, es evitar que la señal radiada por la antena transmisora se realimente a la misma frecuencia a través de la antena receptora.



Figura 4.10 Receptor marca "nfusion".



Figura 4.11 Receptor marca "TOPFIELD".

## 4.10 Parámetros de la señal

| TV 10 Chiapas © LyngSat, last updated 2014-01-05 - <a href="http://www.lyngsat.com/tvchannels/mx/TV-10-Chiapas.html">http://www.lyngsat.com/tvchannels/mx/TV-10-Chiapas.html</a> |          |           |                      |             |            |          |       |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------------------|-------------|------------|----------|-------|--------------------|
| Satellite                                                                                                                                                                        | Position | Frequency | System               | SR<br>FEC   | Encryption | Packages | Lang. | Beam<br>EIRP (dBW) |
| SatMex 8                                                                                                                                                                         | 116.8°W  | 3895 H    | DVB-S<br>MPEG-2      | 3609<br>3/4 |            |          | Sp    | C                  |
| LyngSat Stream                                                                                                                                                                   |          |           | RDSantiago<br>110713 |             |            |          |       |                    |

Figura4.12 Parámetros del Satélite

### 4.10.1 DTH (Direct To Home)

Se refiere a la transmisión de señales de radio desde un satélite directamente al domicilio del usuario, por medio de una antena parabólica de pequeño tamaño. El servicio DTH más popular es la televisión por satélite.

### 4.10.2 DVB (Digital Video Broadcasting)

Es una especificación europea de emisión digital para televisión, asociada al formato de compresión MPEG-2.

### 4.10.3 DVB-S Digital Video Broadcasting by Satellite (DVB-S)

Es un sistema que permite incrementar la capacidad de transmisión de datos y televisión digital a través de un satélite, usando el formato MPEG2. La estructura permite mezclar en una misma trama un gran número de servicios de video, audio y datos. Para transmisiones vía satélite se adopta la codificación QPSK (QuadraturePhaseShiftKeying) modulación por desplazamiento de fase.

### 4.10.4 Symbol Rate

El Symbol Rate de un canal indica la cantidad de información digital por segundo a la que se emiten los datos de dicho canal.

### 4.10.5 FEC

El Forward Error Correction, FEC, (En español, corrección de errores hacia adelante) es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original.

## 4.11 Lyngsat (Software de Simulación)

Una de las fuentes de información más importantes que le hace elogios al conocimiento, en los menesteres en que envuelve al ser humano en estos mundos de los satélites, sobre lo último en cuanto a los cambios que ocurren en el diario vivir de la programación televisiva, es provista por Lyngsat. Este nos ayuda grandemente, nutriéndonos día a día en todo el acontecer que medio este fabuloso entretenimiento. Al instante que uno hace acto de presencia en dicho lugar lo primero que encuentra es una serie de números y claves que son necesarios conocer para tener un panorama claro de su significado. De manera que estos nos sirvan de guía en nuestros propósitos de búsqueda.

Aquí les dejo un breve resume de lo que significa cada uno, primero otorgándole todo el crédito de la Guía de ACRadio un monumental icono en esto de satélite y de la cual me tome la ajena libertad de sintetizar para todos ustedes. Si le interesara la guía original al final está la misma en inglés con la explicación completa sobre el tema.

| 4140 H<br>tp 22                                                                                                                                     | abc                                            | ABC East           | A                   | NTSC          | 6.20:6.80 E            | Conus              | S Brown<br>031018            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| 4160 V<br>tp 23                                                                                                                                     |                                                | (CBS East feeds)   |                     | NTSC          | 3                      | 5                  | Conus<br>M Donnell<br>030920 |
| 4180 H<br>tp 24                                                                                                                                     |                                                | (DG Systems feeds) |                     | NTSC          |                        |                    | Conus<br>T Elliott<br>970905 |
| 1 Intelsat Americas 5 © Lyngmark Satellite, last updated 2004-07-05 - <a href="http://www.lyngsat.com/ia5.html">http://www.lyngsat.com/ia5.html</a> |                                                |                    |                     |               |                        |                    |                              |
| Intelsat Americas 5 © Lyngmark Satellite, last updated 2004-07-05 - <a href="http://www.lyngsat.com/ia5.html">http://www.lyngsat.com/ia5.html</a>   |                                                |                    |                     |               |                        |                    |                              |
| Freq.<br>Tp                                                                                                                                         | Provider Name<br>Channel Name                  | 3                  | Video<br>Encryption | 6             | SR - FEC<br>SID - VPID | NID - TID<br>Audio | Beam<br>Source<br>Updated    |
| 1<br>11749 V<br>tp 1U                                                                                                                               | BJ HomeSat                                     | 2                  | A                   | DVB<br>Irdeto | 7232 - 3/4             | 768-25600          |                              |
|                                                                                                                                                     | BJ HomeSat 3                                   |                    | A                   | Irdeto        | 4178                   | 4179 E             |                              |
|                                                                                                                                                     | BJ HomeSat 4                                   |                    | A                   | F             | 4194                   | 4195 E             | Conus                        |
|                                                                                                                                                     | BJ HomeSat 1                                   |                    | A                   | Irdeto        | 2 4146                 | 4147 E             |                              |
|                                                                                                                                                     | BJ HomeSat 2                                   |                    | A                   | Irdeto        | 4 3 4162               | 4163 E             | 7                            |
| 11796 H<br>tp 4                                                                                                                                     | (feeds)                                        |                    |                     | NTSC          | 3                      | 5                  | Conus<br>PGM<br>000125       |
|                                                                                                                                                     | Pittsburgh International<br>Telecommunications |                    | A U                 | DVB           | 20765 - 2/3            | 1-1                |                              |
|                                                                                                                                                     | NTD TV                                         |                    | A N F               | 6             | 43                     | 38 C               |                              |
|                                                                                                                                                     | Rang-A-Rang TV NY                              |                    | A F                 |               | 60                     | 61 Fa              | 5                            |
|                                                                                                                                                     | TBN US                                         |                    | A N F               | 4             | 131                    | 132 E              |                              |
|                                                                                                                                                     | TV 7 Satellite (Tunisia)                       |                    | A N F               |               | 262                    | 263 A              |                              |
|                                                                                                                                                     | Daystar TV                                     |                    | A N F               | 9             | 516                    | 516 E              |                              |
|                                                                                                                                                     | JCTV                                           |                    | A N F               |               | 1060                   | 1061 F             |                              |
|                                                                                                                                                     | Rang-A-Rang TV DC                              |                    | A F                 |               | 4085                   | 261 Fa             |                              |

Figura4.13 Contenido de la Tabla de Lyngsat.

- 1) Este nos señala la frecuencia de ese satélite, la cual, es una frecuencia baja en relación a la que normalmente usamos en nuestros sistemas de FTA. Al mismo tiempo vemos la H que nos indica que en esa frecuencia la polaridad de la señal transmitida es horizontal, y debe ser receptada por un LNB lineal.
- 2) Aquí nos señala el nombre del canal que se transmite.
- 3) En este nos da el formato de vídeo los cuales puede ser DVB, NTSC o PAL, junto a su formato de encriptación tales como Irdeto, Nagravision 2, Videoguard, etc...
- 4) Nos señala el PID Package Id, todos los paquetes de data recibidos y enviados por el satélite. Estos mantiene el tipo de data como el vídeo, y el audio.
- 5) Nos presenta el audio, en este el lenguaje se presenta con una letra, ejemplo de ello si usted ve la letra E esto significa que este canal transmite su programación en inglés.

|                                        |                                                                                     |                                          |     |                                |     |      |                   |                                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|------|-------------------|-----------------------------------|
| 12297 L<br>tp 6<br>SR 20000<br>FEC 5/6 |  | <a href="#">IFC US</a>                   | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 131 | 4642 | 4643 E            | R Hewitt<br>020622                |
|                                        |  | <a href="#">ESPN Classic USA</a>         | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 143 | 4898 | 4899 E            | R Hewitt<br>020622                |
|                                        |  | <a href="#">Toon Disney</a>              | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 174 | 4130 | 4131 E<br>4132 Sp | R Hewitt<br>020622                |
|                                        |  | <a href="#">Discovery Health Channel</a> | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 189 | 5666 | 5667 E            | R Hewitt<br>020622                |
|                                        |  | <a href="#">Fox News Channel</a>         | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 205 | 5154 | 5155 E            | R Hewitt<br>020622                |
|                                        |  | <a href="#">NASA TV</a>                  | A   | F 10                           | 213 | 5922 | 5923 E            | J Hotsenpiller<br>030910          |
|                                        |  | <a href="#">The Weather Channel</a>      | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 214 | 6690 | 6691 E            | Conus<br>J Hotsenpiller<br>030910 |
|                                        |  | <a href="#">Travel Channel (USA)</a>     | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 215 | 6178 | 6179 E            | J Hotsenpiller<br>031113          |
|                                        |  | <a href="#">QVC US</a>                   | A N | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 226 | 6946 | 6947 E            | J Hotsenpiller<br>030910          |
|                                        |  | <a href="#">HBO 2 East</a>               | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 301 | 6434 | 6435 E<br>6436 Sp | R Hewitt<br>020622                |
|                                        |  | <a href="#">HBO Signature East</a>       | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 302 | 4386 | 4387 E<br>4388 Sp | R Murdoch<br>981016               |
|                                        |  | <a href="#">Showtime East</a>            | A   | Nagravision 1<br>Nagravision 2 | 318 | 5410 | 5411 E<br>5412 Sp | R Hewitt<br>020622                |

Figura4.14Symbol Rate

- 6) En el número 6 nos da el SR (Symbol Rate) entre más alto sea, éste significara que tiene mayor cantidad de espacio para llevar data en ese transportador, en este caso para transmitir canales. El FEC (Forward Error Correction) es un cálculo interno que se hace y el cual no podemos acceso a él ya que es propio del equipo a menos que sean equipos viejos que tengan capacidad para poder modificarse manualmente.
- 7) El beam nos da la información importante donde usted tendrá o no tendrá pisada de señal de ese satélite que le interesa. Recuerde, si dice CONUS, significa Continental USA por lo cual cubrirá su región, si dice "spotbeam" significa que está apuntando a una sitio en específico y usted no tendrá acceso a esos canales por localización geográfica. Ejemplo de ello es que si usted vive en Puerto Rico solo en esta localización y países aledaños tendrán oportunidad de contactar estos canales, las demás localidades fuera de Puerto Rico no.
- 8) El "Record Update" es el nombre de la persona que actualizó la información.
- 9) Esta parte de Lyngsat nos da la accesibilidad de encontrar más información sobre ese canal que nos interesa. Haciéndole "click" encima de este nos llevará a una ventana llena de abundante información de la anterior.
- 10) EL SID o "Service Id" es el número del canal que ese proveedor le ha de haber otorgado a ese canal por ejemplo SID 300 HBO en el satélite EchoStar 7.



## 4.12 Procedimiento del modelo de bajada de la señal

- 1) Para poder bajar la señal modulada (audio y video) del satélite a la antena es necesario saber dónde se ubica el satélite y así alinearlo a la antena para su comunicación, el satélite que se usa para bajar la señal es el Eutelsat 117, para ubicar el satélite es necesario una brújula.



Figura 4.15 Ubicación del Satélite

- 2) Para poder orientar la antena es necesario tener los datos de azimuth y elevación como se mostrará más adelante, y por medio de una brújula poder ubicarlo.



Figura 4.16 Brújula

- 3) Al bajar la señal pasa primero por el LNB que es un dispositivo utilizado en la recepción de señales procedentes de satélites que convierte la señal de alta frecuencia, en una señal de menor frecuencia, para que sea posible su distribución a través del cableado coaxial. A esta banda se le denomina Frecuencia Intermedia (FI).



Figura 4.17 LNB de la Antena.

- 4) Después de pasar la señal por el LNB a través del cable coaxial se dirige hacia la entrada del receptor, en este caso usamos el receptor “nfusion” porque tiene una mayor ganancia para captar la señal del satélite. El receptor se encarga de demodular la señal en audio y video.





Figura 4.18 Receptor que capta la Señal.

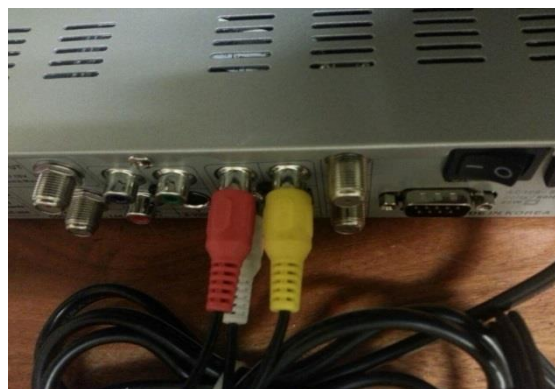


Figura 4.19 Conexión de Audio y Video en el Receptor.

- 5) Para captar la señal del satélite al receptor es necesario configurar el receptor, añadiéndole la frecuencia del canal que es 3895 MHZ y poniéndole su Symbol rate que es 3609, como se muestra a continuación la figura 4.20:



Figura 4.20 Menú del Receptor.

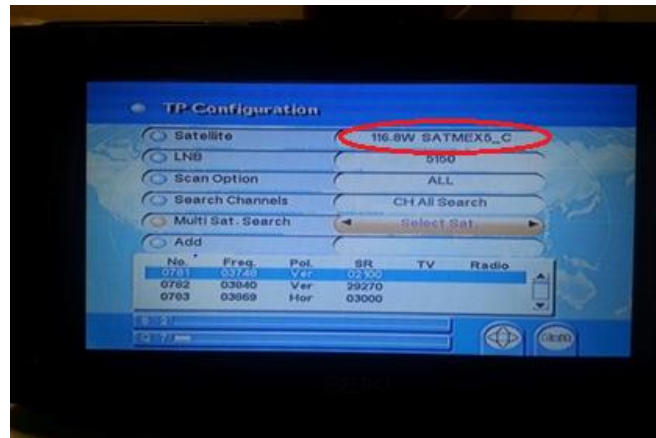


Figura 4.21 Nombre del Satélite.

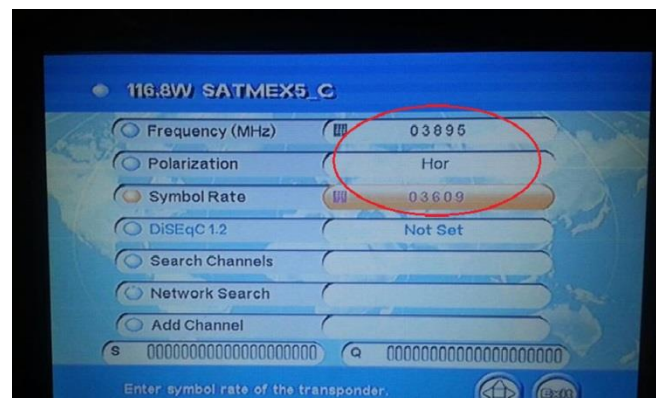


Figura 4.22 Frecuencia, Polarización y symbol Rate del Satélite.

- 6) Después de que el receptor separó la señal en audio y video. El video se dirige a un injertador de logo, este se encarga de ponerle su logotipo al video del lugar en la que se está transmitiendo la señal.



Figura 4.23 Logo de Canal 10.

- 7) El audio se dirige a una consola de audio en la que se puede bajar o subir el volumen dependiendo de cómo se encuentre la señal.



Figura 4.24 Consola de Audio.

- 8) Después el audio y video se dirigen al transmisor, este se encarga de modular la señal y amplificar su potencia.



Figura 4.25 Transmisor de la Señal.

- 9) Esta señal es enviada por el cable Heliac dirigiéndose a la antena Yagi que se encuentra arriba de una torre de transmisión.



Figura 4.26 Cable de Conexión.

10) Al llegar la señal a la antena Yagi, la antena se encarga de transmitir la señal del Canal 10 a los receptores de televisión en los hogares, teniendo en cuenta que los televidentes se encuentren dentro de su patrón de radiación de la antena, sino es así el televidente no podrá ver la señal del canal 10.



Figura 4.27 Antena Yagi.

## 4.13 Procedimiento del modelo de subida de la señal

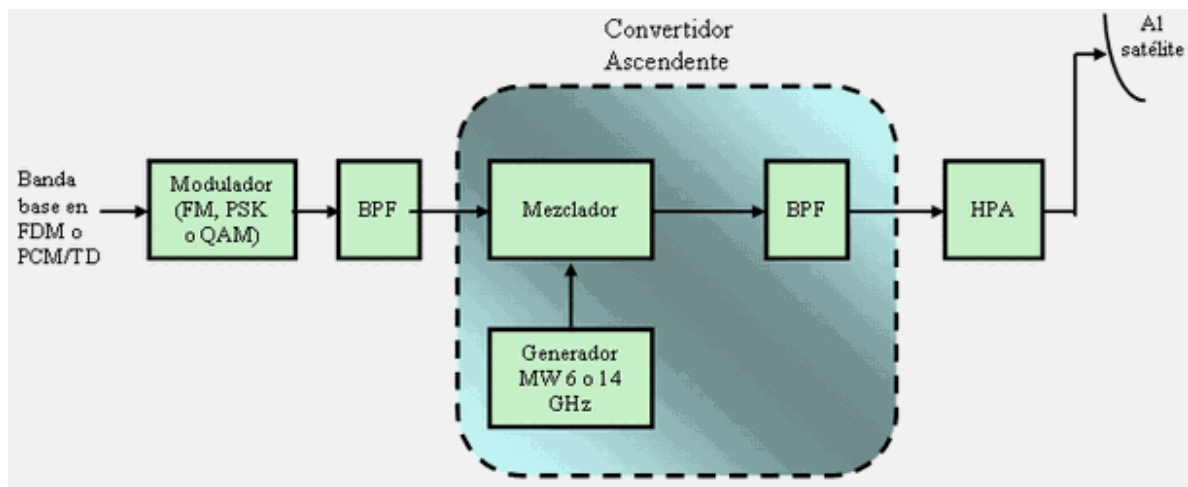


Figura 4.28 Diagrama de Bloques de un Transmisor de Estación Terrena Satelital

Para llevar a cabo el proceso de subida es importante mencionar el principal componente de un sistema satelital, que es el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de IF, un convertidor de microondas de IF a RF, un amplificador de alta potencia (HPA) y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida (por ejemplo, un filtro pasa-bandas de salida). La figura 4.28 muestra el diagrama a bloques de un transmisor de estación terrena satelital. El modulador de IF convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada en FM, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-bandas) convierte la IF a una frecuencia de portadora de RF apropiada. El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transponder del satélite. Los HPA comúnmente usados son klystrons y tubos de onda progresiva.

### 4.13.1 Modulator DVB-S

Consta de un rango de frecuencia de transmisión de banda C. Maneja un rango de potencia entre los 80 a 200 Vatios, una modulación digital QPSK, un máximo de velocidad de 17,5Mbps, formato de video NTSC (Japón y América), PAL (Europa), la entrada de video puede ser digital o análoga.



Figura 4.29 Modulador y Encoder.

### 4.13.2 Amplificador

La parte de amplificación de RF incluye al HPA (High Power Amplifier) la potencia de salida que debe tener este amplificador debe ser muy superior al valor nominal en uso.

El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transpondedor del satélite. Los tipos de HPA que existen son lo de estado sólido SSPA (Solid State Power Amplifier) son utilizados para potencias bajas o los de tubos de Vacio TWT (Travelling Wave Tube) y KPA (Klystron Power Amplifier) utilizados para potencias muy altas.





Figura 4.30 Amplificador

### 4.13.3 Sistema de transmisión

Cuando se transmite una señal de información ya sea analógica o digital vía satélite típicamente se inicia con un proceso de modulación en los módems posteriormente se aumenta la frecuencia de la señal modulada a través de los conversores de subida, posteriormente cual aumente la potencia de la señal por medio de los HPA'S, ya modulada la señal, aumentada en potencia y frecuencia es radiada en dirección del satélite por la antena transmisora. El equipo para la transmisión es:

Módem o Encoder → Convertidor de subida → Amplificador de alta potencia (HPA) → Antena transmisora

Las señales de audio y video son comprimidas y codificadas en un Encoder en formato MPEG-2. Cuando ya se tiene lista la señal es enviada al modulador. La señal de video cuando es análoga antes de codificarla pasa por un HUM el cual es el encargado de filtrar toda clase de ruido pues después de codificar la señal ya no se podrá eliminar. Y nos da una salida de FI de 3895 MHz.

**Pasos de sintonía:** Este parámetro se refiere a la frecuencia mínima que es capaz nuestro módem de registrar o sintonizar, generalmente son de 125 Hz.

**Velocidad de información:** Es la cantidad de bits de información que se acepta en el dispositivo en que se recibe la información entre el tiempo total que se requiere para la aceptación de los bits.

**FEC (Forward Error Correction):** En este tipo de corrección de error se agrega a la señal de información como una serie de bits que corresponden a un código, se asignan Fec's de  $\frac{3}{4}$ , lo que quiere decir que por cada 4 bits que se envían 3 bits son de información y un bit es de detección de error.

**Roll Off:** Es una característica de la calidad de los filtros pasa-bajos de los módems para una selección adecuada de la frecuencia de corte.

**BER (Bit Error Rate):** La tasa de bits erróneos se define como la relación entre la cantidad de bits que se reciben incorrectamente contra los bits que se transmiten.

#### 4.13.4 Convertidor de subida

El convertidor de subida es el equipo que eleva la frecuencia de la señal modulada desde el rango de frecuencia intermedia hasta el de radio frecuencia en banda C.

#### 4.13.5 Amplificadores de alta potencia (HPA):

El amplificador le proporciona a la señal modulada la potencia necesaria para llegar al satélite con el nivel adecuado para lograr el enlace, los circuitos amplificadores de alta potencia son usados de acuerdo a la potencia de transmisión y al ancho de banda que manejan. Existen tres tipos de principales de amplificadores de alta potencia que son el TWT (Traveling Wave Tube), el SSPA (Solid State Power Amplifier) y la válvula KLISTRON.



Tabla 4.1 Tipos de Amplificadores de Alta Frecuencia

| PARÁMETRO                            | KLYSTRON       | TWT'S          | FET'S          |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Circuito de amplificación</b>     | Klystron       | TWT            | GaAs FET       |
| <b>Potencia de salida</b>            | Alta           | Alta           | Baja           |
| <b>Tamaño</b>                        | Grande         | Mediano        | Pequeño        |
| <b>Peso</b>                          | Grande         | Mediano        | Pequeño        |
| <b>Ancho de banda</b>                | Decenas de MHz | Cientos de MHz | Cientos de MHz |
| <b>Enfriamiento</b>                  | Aire para Kw   | Aire para Kw   | Normal         |
| <b>Voltaje de la fuente de poder</b> | Mediano        | Alto           | Bajo           |

Gracias a los TWT se tiene un ancho de banda de amplificación grande además de que es útil para la transmisión de varias portadoras. Por otra parte el Klystron tiene un ancho de banda pequeño pero su frecuencia es ajustable a cualquier frecuencia reservada para transmisión.

#### 4.13.6 TWT

Un tubo de onda progresiva (TWT por Traveling-Wave Tube) es un dispositivo electrónico usado para amplificar señales de radio frecuencia (RF) mediante un montaje electrónico llamado amplificador de tubo de onda progresiva (TWTA).

Los TWT pueden ser de banda estrecha o de banda ancha, siendo estos últimos los más comunes, llegando hasta una octava. El rango de frecuencias se encuentra comprendido entre los 300 MHz hasta los 50 GHz. La ganancia de tensión del tubo puede llegar hasta los 70 decibelios.

El LNA es el emite las ondas electromagnéticas que después pues es reflejada por la antena parabólica.

Las ondas electromagnéticas son emitidas en forma verticalmente con una frecuencia de 5.2 GHz al satélite EUTELSAT 117.



Figura 4.31 TWT



Figura 4.32 Antena Parabólica.

## CAPÍTULO V

### Cálculos para orientar la antena parabólica del Canal 10



Figura 5.1 Antena Parabólica de Canal 10.

Para comenzar a orientar una antena parabólica, como primer paso es necesario conocer la posición en donde se encuentra el satélite con respecto a la ubicación de la estación terrena en la superficie de la tierra. Para poder continuar por lo menos se requiere el ángulo de elevación y el azimut para realizar una orientación inicial de la antena. Estos valores se pueden obtener a partir de la latitud y longitud de la estación terrena y de la longitud del satélite.

Para poder obtener la latitud y longitud de la estación terrena se pueden utilizar lo siguiente: un mapa, atlas o sistema de navegación como Google Earth.

### Ángulo de elevación

Es el ángulo vertical que se forma entre la dirección de una onda electromagnética irradiada por una antena de estación terrestre que apunta hacia el satélite y el

plano horizontal. Si el ángulo de elevación es menor, la distancia que recorre la onda a la atmósfera es mayor. Como se muestra en la figura 5.2.

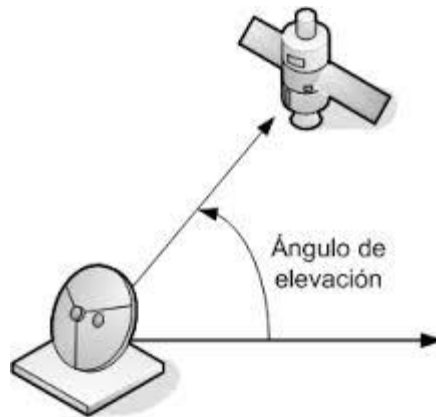


Figura 5.2 Ángulo de Elevación

Para calcular el ángulo de elevación, lo podemos obtener mediante la siguiente ecuación:

$$B = \cos^{-1} (\cos LAT \cos DLONG)$$

Dónde:

LAT= latitud de la estación terrena (5.1)

DLONG= [Long. Estación terrena – Long. Satélite]

Por otro lado, el ángulo de elevación resulta ser un parámetro muy importante, ya que determina el grado de interferencia atmosférica. Como cualquier onda propagada puede sufrir absorción y contraer ruido y mucho más si la distancia es muy grande, la onda se puede deteriorar hasta el grado de no proporcionar una calidad aceptable, por eso se considera que el ángulo mínimo aceptable son 5°.

## Azimut.

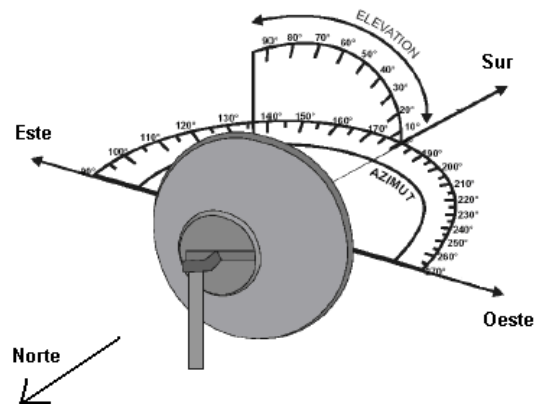


Figura5.3Azimut de la antena.

El valor del Azimut indicará el punto exacto en el que debemos fijar la antena parabólica en el plano horizontal. Este ángulo se mide desde el norte geográfico en sentido de las agujas del reloj. Hay que tener en cuenta que el polo norte geográfico, utilizado como referencia en todos los mapas.

Para obtener el valor del Azimut, se puede obtener aplicando las siguientes ecuaciones:

Dependiendo de la posición de la estación terrena con respecto al satélite se requiere hacer las siguientes correcciones:

Estación terrena al este del Satélite

$$\text{Azimut} = 180^\circ + A$$

Estación terrenal oeste del Satélite

$$\text{Azimut} = 180^\circ - A$$

Estación terrena en el hemisferio Sur:

Estación terrena al oeste del Satélite

Azimut= A

Estación terrena al este del Satélite

Azimut=  $360^\circ - A$

Se debe tomar en cuenta que el Azimut se mide con respecto al norte geográfico de la Tierra y por esto se debe hacer una corrección por desviación magnética cuando se orienta la antena parabólica utilizando una brújula.

Aplicando las ecuaciones a la práctica se presenta lo siguiente:

## 5.1 Para el SATMEX 6



Figura 5.4 Orientación de la antena al satélite Satmex 6.

Latitud:  $16.7727^\circ$

Longitud:  $-93.1281^\circ$

Longitud del satélite SATMEX 6:  $113^\circ$

Distancia del satélite SATMEX 6: 36,531 km

### 5.1.1 Cálculo del Ángulo de Elevación

$$\text{LAT} = 16.7727$$

$$\text{DLONG} = [93.1281 - 113] = -19.8719$$

$$B = \cos^{-1} (\cos (16.7727) \cos (-19.8719))$$

$$B = \cos^{-1} ((0.957457105) (0.940454948)) = 25.7833419$$

### 5.1.2 Cálculo de Azimut

NOTA: Debido a que la estación terrena se encuentra en el hemisferio norte y al este del satélite se realizó la siguiente corrección al valor de Azimut:

$$\text{Azimut} = 180^\circ + A$$

$$\text{Azimut} = 180^\circ + 51.39597325 = 231.39597325^\circ$$

### 5.1.3 Dirección del LNB

$$\text{SK} = \arctan ((\sin (\text{DLONG}))/\tan \text{LAT})$$

$$\text{SK} = \arctan ((\sin (-19.8719))/\tan 16.7727)$$

$$\text{SK} = \arctan ((-0.339918356)/0.301397969) = -48.43731652^\circ$$

## 5.2 Para el SATMEX 8



Figura 5.5 Orientación de la antena al Satmex 8.

Latitud:  $16.7727^{\circ}$

Longitud:  $-93.1281^{\circ}$

Longitud del satélite SATMEX 8:  $116.8^{\circ}$

Distancia del satélite SATMEX 8: 36,704 km

### 5.2.1 Cálculo del Angulo de elevación

LAT= 16.7727

DLONG=  $[93.1281-116.8]= -23.6719$

$B= \cos^{-1} (\cos (16.7727) \cos (-23.6719))$

$B= \cos^{-1} ((0.957457105) (0.915859613)) = 28.72979801$



### 5.2.2 Cálculo del Azimut

NOTA: Debido a que la estación terrena se encuentra en el hemisferio norte y al este del satélite se realizó la siguiente corrección al valor de Azimut:

$$\text{Azimut} = 180^\circ + A$$

$$\text{Azimut} = 180^\circ + 56.64426184 = 236.6442618^\circ$$

### 5.2.3 Dirección del LNB

$$SK = \arctan \left( \frac{\sin(DLONG)}{\tan LAT} \right)$$

$$SK = \arctan \left( \frac{\sin(-23.6719)}{\tan 16.7727} \right)$$

$$SK = \arctan \left( \frac{-0.401498653}{0.301397969} \right) = -53.10508774^\circ$$

## 5.3 Parámetros de la señal de subida

|                                                                             |                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Potencia del transmisor en la estación terrena ( $P_t$ ):                   | 125 dBW        |
| Pérdida de respaldo en la estación terrena ( $L_{bo}$ ): 2 dB               |                |
| Pérdidas de ramificación y alimentador en la estación terrena ( $L_{ra}$ ): | 3 dB           |
| Ganancia de la antena transmisora en la estación terrena ( $A_t$ ):         | 46.5 dB        |
| Pérdidas atmosféricas de subida adicionales ( $L_u$ ):                      | 0.5 dB         |
| Pérdida por trayectoria en el espacio libre ( $l_p$ ):                      | 199.6073151 dB |
| Figura de mérito $G/T_{SAT}$ del satélite:                                  | -3 dB/°K       |
| Tasa de bits ( $R_b$ ):                                                     | 80 Mbps        |
| Esquema de modulación:                                                      | <b>QPSK</b>    |

## 5.4 Parámetros de la señal de bajada

|                                                          |                |
|----------------------------------------------------------|----------------|
| PIRE del satélite:                                       | 41dBW          |
| Pérdidas atmosféricas de bajada adicionales:             | 0.5 dB         |
| Pérdida por trayectoria en el espacio libre:             | 195.5300128 dB |
| Ganancia de la antena receptora en la estación terrena:  | 40.15 dB       |
| Temperatura de ruido equivalente en la estación terrena: | 307 °K         |
| Figura de mérito $G/T_{ET}$ de la estación terrena:      | 27.12 dB/°K    |
| Tasa de bits ( $R_b$ ):                                  | 80 Mbps        |
| Esquema de modulación:                                   | <b>QPSK</b>    |

## 5.5 Para el enlace de subida de la antena de canal 10 de Tuxtla Gutiérrez

### 5.5.1 Cálculo de la distancia y la pérdida en el espacio libre

$$\text{Latitud promedio} = L_m = \frac{Lat_{ET} + Lat_{sat}}{2}$$

$$\Delta \text{latitud} = Lat_{ET} - Lat_{sat}$$

$$\Delta \text{longitud} = Lat_{ET} - Lat_{sat}$$

$$P = (\Delta \text{longitud}) \cos(L_m)$$

$$d_1 = \sqrt{P^2 + (\Delta \text{latitud})^2}$$

$$d = \sqrt{d_1^2 + (\text{distancia del satélite})^2}$$

$$L_m = \frac{16.7727^\circ}{2} = 8.38635^\circ$$

$$\Delta \text{latitud} = 16.7727^\circ - 0^\circ = 16.7727^\circ$$

$$16.7727^\circ \times \frac{96.6 \text{ Km}}{1^\circ} = 1620.24282 \text{ Km}$$

$$\Delta \text{longitud} = 116.8^\circ - 93.1281^\circ = 23.6719^\circ$$

$$23.6719^\circ \times \frac{96.6 \text{ Km}}{1^\circ} = 2286.70554 \text{ Km}$$

$$P = (2286.70554) \cos(8.38635) = 2262.254043 \text{ Km}$$

$$d_1 = \sqrt{(2262.254043)^2 + (1620.24282)^2} = 2782.621094 \text{ Km}$$

$$d = \sqrt{(2782.621094)^2 + (36704)^2} = 36809.322757 \text{ Km}$$

### 5.5.2 Pérdidas en el espacio libre

$$L_p(\text{dB}) = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

$$L_p = 32.4 + 20 \log(6228.8500) + 20 \log(36809.322757) = 199.607314 \text{ dB}$$

### 5.5.3 Potencia de transmisión y energía de bit

$$E_b = P_t T_b$$

$T_b = 1/f_b$  es la razón de bit por segundo

$$E_b = P_t / f_b$$

Expresión logarítmica

$$E_b = P_t - 10 \log f_b = 125 \text{ dBW} - 10 \log(80 \times 10^6) = 45.96 \text{ dBW/bps}$$

#### 5.5.4 Potencia radiada isotrópica efectiva

$$EIRP = P_t - L_{bo} - L_{bf} + A_t = 125 \text{ dBW} - 2 \text{ dB} - 3 \text{ dB} + 46.5 \text{ dB} = 166.5 \text{ dBW}$$

#### 5.5.5 Temperatura de ruido equivalente

$NF = 1 + \frac{T_e}{T}$  rearreglando la ecuación

$$T_e = T(NF - 1) = 307(3 - 1) = 614 \text{ K}^\circ$$

$$T_e(\text{dBK}) = 10 \log T_e = 10 \log(614) = 27.8816 \text{ dBK}$$

#### 5.5.6 Densidad de ruido

$$N_o \left( \frac{\text{dBW}}{\text{Hz}} \right) = 10 \log K + 10 \log T_e = 1.38 \times 10^{-23} + 10 \log(614) = -200.7195$$

#### 5.5.7 Relación de densidad de portadora a ruido

$K(\text{dB}) = -228.6012 \text{ dBK}^\circ$   $L_m = \text{Pérdidas misceláneas} = 0.5 \text{ dB}$

$$\begin{aligned} \frac{C}{N_o}(\text{dB}) &= EIRP - L_p + G/T_e - L_m - K \\ &= 166.5 - 199.6073151 + 3 - 0.5 - (-228.6012) = 198.49 \text{ dB} \end{aligned}$$

#### 5.5.8 Relación de portadora a ruido

$$B = \frac{Tb}{2} = \frac{80 \times 10^6}{2} = 40 \text{ Mbs}$$

$$\frac{C}{N}(\text{dB}) = \left( \frac{C}{N_o} \right) - 10 \log B = 198.49 - 10 \log(40 \text{ Mbs}) = 122.379 \text{ dB}$$

#### 5.5.9 Relación de la densidad de energía de bit a ruido

$$\frac{E_b}{N_o}(\text{dB}) = C/N(\text{dB}) + (B/T_b)(\text{dB}) = 122.37 + (10 \log(40 \text{ Mbs}/80 \text{ Mbs})) = 119.35$$

### 5.5.10 Ecuación de subida:

$$\begin{aligned}\frac{C}{N_o} &= EIRPsat(dBW) - L_p(dB) + \frac{G}{T_e}(dBK^{-1} - L_u(dB) - K(dBWK)) \\ &= 166.5 - 199.6073151 + 3 - 0.5 - (-228.6012) = 198.49dB\end{aligned}$$

## 5.6 Enlace de bajada de San Cristóbal de las Casas

### 5.6.1 Cálculo de la distancia y la pérdida en el espacio libre

$$\text{Latitud promedio} = L_m = \frac{Lat_{ET} + Lat_{sat}}{2}$$

$$\Delta latitud = Lat_{ET} - Lat_{sat}$$

$$\Delta longitud = Lat_{ET} - Lat_{sat}$$

$$P = (\Delta longitud) \cos(L_m)$$

$$d_1 = \sqrt{P^2 + (\Delta latitud)^2}$$

$$d = \sqrt{d^2 + (\text{distanciadel satellite})^2}$$

$$\text{Latitud: } 16^\circ 44' 57'' \quad \text{Longitud: } 92^\circ 40' 58''$$

$$L_m = \frac{16.4457^\circ}{2} = 8.22285^\circ$$

$$\Delta latitud = 16.4457^\circ - 0^\circ = 16.4457^\circ$$

$$16.4457^\circ \times \frac{96.6 \text{ Km}}{1^\circ} = 1588.65462 \text{ Km}$$

$$\Delta longitud = 116.8^\circ - 92.4058^\circ = 24.3942^\circ$$

$$24.3942^\circ \times \frac{96.6 \text{ Km}}{1^\circ} = 2356.47972 \text{ Km}$$

$$P = (2356.47972) \cos(8.22285) = 2332.25339 \text{ Km}$$

$$d_1 = \sqrt{(2332.25339)^2 + (1588.65462)^2} = 2821.919449 \text{ Km}$$

$$d = \sqrt{(2821.919449)^2 + (36704)^2} = 36812.31921 \text{ Km}$$

$$FSL = 32.4 + 20 \log(3895) + 20 \log(36812.31921 \text{ Km}) = 195.5300128 \text{ dB}$$

### 5.6.2 Potencia radiada isotrópica efectiva

$$EIRP = 41 \text{ dBW}$$

### 5.6.3 Relación de densidad de portadora a ruido

$$K(\text{dB}) = -228.6012 \text{ dBK}^\circ \quad L_m = \text{Pérdidas misceláneas} = 0.5 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} \frac{C}{N_o}(\text{dB}) &= EIRP - L_p + G/T_e - L_m - K \\ &= 41 - 195.5872857 + 27.12 - 0.5 - (-228.6012) = 100.63 \text{ dB} \end{aligned}$$

### 5.6.4 Relación de la portadora a señal a ruido

$$B = \frac{Tb}{2} = \frac{80 \times 10^6}{2} = 40 \text{ Mbs}$$

$$\frac{C}{N}(\text{dB}) = \left( \frac{C}{N_o} \right) - 10 \log B = 100.63 \text{ dB} - 10 \log(40 \text{ Mbs}) = 24.60 \text{ dB}$$

### 5.6.5 Relación de la densidad de energía de bit a ruido

$$\frac{E_b}{N_o}(\text{dB}) = C/N(\text{dB}) + (B/T_b)(\text{dB}) = 24.60 + (10 \log(40 \text{ Mbs}/80 \text{ Mbs})) = 21.58 \text{ dB}$$

### 5.6.6 Ecuación de bajada

$$\begin{aligned} \frac{C}{N_o} &= EIRP_e/t(\text{dBW}) - L_p(\text{dB}) + \frac{G}{T_e}(\text{dBK}^{-1} - L_u(\text{dB}) - K(\text{dBWK})) \\ &= 41 - 195.58 + 3 - 0.5 - (-228.6012) = 76.52 \end{aligned}$$

## 5.7 Actividades realizadas en las estaciones de canal 10 del estado de Chiapas

### 5.7.1 Benemérito de las Américas

Visitamos la estación que se encuentra en dicho lugar, fuimos a darles mantenimiento a los equipos siguientes: los transmisores, los receptores, consola de audio, injertador de logos, aire acondicionado, aunque por el tiempo faltó darle mantenimiento a torre.



Figura 5.6 Torre de transmisión.



Figura 5.7 Receptor Satelital, Generador de Logo, Transmisor.



Figura 5.8 Aire Acondicionado.

Al transmisor se le cambio la tarjeta de software porque estaba dañada y el regulador de voltaje estaba quemado.





Figura 5.9 Tarjeta de software del transmisor.



Figura 5.10 Regulador de voltaje.

### 5.7.2 Ocosingo

Visitamos la estación que se encuentra en Ocosingo y realizamos una prueba del equipo de transmisor amplificador y el receptor satelital para ver si estaban funcionando correctamente, ya que nos habían comentado que estaba fallando la transmisión, al mismo tiempo se estaba checando la consola de audio.



Figura 5.11 Transmisor amplificador, Receptor Satelital y Consola de Audio.

### 5.7.3 Palenque

Se visitó la estación y al llegar lo primero que se realizó fue checar en qué condiciones se encontraba cada equipo.



Figura 5.12 Consola de audio, receptor satelital, generador de logo.



Figura 5.13 Transmisor amplificador.

Se retiraron equipos de aire acondicionado que ya no enfriaba y eso provocaba que se calentaran los equipos de transmisión y se tendieran a dañarse, el regulador de voltaje se desconectó por lo que es monofásico.



Figura 5.14 Aire acondicionado.



Figura 5.15 Regulador de voltaje monofásico.

#### 5.7.4 San Juan Cancuc

En esta estación se realizó un chequeo de los equipos instalados, se quitó el equipo de transmisión para llevarlo a reparar.





Figura 5.16Equipo de transmisión.

### 5.7.5 Tumbalá

Se estuvo checando el funcionamiento de los equipos como la consola de audio y el transmisor amplificador, para ver si no tenían alguna falla.



Figura 5.17Equipo de transmisión amplificador, consola de audio y receptor satelital.



Figura 5.18 Consola de audio en funcionamiento.

### 5.7.6 Ángel Albino Corzo

Se realizó el cambio del LNB a la antena parabólica, ya que esta al momento de configurar el receptor su calidad y su señal no mostraba el 99% de su capacidad.



Figura 5.19 Cambio del LNB.



Figura 5.20 Antena parabólica y LNB nuevo.

Después de haber cambiado el LNB para obtener una buena señal en la estación del municipio de Ángel Albino Corzo se volvió a configurar el receptor satelital TOPFIELD y así poder ver la calidad y señal de la transmisión.



Figura 5.21 Receptor satelital TOPFIELD.



Figura 5.22 Configuración del receptor TOPFIELD.

### 5.7.7 Las rosas

Se realizó la instalación de la nueva consola de audio en los equipos de los receptores.



Figura 5.23 Instalación de la consola de audio.



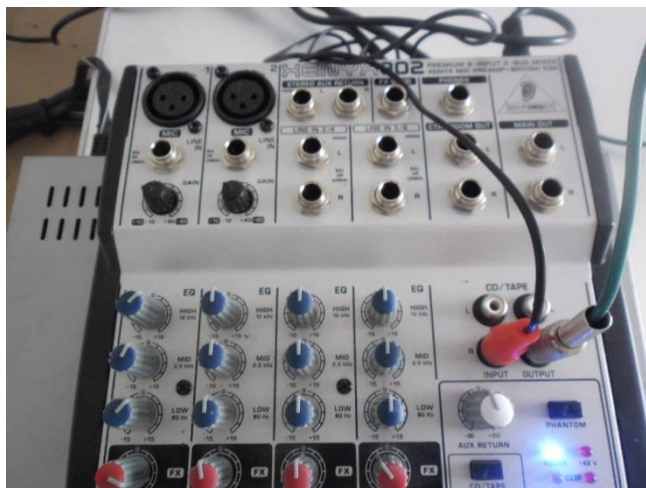


Figura 5.24 Consola de audio en funcionamiento.

### 5.7.8 Tenejapa

Se revisaron los equipos de transmisión como los receptores satelitales, la consola de audio si requerían mantenimiento, y también se revisó la torre que se encuentra en la presidencia municipal junto con las antenas para ver su buen funcionamiento.



Figura 5.25 Torre transmisora y antenas marca YAGI.



Figura 5.26 Receptor digital NFUSION y consola de audio.

## 5.8 Áreas y Proceso de Producción de la Televisión en Canal 10

Un programa inicia en el Foro de televisión, donde se origina la señal principal de video y de audio. Desde ahí se envían hacia el máster las señales de video de cada una de las tres cámaras, así como el audio de cada uno de los micrófonos en uso. Al sistema se suman señales de audio y video provenientes de otras fuentes, como la VTR, el generador de caracteres, una computadora, un reproductor de CD, etc. En el máster dichas señales son monitoreadas para su envío de salida “al aire”, de acuerdo a las indicaciones y decisión final del Director de cámaras.

El área de Foro y Máster son dos elementos indisolubles y se ubican al fondo de las instalaciones, por ser las áreas que requieren mayor aislamiento físico, acústico, climático y humano, por lo que su acceso es más restringido.

### 5.8.1 Estudios o platós de televisión



Figura 5.27 FORO DE CANAL 10 (YA ES HORA)



Figura 5.28 FORO DE CANAL 10



Figura 5.29FORO CHROMA DE CANAL 10

Espacios donde se sitúa la acción que es recogida por las cámaras, es donde se da vida al guion en un ambiente de trabajo intenso por parte de todos los participantes: staff técnico, elencos invitados. En el foro tienen lugar las escenas a

grabar de producciones formales. Lo que ahí sucede se envía a través de las líneas de video y audio hacia el máster, donde se coordina, dirige y graba la producción. Foro y máster son dos elementos complementarios, indispensables para hacer televisión.

El Foro de televisión del canal 10 está equipado y acondicionado, para su mejor utilización y aprovechamiento, con diversos equipos e implementos técnicos indispensables para la producción, tales como cámaras, sistema de iluminación, líneas de audio y video y sistema de intercomunicación con el Máster, etc.

### 5.8.2 El máster o control maestro



Figura 5.30 MASTER 1



Figura 5.31 MASTER

El Máster o sala de control maestro es el cerebro. Es el lugar, adyacente al foro, donde trabajan de manera coordinada el director (realizador) y parte del staff técnico y creativo. El director ordena y dispone de los equipos técnicos del máster y de quienes serán los operadores de dichos equipos.

El máster está integrado por dos partes bien diferenciadas: el panel de monitores y la mesa de mandos. Desde la mesa del máster se tiene acceso visual al panel de monitores y acceso físico al manejo de los equipos allí instalados. Recordemos que al máster llegan las señales de video provenientes de cada una de las

cámaras del foro, las cuales se visualizan en su monitor correspondiente antes de salir “al aire” o hacia la grabadora. De igual manera, llegan las señales de audio de los micrófonos y de otras fuentes diversas.

Cada uno de los monitores tiene una función específica, por lo que se ubican en la mesa en una posición y un orden que responden a criterios relativos a la narrativa y la continuidad audiovisual. Tres monitores que muestran las señales de video que envían cada cámara, son los monitores cámara 1, cámara 2 y cámara 3. Estos tres monitores son a la vez los ojos del director de cámaras y demás personal técnico del máster, quien se comunica con cada operador de cámara en el foro a través de las diademas, a través de las cuales da las indicaciones del encuadre (toma) que necesita que cada cámara le envíe en cada momento que transcurre de la producción. Luego, en la parte superior se ubican otros cuatro monitores. De izquierda a derecha:

Monitor de gráficos y VTR (Video Tape Recorder). Permite pre visualizar material de apoyo que es reproducido en la VTR player, gráficos y subtítulos enviados desde la computadora.

Monitor Recorder. Nos muestra la señal que está quedando grabada en la cinta de video en la VTR recorder.

Monitor Preview. Ayuda a pre visualizar la toma que tenemos preparada, lista para entrar al aire (PROGRAMA).

MONITOR DE PROGRAMA. Lo que vemos en este monitor es la señal de salida final; es como va quedando el programa (con aciertos y errores); sea para su transmisión como para grabación.



### 5.8.3 El Switcher o mezclador de video



Figura 5.32 SWITCHER 1



Figura 5.33 SWITCHER 1.1

El complemento más importante del máster es el Switcher o mezclador de video. Mediante este dispositivo electrónico el operador selecciona, de entre las diferentes señales de video, la que saldrá finalmente al Programa, utilizando los recursos técnicos y efectos digitales del mezclador para pasar de una toma a otra: corte directo, disolvencia, fundido encadenado, cortinillas, Chroma-key (“Área de chroma o reemplazo de color”), etcétera. De esta manera se pueden lograr sobreexposiciones, subexposiciones, yuxtaposición de tomas, sustitución de fondos, entre otros efectos. El Switcher permite procesar y dar diferentes tratamientos a las imágenes (video y gráficos) para enriquecer sus aspectos visuales y ser más espectaculares.

El Switcher es un equipo electrónico bastante complejo en producción de televisión, por lo que su manejo y dominio absoluto requiere de un curso especializado y un manual completo exclusivamente para aprender a utilizarlo al cien por ciento.

### 5.8.4 Control de audio



Figura 5.34 CONTROL DE AUDIO 1



Figura 5.35 CONTROL DE AUDIO

En la producción de televisión, el audio es tan importante como la imagen. Ambos elementos, imagen y sonido, forman un binomio indisoluble en el proceso de comunicación informativa y noticiosa de este medio audiovisual. Sin embargo, cuando hablamos de audio no nos estamos refiriendo solo a las voces provenientes del estudio, sino a todo lo que constituye lo que se conoce como Banda sonora.

### 5.8.5 La banda sonora

La cámara, registra y envía solamente la señal de video hacia el máster a través de los cables o líneas de video. Del mismo modo, los sonidos que se generan en el foro son captados por los micrófonos y enviados por separado hacia la consola a través de otro tipo de cables conocidos como líneas de audio. En la consola se ecualizan, regulan y mezclan cada una de estas señales. La voz es el principal elemento de la banda sonora, la que se complementa con la música y los efectos sonoros; audios, estos, que provienen de otras fuentes: el reproductor de CD, el reproductor de video, la computadora, entre otras. La banda sonora posee otras características, como intensidad, tono y timbre.

### 5.8.6 Las líneas de audio

Antes de abordar el tema de los micrófonos es necesario conocer acerca de las líneas de audio; no son otra cosa que los cables o extensiones a los cuales se conectan los micrófonos, cualquiera que sea su tipo; A través de estos cables viaja el audio hasta el máster. Estas líneas de audio se utilizan tanto con micrófonos alámbricos como inalámbricos.

El tratamiento y control del sonido se hace en la consola o mezcladora de audio. Aquí se tratan por separado los parámetros técnicos (ecualización, niveles, estética, etc.) de las diferentes señales de audio procedentes de diversas fuentes sonoras. Los controles que se realizan con la consola de audio son: la ecualización (tratamiento de graves y agudos); el nivel de salida (volumen) de audio de cada canal; El operador de la consola puede actuar sobre cada señal (canal) por separado efectuando una mezcla final de salida debidamente ecualizada y al nivel adecuado.

Durante una producción es muy importante que exista una buena comunicación entre el operador de la consola de audio y los microfonistas en el foro, con el objeto de identificar perfectamente qué conductor y/o invitados portan cada micrófono, que, están conectados a las líneas de audio debidamente numeradas. También deberán hacer previamente, pruebas de voz para ecualizar y establecer el volumen de cada uno. Para ello existe una bocina o monitor de audio en el máster a fin de que todo el personal de producción en esa área pueda escuchar cómo está quedando la banda sonora (mezcla de audios).



### 5.8.7 Sistema de Intercomunicación



Figura 5.36 DIADEMA DE COMUNICACION

Cuentan con un eficaz sistema de intercomunicación a través de diademas y una estación de control general. Ésta permanece en el máster con una diadema, para el director de cámaras, mientras que las otras tres son utilizadas en el foro por cada uno de los camarógrafos. Su uso y función es de vital importancia, ya que es el enlace entre los operadores de cámara en el foro y el director de cámaras que se encuentra en el máster.

Es de la mayor importancia no sólo contar con un sistema de intercomunicación, sino que se dé una eficaz comunicación verbal entre máster y foro; que el director de cámaras sea claro y preciso en lo que pide a sus camarógrafos y que éstos a su vez dominen la terminología del medio; que exista un lenguaje común, que todos entiendan, y que los camarógrafos conozcan también este argot técnico. Por ejemplo, el director de cámaras puede pedir a uno de los camarógrafos “dame un over-the-shoulder”, y si el camarógrafo no conoce la expresión técnica, no podrá ejecutarla. ¿Qué hace entonces el director de cámaras? Explicarle con otras palabras; pero para entonces ya se fue el momento para esa toma. Esto que se conoce como argot o términos técnicos.

### 5.8.8 El reloj de autocontrol



Figura 5.37RELOJ DE PARED

Finalmente, y aunque parece insignificante, el reloj de pared es de gran ayuda para la continuidad y ritmo de la producción de un programa. El guión o escaleta nos va indicando los tiempos de cada segmento de programa, así como las idas a corte y regresos. El reloj viene a ser nuestro celoso vigilante, a la vez que un inexorable dictador cuyo paso debemos seguir escrupulosamente. También ayuda a llevar el autocontrol y disciplina de los participantes, para comenzar y terminar puntualmente.

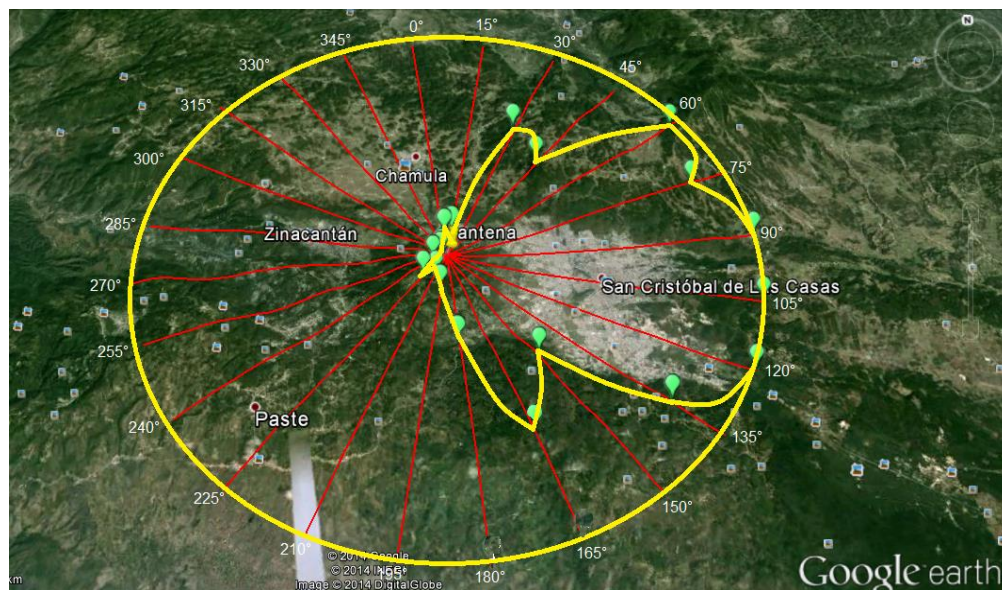
## CAPÍTULO VI

### Resultados (Planos, Gráficos, Prototipos y Programas)

#### 6.1 Ubicación geográfica y características analógicas de la estación de San Cristóbal de las Casas.

- Canal asignado: **9**
- Altura máxima de la torre: **100 mts.**
- Tipo de la torre: **AT-90/ triangular**
- Marca del transmisor: **HARRIS**
- Tipo de Frecuencia: **VHF**
- Frecuencia: **300MHz**
- POT. TX. Analógica requerida: **1Kw**
- PIRE (KW): **5.7 Kw**
- Antenas: **Yagi**
- Patrón: **Direccional**
- Altura msnm: **2750**
- ACR (Altura del Centro Radioeléctrico): **2850**
- Ubicación de la estación: **Cerro Huitepec (caseta-tv10), LN 16°44'57" LW 92°40'58"**

De acuerdo a la ubicación de la estación de San Cristóbal de las Casas, a continuación se presenta la huella del patrón de radiación en el sistema analógico, la cual nos muestra que tanto radian las antenas, de acuerdo a como se presente la zona terrena.



## 6.2 Ubicación geográfica y características digitales de la estación de San Cristóbal de las Casas.

- Canal asignado: **48**
- Altura máxima de la torre: **100 mts.**
- Tipo de la torre: **AT-90/ triangular**
- Marca de transmisor: **EUROTEL**
- Tipo de Frecuencia: **UHF**
- Frecuencia: **677 MHz**
- Ganancia (dB): **12.81 dB**
- POT. TX. Digital requerida: **1Kw**
- PIRE (KW): **5.7kw**
- Antenas: **Tipo panel**
- Patrón: **Omnidireccional**
- Altura msnm: **2750**
- ACR(Altura del Centro Radioeléctrico): **2850**
- Ubicación de la estación: **Cerro Huitepec (caseta-tv10), LN 16°44'57" LW 92°40'58"**

Para conocer el PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente) de la antena, a continuación se muestra la ecuación, para poder calcularla:

$$PIRE: \Delta t * Pr$$

Dónde

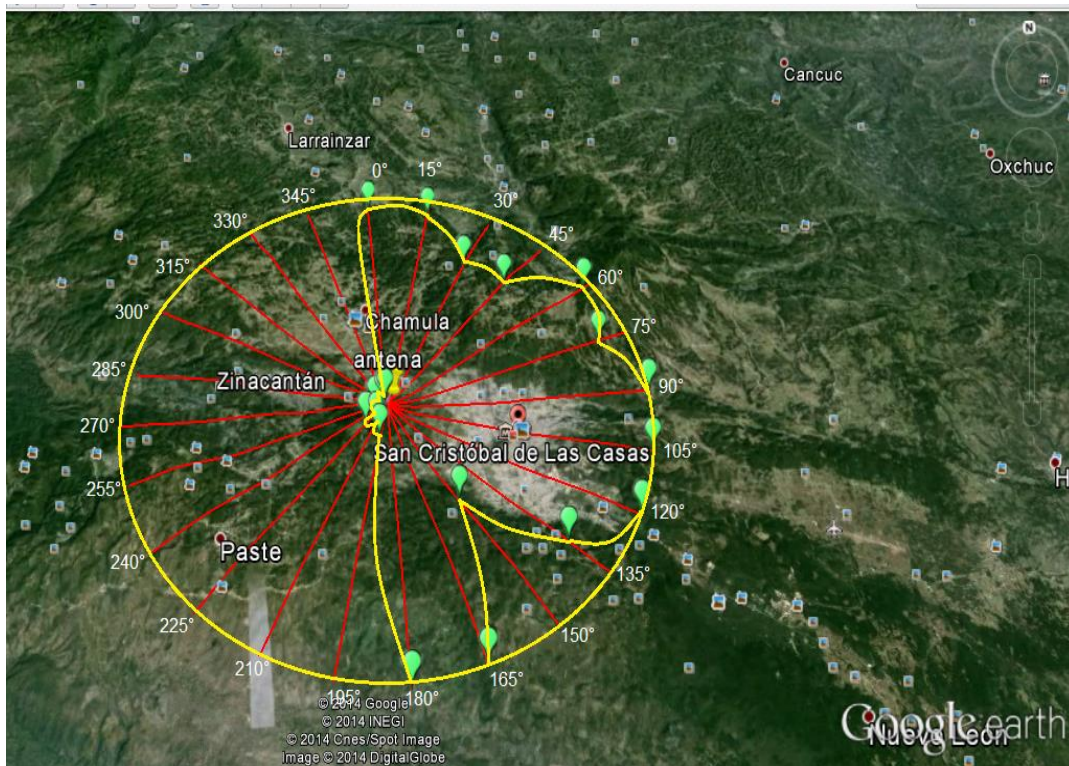
PIRE: Potencia Isotrópica Radiada Equivalente

$\Delta t$ : Ganancia de la antena sin unidades

Pr: Potencia radiada (Kw)

$$PIRE: 5.5 * 1k = 5.5 \text{ Kw}$$

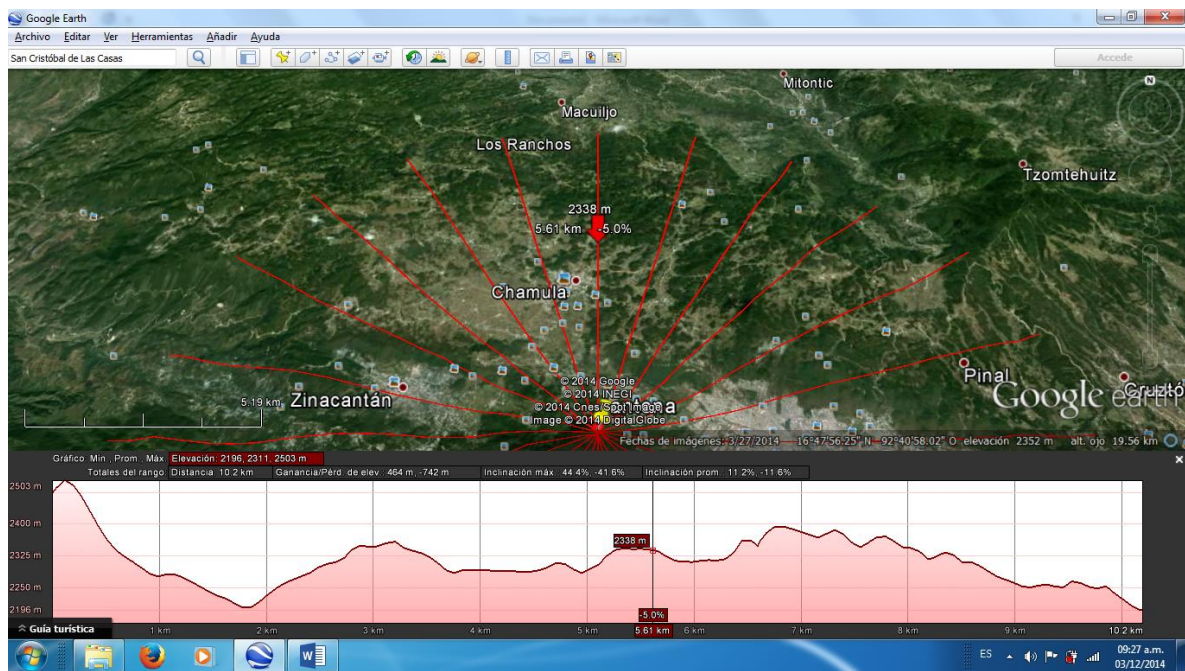
De acuerdo a la ubicación de la estación de San Cristóbal de las Casas, a continuación se presenta la huella del patrón de radiación con el nuevo sistema digital, que nos muestra que tanto radian las antenas tipo panel, de acuerdo a como se presente la zona terrena.



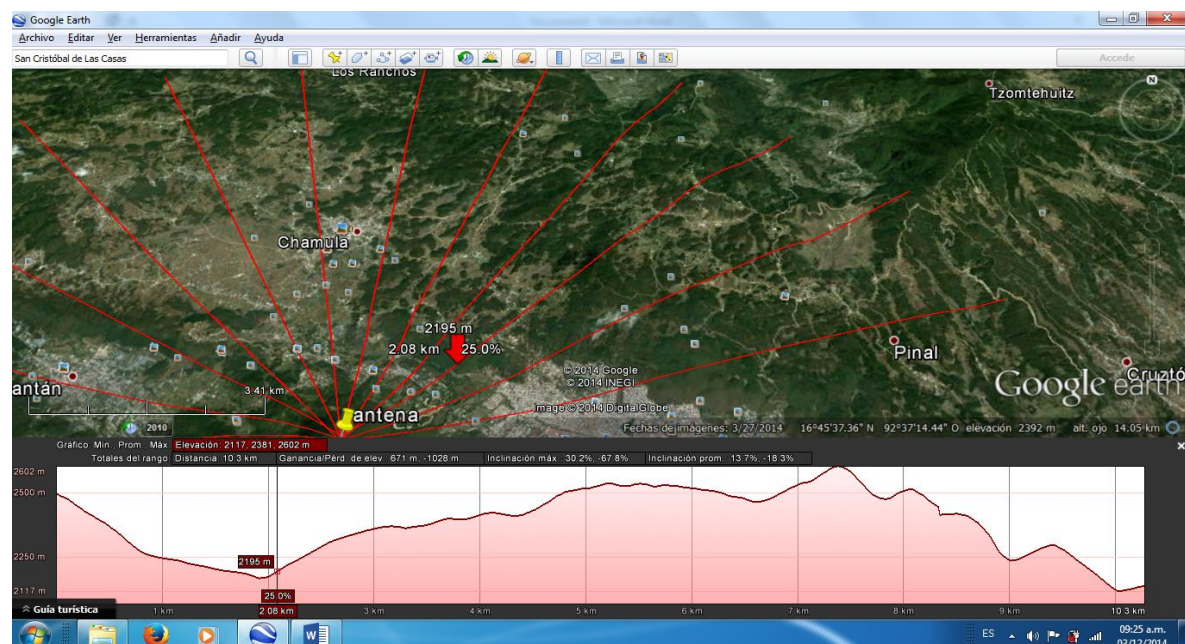


A continuación se muestran los perfiles de elevación de diferentes puntos que se realizaron con la ayuda de la aplicación de Google Earth, para poder observar en qué condiciones se encuentran las zonas terrenas si tienen montañas o cerros, para así poder ver en qué partes de dicho lugar pueden obtener una mejor señal.

Elevación a 0° grados.

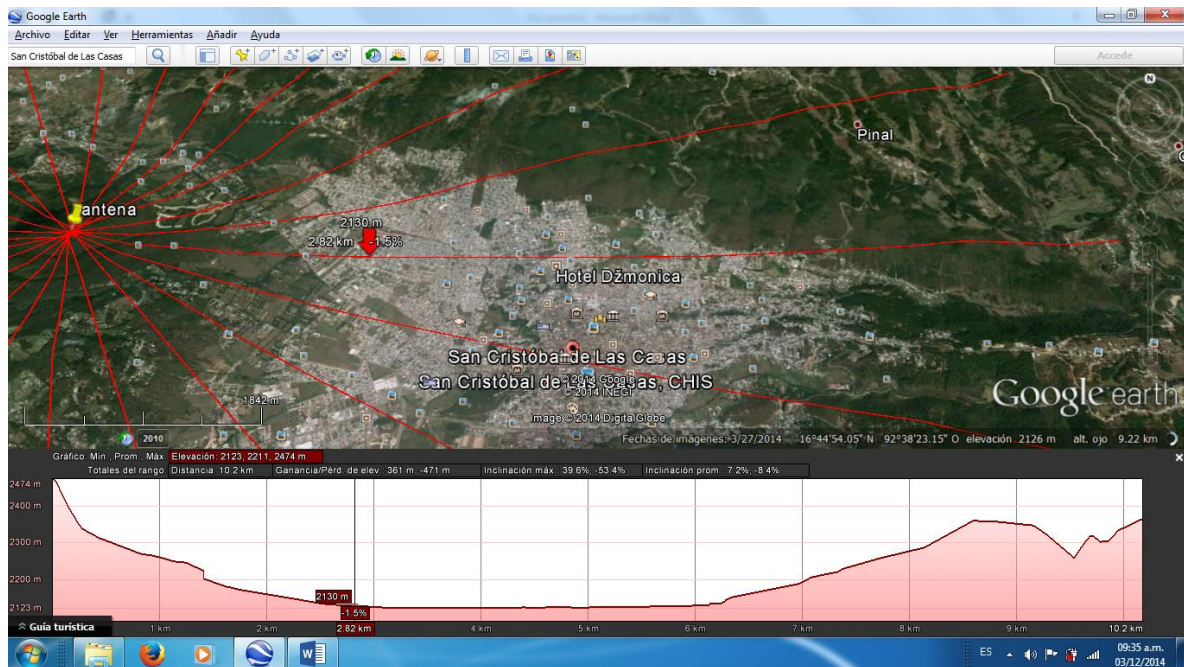


Elevación a 45° grados.

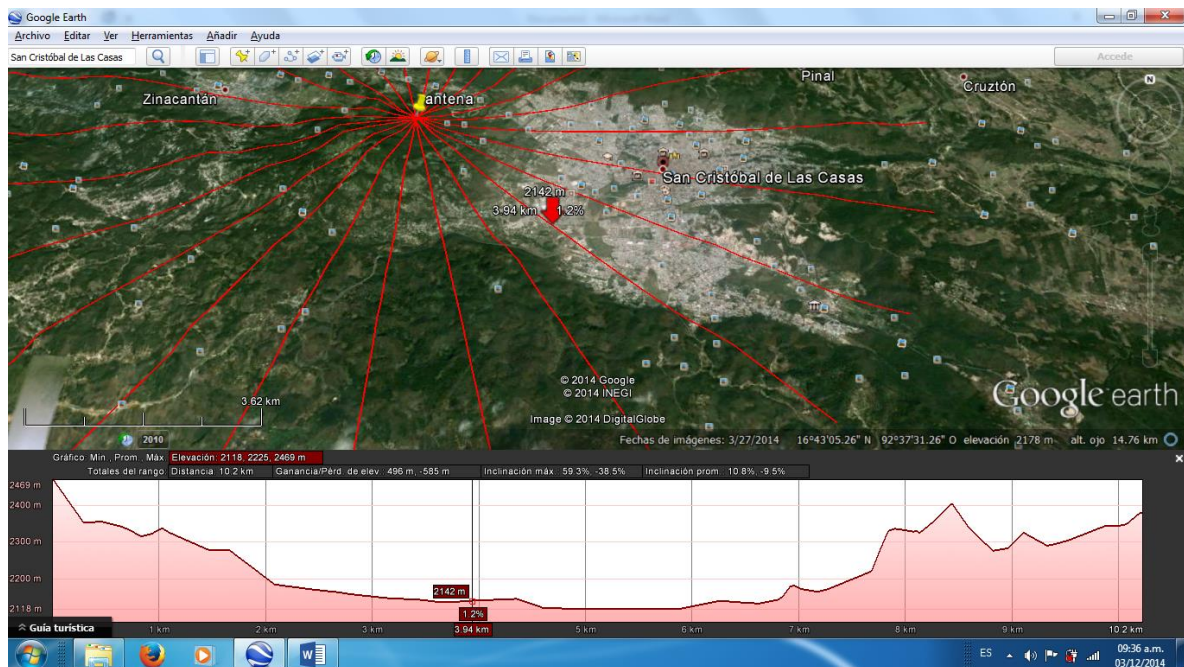




Elevación a 90° grados.

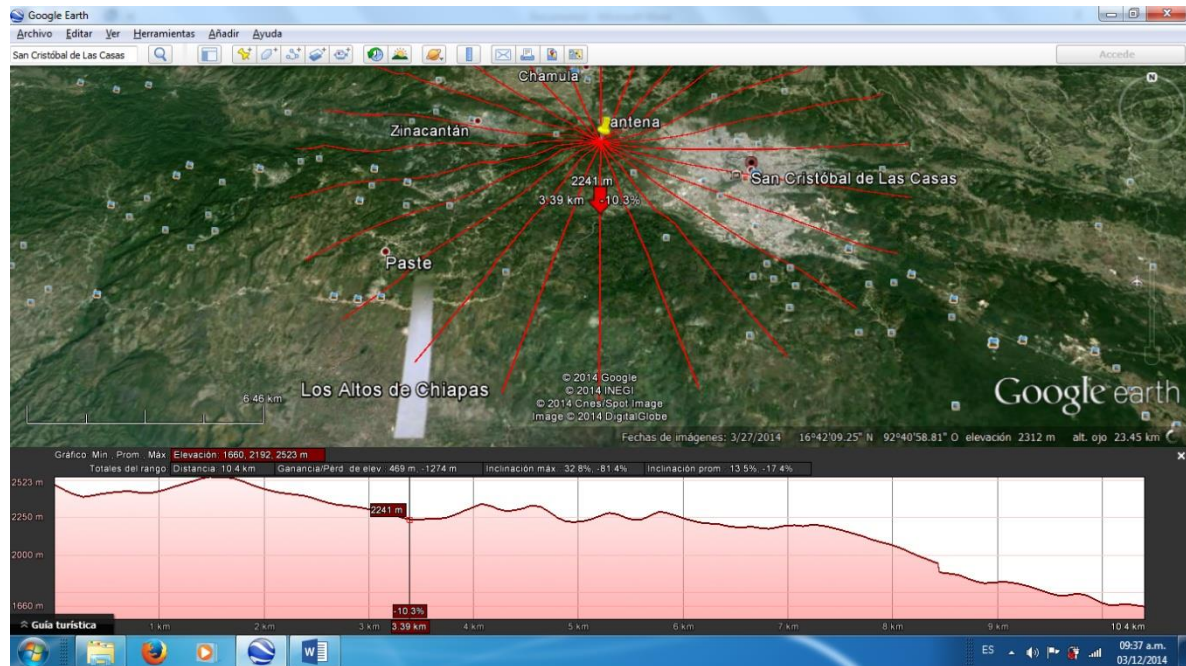


Elevación a 135° grados.

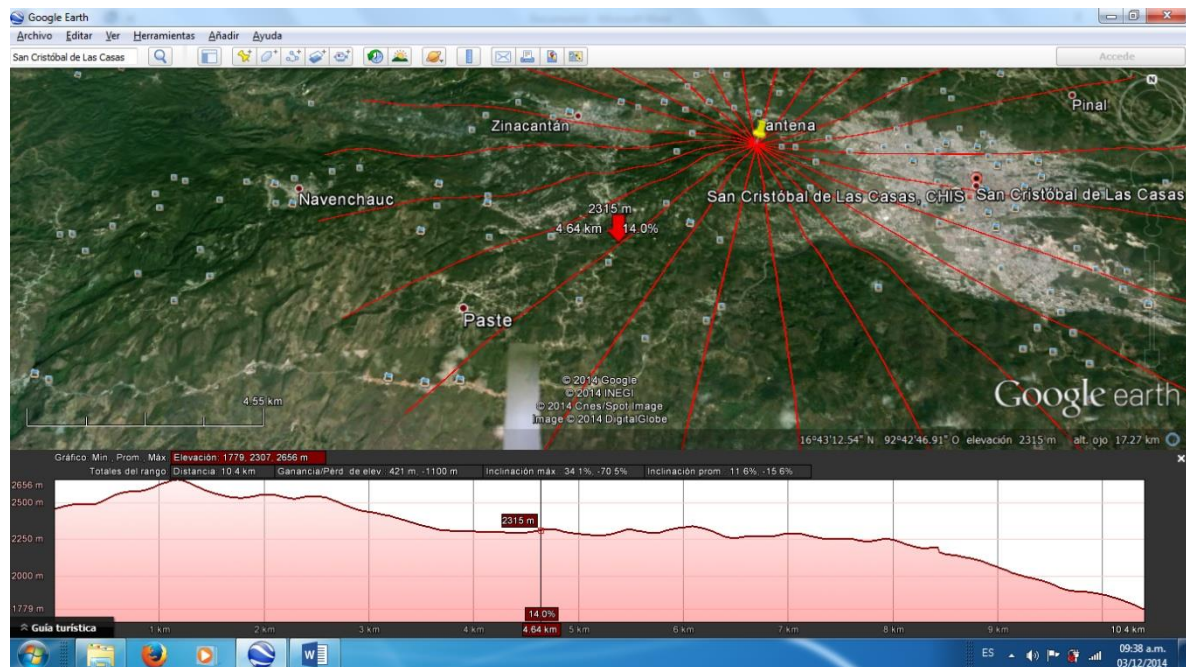




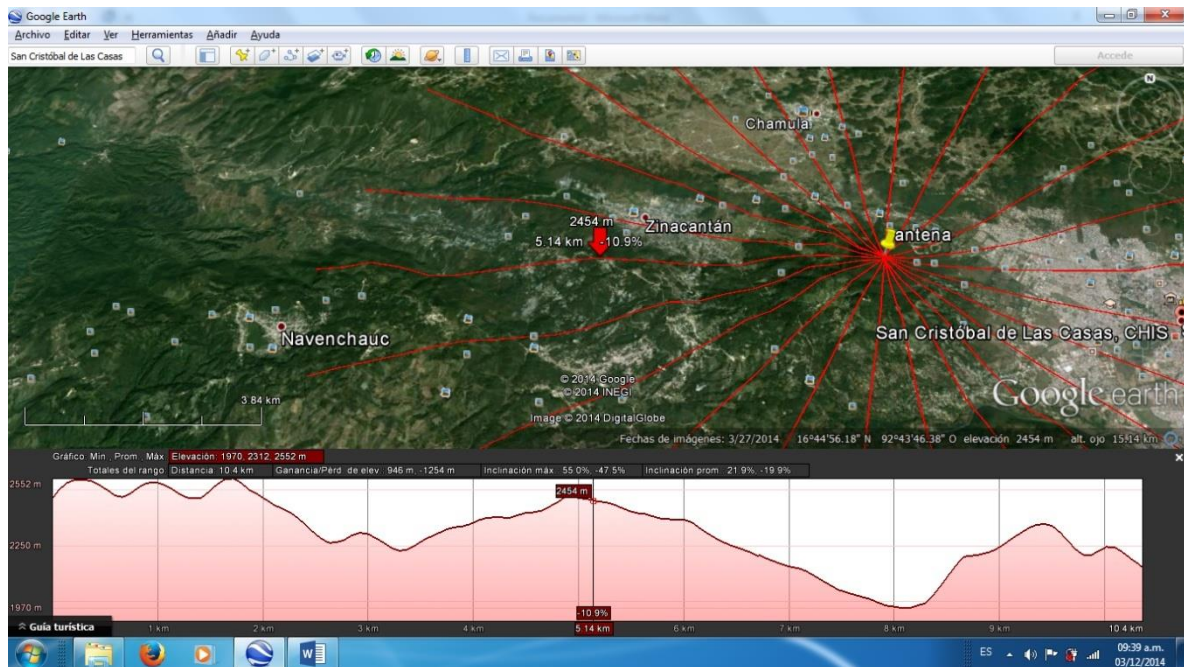
Elevación a 180°grados.



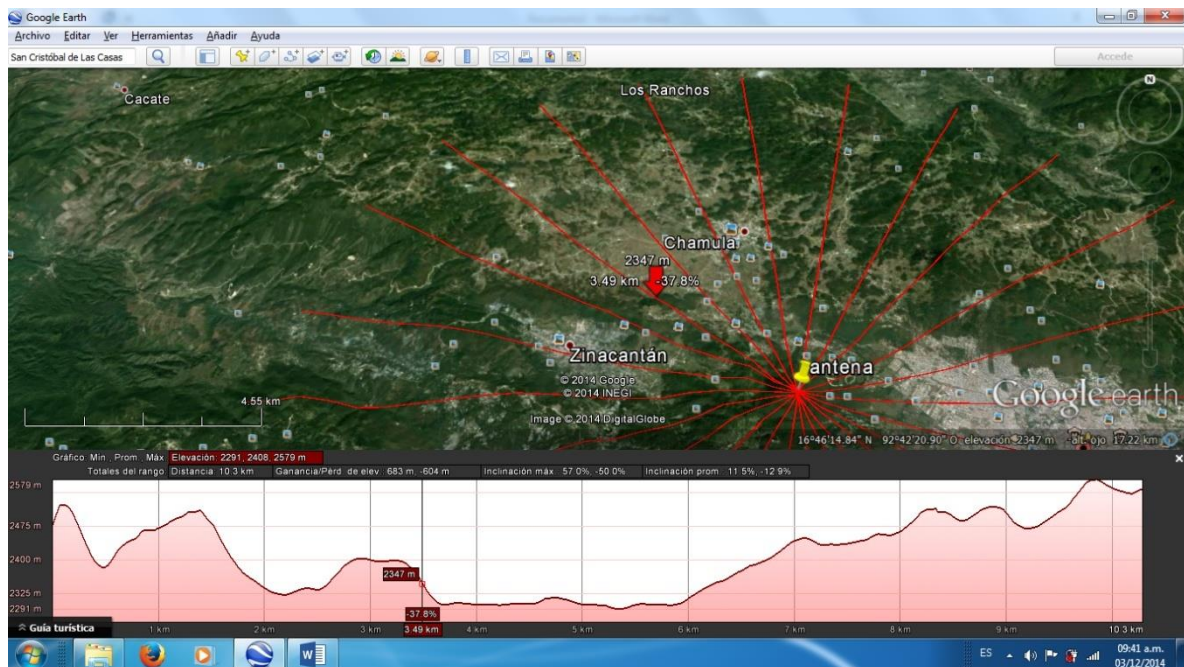
Elevación a 225° grados.



Elevación a 270° grados.



Elevación a 315° grados.





## 6.3 Conclusión

Al haber realizado nuestra residencia profesional en el SCHRTYC (Sistema Chiapaneco de Radio, Televisión y Cinematografía) durante 4 meses, tuvimos la oportunidad de aplicar y desarrollar nuestros conocimientos adquiridos en la universidad, así como también nuestras habilidades y aptitudes.

Aprendimos mucho sobre la forma de trabajo en la empresa, y lo importante que es trabajar en equipo, durante el tiempo que estuvimos adquiriendo experiencia laboral, realizamos varias actividades tales como darles mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones repetidoras de transmisión de las zonas alto, selva y fronteriza, que están ubicadas en municipios del estado de Chiapas.

En las actividades que realizamos nos ha dejado un gran conocimiento sobre las funciones de cada equipo que se utiliza para el descenso de la señal, para poder transmitírselos a los televidentes.

Para que pudiéramos trabajar correctamente en los equipos era necesario que acudiéramos a los manuales, ya que es muy importante para prevenir algunas fallas que se nos pudieran presentar y así saber cómo corregirlas. En el caso de las unidades móviles pudimos observar su funcionamiento, como adaptarla al medio, orientando la antena para hacer un enlace de microonda y así poder transmitir dicho evento.

Hemos aprendido también como operan para hacer las grabaciones, ya que es muy importante tener una comunicación con la cabina de audio, la cabina de máster y con cada productor para que así puedan transmitir con una buena señal, con una gran calidad de video.

Finalmente es importante saber que cada equipo que conforma la televisora de canal 10 y la señal que utiliza son análogas, dichos equipos dejaran de ser utilizadas por normativa nacional y se convertirá en TDT (Televisión Digital Terrestre), la cual involucrara un cambio completo tanto en la tecnología usada, como la remodelación del SCHRTVyC.

## 6.4 Referencias Bibliográficas

1. Arreglos de Antenas.  
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040050/Descargas/capseis/antenparabolicas.pdf>
2. William Sttallings Comunicaciones y Redes de Computadoras Pearson Educación 2000 Sexta Edición  
[http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes\\_1/cabcoax.html](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/cabcoax.html)
3. Diseño, Construcción y Caracterización de antenas para UHF Tesis profesional presentada por Diana Sánchez Ibarra  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/sanchez\\_i\\_d/portada.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/sanchez_i_d/portada.html)
4. <http://recursos.cnice.mec.es/media/television/bloque5/pag3.htm>
5. Introducción a los Sistemas Transmisores de TV Constantino Pérez Vega 2005  
<http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Introduccion%20a%20los%20sistemas%20transmisores%20de%20TV.pdf>
6. Sistemas Electrónicos de Comunicaciones Louis Frenzel, alfa omega grupo editor, 2004
7. WAYNE, Tomasi Sistemas de Comunicaciones Electrónicas Prentice Hall. México 2003.
8. Televisión Digital Terrestre <http://www.televisiondigital.tv/tdt.html>

# Anexos

## Configuraciones de los receptores.

### ➤ Receptor Zinwell.



Figura 6.1 Receptor Zinwell



Figura 6.2 Menú de Instalación



Figura 6.3 Satélite



Figura 6.4 Frecuencia y Symbol Rate





Figura 6.5 Escaneo de canal

➤ Configuración de los receptores Comtelsal

Tabla 6.1 Procedimiento para Configurar Receptores

| Receptor Comtelsat |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| Menú               | Instalación-componentes antenas |
| Satélite           | Satmex 5_C                      |
| Type de LNB        | 5150 MHz                        |
| Potencia del LNB   | 13/18V                          |
| D/12V              | 0V                              |
| 22KHz              | Encendido                       |
| LNB Dish           | Fijar                           |
| Diseq              | Encendido                       |
| Menú               | Instalación-manual              |
| Satélite           | Satmex 5                        |
| TP frec            | 3894 MHZ                        |
| Solarización       | Sorizontal                      |
| Simbol rate        | 3609                            |

➤ Configuración de los receptores Captive.

Tabla 6.2 Procedimiento para Configurar el Receptor Captive

| Receptor Captive |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| Menú             | Instalación-ajuste de la antena |
| Satélite         | Satmex 5(166.8 W)               |
| Transponder      | 3720/V/27000/3/4                |
| Frecuencia LNB   | 5150                            |
| 22KHz            | Encendido                       |
| Menú             | Instalación-Búsqueda manual TP  |
| Satélite         | Satmex 5(166.8 W)               |
| Frecuencia       | 3720                            |
| Polaridad        | Vertical                        |
| Simbol rate      | 27000                           |
| Fec              | $\frac{3}{4}$                   |

➤ Configuración de los receptores Topfield

Tabla 6.3 Procedimiento para Configurar el Receptor Topfield

| Receptor Topfield |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Menú              | Instalación -LNB setting |
| Satélite name     | Satmex5(c)               |
| LNB frequency     | 5150 MHz                 |
| LNB power         | On                       |
| 22 Khz            | Off                      |
| DiseqC 1.1        | Disable                  |

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| DiseqC 1.0    | Disable                |
| Menú          | Instalación-sat/T edit |
| Satélite name | Satmex 5(C)            |
| Frecuency     | 3770 MHz               |
| Simbol Rate   | 7234 Kb/s              |
| Polarización  | Vertical               |

### ✚ Unidad móvil de transmisión



Figura 6.8 Interior de la Unidad Móvil

La unidad móvil es un sistema completo de producción de video instalado en un vehículo, equipado para la grabación (cuando sólo trabaja como unidad para producir un programa) y es de transmisión (cuando a esa unidad de producción se le adiciona una antena o pedestal con recursos tecnológicos para transmitir la señal televisiva a una torre). Ambas, la de producción y la de transmisión, se han diseñado para trabajar fuera del estudio de televisión o EFP (siglas de Electronic Field Production o, en español, Producción Electrónica de Exteriores)

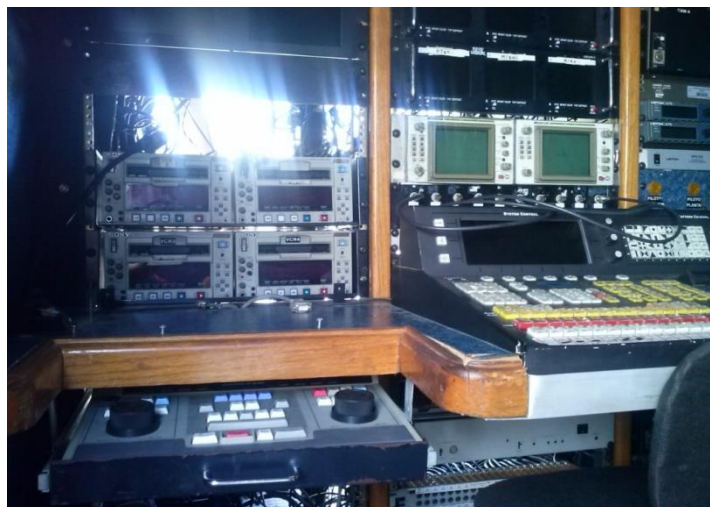


Figura 6.9 Máster de Unidad Móvil.



Figura 6.10 Pantallas de los Switcher

En el Interior de la unidad móvil del canal 10, es el lugar donde se realizan la grabación de programas y transmisiones en vivo.

✚ Mantenimiento preventivo de las cámaras.



Figura 6.11 Cámara Marca Cannon



Figura 6.12 Limpieza de la Cámara.